

BNDES Setorial, n. 32, set. 2010

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

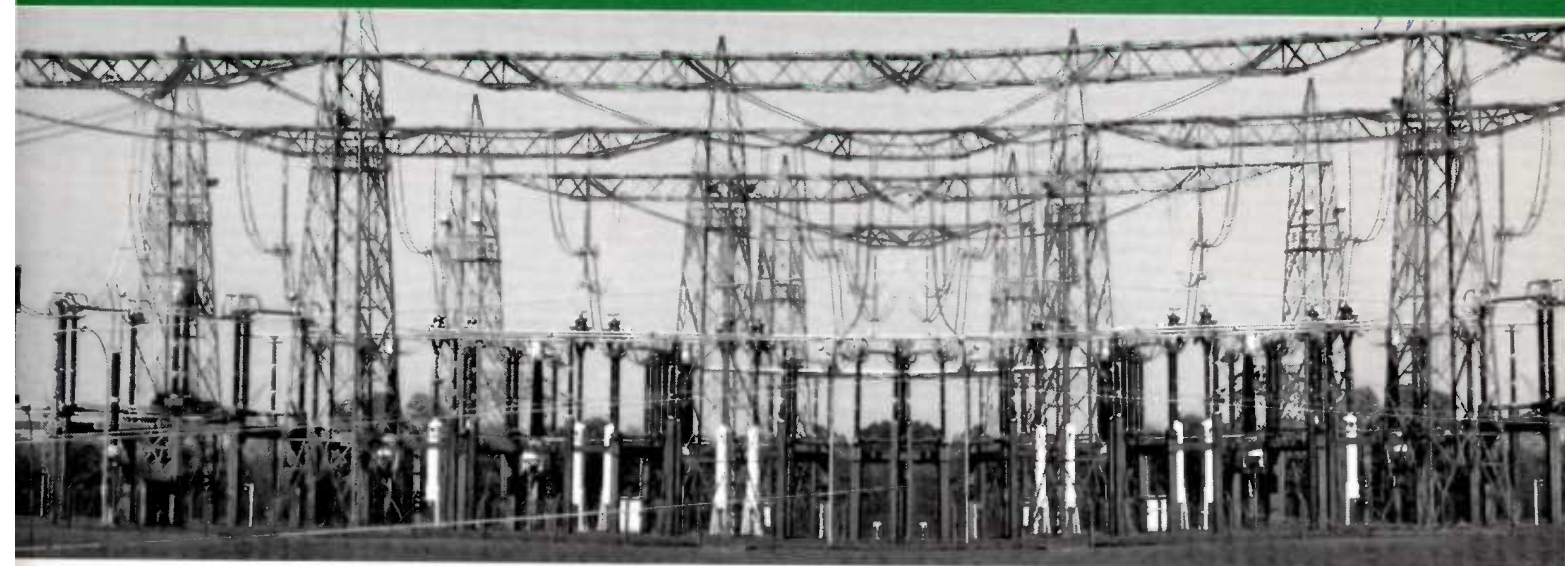


*O banco nacional
do desenvolvimento*

BNDES Setorial

32

setembro de 2010



Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Presidente

Luciano Coutinho

Vice-presidente

Armando Mariante Carvalho Júnior

Editor

Filipe Lage de Sousa

BNDES Setorial

Publicação semestral editada em março e setembro

Os artigos assinados são da exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES. É permitida a reprodução parcial ou total dos artigos desta publicação, desde que citada a fonte.

Av. República do Chile, 100/20º andar
Rio de Janeiro - RJ - CEP 20031-917
Tel.: (21) 2172-7097 Fax: (21) 2172-6273
<http://www.bndes.gov.br>
ISS4-9230

Sumário

**A corrida tecnológica pelos biocombustíveis
de segunda geração: uma perspectiva comparada _____ 5**

Diego Nyko

Jorge Luiz Faria Garcia

Artur Yabe Milanez

Fabricao Brollo Dunham

Panorama de mercado: painéis de madeira _____ 49

André Biazus

André Barros da Hora

Bruno Gomes Pereira Leite

**O papel crescente das agências de crédito à exportação
no setor aeronáutico e perspectivas a partir de 2010 _____ 91**

Marcio N. Migon

Sergio B. Varella Gomes

**A música em metamorfose: um mercado em busca
de novos modelos de negócio _____ 113**

Gustavo Mello

Marcelo Goldenstein

As florestas e o painel de mudanças climáticas da ONU _____ 153

André Luiz F. Lemos

Marcos H. F. Vital

Marco Aurélio Cabral Pinto

Biotecnologia para saúde no Brasil _____ 193

Carla Reis

João Paulo Pieroni

José Oswaldo Barros de Souza

**Estudo de caso sobre impactos ambientais
de linhas de transmissão na Região Amazônica _____ 231**

Odette Lima Campos

Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades _____	267
Bernardo Hauch Ribeiro de Castro Tiago Toledo Ferreira	
Panorama de mercado: celulose _____	311
André Biazus André Barros da Hora Bruno Gomes Pereira Leite	
Fruticultura: convergências e divergências _____	371
Celso de Jesus Júnior Luiza Sidonio Victor Emanuel Gomes de Moraes	
Desempenho recente da balança comercial e os limites ao crescimento da indústria química _____	397
Valéria Delgado Bastos Leticia Magalhães da Costa Leonardo G. M. de S. C. Faveret	
Cadeia de suprimentos: o papel dos provedores de serviços logísticos _____	433
Sílvia Maria Guidolin Dulce Corrêa Monteiro Filha	

BNDES Setorial, n. 1, jul. 1995 -

Rio de Janeiro, Banco Nacional de Desenvolvimento

Econômico e Social, 1995 - n.

Semestral. ISSN 1414-9230

Periodicidade anterior: quadrimestral até o n. 3.

1. Economia - Brasil - Periódicos. 2. Desenvolvimento econômico - Brasil - Periódicos. I. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CDD 330.05

A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada

Diego Nyko
Jorge Luiz Faria Garcia
Artur Yabe Milanez
Fabricio Brollo Dunham*

Resumo

Os biocombustíveis vêm ganhando cada vez mais importância entre as alternativas aos combustíveis fósseis, porém, ainda são pouco representativos. A sua produção em larga escala, contudo, depende fundamentalmente de avanços na produtividade, de forma a mitigar eventuais efeitos negativos, como uma maior pressão sobre a cobertura florestal nativa ou sobre o preço de *commodities* agrícolas. Em vista disso, está em curso uma corrida tecnológica internacional para o desenvolvimento de biocombustíveis de

* Respectivamente, economista, engenheiro, gerente do Departamento de Biocombustíveis da Área Industrial do BNDES e engenheiro químico e secretário técnico da Finep. Os autores agradecem as sugestões e os comentários de Filipe Lage de Sousa, economista do BNDES, Patrícia Zendron, assessora da Área Industrial do BNDES, Luiz Augusto Horta Nogueira, professor titular da Unifei, e Jaime Fingerut, gerente de desenvolvimento estratégico industrial do CTC. Os autores agradecem ainda aos entrevistados pelos valiosos *insights* sobre o tema.

segunda geração, cujos principais programas de suporte são os executados por Estados Unidos (EUA) e União Europeia (UE).

Este artigo avalia, à luz do diagnóstico das ações de EUA e UE, a atual situação do esforço realizado pelo Brasil na competição pelo desenvolvimento dessas novas tecnologias e, a partir dessa análise, identifica fraquezas e propõe alternativas para que o país alcance, nas tecnologias de segunda geração, o mesmo protagonismo tecnológico já desempenhado na produção de biocombustíveis convencionais.

Introdução

As preocupações ambientais acirraram-se nos últimos anos. O aquecimento global e as mudanças climáticas ganharam relevo internacional, entrando de vez na agenda do desenvolvimento. Apontadas como as grandes responsáveis por essa nova configuração, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) têm sido alvo das políticas ambientais de diversos países. Como forma de reduzir essas emissões, governos de todo o mundo têm estimulado a expansão da produção e do consumo de energia a partir de fontes renováveis.¹

Quando o assunto é biocombustíveis, o Brasil se destaca como protagonista. São mais de 35 anos de pesquisa e desenvolvimento de diversas tecnologias envolvidas na produção e no uso do etanol de cana-de-açúcar, aqui denominado biocombustível de primeira geração.² Hoje, o país tem os menores custos de produção, é o maior exportador e o segundo maior produtor mundial desse biocombustível.

Apesar de todas essas vantagens, muitas críticas são feitas não apenas à produção do etanol brasileiro, mas também aos outros biocombustíveis de primeira geração produzidos no mundo. Para alguns, a atual produção de biocombustíveis tem gerado pressão tanto sobre o preço dos alimentos como sobre a cobertura florestal nativa. Embora tais críticas não se apliquem à produção de etanol baseada na cana-de-açúcar, ainda assim a sustentabilidade da produção de etanol do Brasil poderia ser incrementada.

¹ Além dos biocombustíveis, tema central deste artigo, podem-se citar as recentes iniciativas pelo mundo que visam à introdução e disseminação dos veículos elétricos no setor de transportes. Para mais informações, ver Ferreira e Castro (2010) nesta edição do *BNDES Setorial*.

² São considerados biocombustíveis de primeira geração (ou convencionais) aqueles produzidos de fontes agrícolas primárias, como o biodiesel de oleaginosas e o etanol de milho ou cana-de-açúcar.

Como será argumentado adiante, uma resposta possível a esses questionamentos é o etanol de material lignocelulósico,³ também conhecido como etanol de segunda geração.⁴

A produção de etanol lignocelulósico ainda não é economicamente viável. A busca pela competitividade desse produto demanda muitos esforços de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Nessa busca, o Brasil apresenta vantagens importantes, como a biomassa da cana-de-açúcar. No entanto, outros países também empreendem esforços para viabilizar a produção do etanol de segunda geração, o que pode colocar em xeque a liderança tecnológica brasileira conquistada na produção de etanol de primeira geração.

Essa constatação fica evidente quando é observado o montante de recursos que outros países têm disponibilizado para PD&I de biocombustíveis de segunda geração. De fato, as iniciativas para tornar o etanol celulósico economicamente viável surgem com grande rapidez em boa parte do mundo, graças à imprescindível participação do setor público, por meio da criação do ambiente institucional ou do apoio financeiro.

É nesse contexto que se insere o presente artigo. O objetivo aqui é mapear, ainda que não exaustivamente, as principais iniciativas do governo brasileiro no que diz respeito a PD&I de biocombustíveis de segunda geração. Pretende-se ainda fazer um diagnóstico comparado do arranjo institucional da inovação no Brasil, nos EUA e na UE. Tendo isso em mão, serão apontadas alternativas para um novo modelo de atuação do BNDES e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) no fomento às iniciativas de PD&I de biocombustíveis de segunda geração.

Na primeira seção, são discutidos detalhadamente os principais determinantes da busca por novas rotas de conversão de biocombustíveis. Em seguida, são descritos os principais esforços em andamento no mundo, com detalhamento do apoio a PD&I nos EUA, União Europeia e Brasil. Com base nisso, a terceira seção se preocupa em avaliar a posição relativa do Brasil nesse contexto de corrida tecnológica internacional e, a partir

³ Os materiais lignocelulósicos têm em sua composição basicamente celulose, hemicelulose e lignina, na proporção aproximada de 40% a 50%, 20% a 30% e 25% a 30% respectivamente, com variações em função do tipo de material. Esses compostos formam uma estrutura complexa e compacta, cujas características também dependerão do tipo de material a ser processado.

⁴ Para fins deste artigo, consideram-se biocombustíveis de segunda geração apenas aqueles oriundos de materiais lignocelulósicos.

dele, propõe alternativas para melhorar o desempenho brasileiro. A última seção apresenta as principais conclusões.

O porquê dos biocombustíveis de segunda geração

As alterações climáticas atribuídas ao aquecimento global decorrente da queima dos combustíveis fósseis, associadas à insegurança energética refletida pelas dificuldades crescentes na produção do petróleo, têm motivado uma corrida sem precedentes pela produção de energia a partir de fontes renováveis.

Além disso, há certa preocupação em torno dos impactos sociais da produção em larga escala de biocombustíveis. Para alguns críticos, em face do esgotamento da produtividade das rotas de conversão tradicionais, o aumento da oferta de biocombustíveis passaria, necessariamente, pela ampliação da utilização de terras, o que implicaria maior pressão sobre coberturas florestais nativas e inflação no preço de alimentos.

Nesse contexto, os biocombustíveis de segunda geração têm se apresentado como uma solução capaz de mitigar esses efeitos indesejáveis. A seguir, serão expostos alguns dos argumentos que justificam esse *status*.

O esgotamento da rota atual

Ainda que a produção de etanol de primeira geração, sobretudo no Brasil, tenha obtido avanços crescentes na produtividade agrícola e industrial, a atual tecnologia industrial de produção do etanol data dos anos 1980 e está próxima de seus limites teóricos.

Como se depreende da Tabela 1, é nítido o esgotamento da eficiência da rota tecnológica industrial atualmente empregada no setor sucroenergético

Tabela 1 | Expectativas de ganhos de eficiência industrial nos atuais processos de produção de etanol (em %)

Situação	Perdas na lavagem da cana	Eficiência de extração	Perdas no tratamento de caldo	Rendimento da fermentação	Perdas na destilação e no vinhoto	Produtividade (l/ha)
Atual	0,4	96,5	0,8	91	0,5	6.900
2010-15	0,3	97	0,5	91,5	0,3	7.020
2015-20	0,3	98	0,4	92	0,2	7.160

Fonte: CGEE (2007).

brasileiro, líder mundial em produtividade. Mesmo que consiga avançar, o aumento de produtividade está limitado a, no máximo, 4%, enquanto as estimativas de ganho de produtividade das novas rotas de conversão são de, no mínimo, 50% [Nogueira (2008)].

Impacto ambiental e na produção de alimentos

Para as próximas décadas, espera-se um aumento na demanda por alimentos – considerando os aspectos demográficos e de renda – e também por biocombustíveis – considerando motivos apontados na introdução do presente artigo.

Desse modo, a perspectiva do emprego em larga escala dos biocombustíveis líquidos é revestida de um potencial complicador: a produção de alimentos requer cada vez mais a utilização de extensas áreas agricultáveis com condições edafoclimáticas⁵ favoráveis, o que também é imperioso para a produção dos biocombustíveis de primeira geração.

Além disso, a ampliação do uso de terras para fins energéticos também tem despertado críticas ambientais. Argumenta-se que a produção de biomassa agrícola para a conversão em biocombustíveis, além de concorrer diretamente com a produção de alimentos, também gera efeitos indiretos, como o deslocamento de outras culturas agrícolas para regiões de alto valor ambiental.

Hoje, essa situação não ocorre no Brasil. No que concerne à produção de alimentos, a expansão da cana-de-açúcar e a conseqüente valorização da terra têm exigido maior rentabilidade das áreas agrícolas e, com isso, a necessidade de incorporação de melhores técnicas e o correspondente aumento da produtividade agrícola. Tal movimento já é percebido no estado de São Paulo, onde a lavoura de cana se expandiu sem que houvesse impactos significativos sobre a produção de alimentos [Chagas Tonetto e Azzoni (2009)].⁶

Com relação ao impacto ambiental, é importante destacar que foi lançado em 17 de setembro de 2009, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Zoneamento Agroecológico da Cana, com o objetivo de delimitar as áreas em que será estimulado e, principalmente,

⁵ De clima e de solo.

⁶ Sobre esse tema, ver ainda FEA-USP (2009) e Olivette, Nachiluk & Francisco (2010).

desincentivado o plantio da cana-de-açúcar. Além de critérios de aptidão de clima e de solo, foram excluídos do zoneamento os biomas da Amazônia e do Pantanal, além da Bacia do Alto Paraguai. Com esse regulamento, não é mais possível obter licenças ambientais para instalação ou ampliação de usinas, tampouco financiamento de fontes oficiais de crédito, nas áreas consideradas inaptas.

De toda forma, para que a produção de biocombustíveis não concorra, ainda que no longo prazo, com a produção de alimentos, nem provoque a utilização de áreas com cobertura florestal nativa, faz-se necessário que a produtividade alcançada na produção de biocombustíveis seja elevada. A mudança do atual paradigma tecnológico para os biocombustíveis de segunda geração é, portanto, uma contundente resposta a essas críticas.

Segurança energética

Além das questões relacionadas aos aspectos ambientais e aos potenciais conflitos entre a produção de biocombustíveis e de alimentos, outro importante motivador para o desenvolvimento de novas rotas de conversão de biocombustíveis diz respeito à segurança energética.

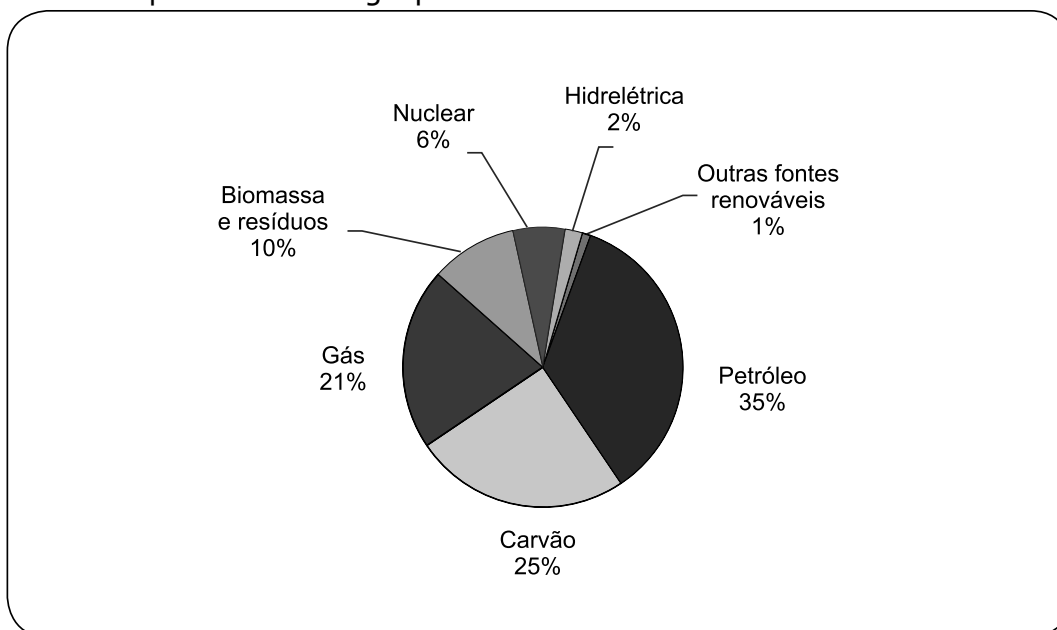
Segundo IEA (2007), a demanda total de energia primária no mundo alcança o montante de cerca de 11,4 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (MTEP) por ano. A biomassa, incluindo produtos agrícolas, florestais e resíduos orgânicos, alcança 10% desse total. Os combustíveis fósseis, incluindo petróleo e carvão mineral, são a fonte mais importante, respondendo por cerca de 80% do total da energia primária (Gráfico 1).

Nos últimos anos, o consumo dos biocombustíveis líquidos tem apresentado um rápido crescimento, apesar da pequena participação relativa de cerca de 3% do total utilizado no transporte rodoviário mundial.

Apesar disso, ainda de acordo com a IEA (2007), a contribuição dos biocombustíveis líquidos como fonte de energia empregada no transporte mundial continuará limitada. Logo, a demanda mundial de energia primária é – e ainda será – predominantemente dominada por combustíveis derivados do petróleo.

Com relação a esse aspecto, cabe salientar que diversos analistas preveem que, por ser um recurso natural finito e pelo rápido aumento de seu

Gráfico 1 | Fontes de energia primária no mundo



Fonte: Elaboração própria, com base em IEA (2007).

consumo ao longo das últimas décadas, seu nível de produção estaria em vias de se estabilizar ou até mesmo decair [Rosa (2007)]. Além disso, a produção atual do petróleo concentra-se em regiões politicamente instáveis, conferindo elevada vulnerabilidade ao fornecimento do produto em relação a volumes e, sobretudo, preços.

Assim, para que a matriz energética mundial dependa menos de um recurso finito, é necessária a utilização de combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis. Entretanto, como já visto, determinados biocombustíveis de primeira geração sofrem críticas quanto à sua produção em larga escala, o que poderia limitar sua utilização como alternativa energética relevante.⁷

Por apresentar menor impacto ambiental e social, os biocombustíveis de segunda geração tendem a se constituir numa alternativa mais sustentável. Por isso, são boas suas chances de substituir, mais significativamente, os combustíveis derivados do petróleo e, assim, conferir maior segurança energética aos países que deles fizerem uso.

⁷ Novamente, é importante citar os veículos elétricos, que surgem como alternativa de longo prazo mais sustentável do que os veículos de motores à explosão, seja do ponto de vista da eficiência energética ou das emissões de GEE. Ver Ferreira & Castro (2010) nesta edição do *BNDES Setorial*.

Programas de apoio ao desenvolvimento de biocombustíveis de segunda geração: os casos de EUA, UE e Brasil

Um caso paradigmático: o apoio dos EUA ao etanol celulósico⁸

Como afirmado anteriormente, os biocombustíveis têm sido considerados a alternativa mais promissora de substituição de combustíveis fósseis, especialmente no curto e médio prazos. Partilhando dessa crença, o governo dos EUA tem elaborado diversos programas e planos de ação que priorizam e estimulam a pesquisa, o desenvolvimento e a adoção crescente dos biocombustíveis pelo país, em especial, o etanol, tanto de primeira quanto de segunda geração.

É importante sublinhar que os esforços de pesquisa e desenvolvimento em bioenergia são anteriores à década de 1970. Contudo, a intensificação e a sistematização do apoio só vieram no início do novo milênio. Desde 2000, o governo dos EUA criou leis e políticas de suporte a biocombustíveis, com evidentes sinergias entre ambas. Nisso, foi-se construindo boa parte do atual sistema nacional de inovação em biomassa, no qual os biocombustíveis (entre os quais, o etanol) ocupam lugar de destaque. Dentre essas leis e políticas, sobressaem as seguintes.⁹

*Biomass R&D Act (2000)*¹⁰

A preocupação com a coordenação dos esforços federais em PD&I em biomassa é a característica marcante dessa lei. Reconhecendo abertamente os potenciais benefícios da conversão da biomassa em outros produtos, como biocombustíveis e especialidades químicas, a lei determina, por meio da Biomass R&D Initiative,¹¹ que o Secretário de Agricultura e o Secretário de Energia coordenem suas ações de modo cooperativo, especialmente em relação a políticas e procedimentos que promovam PD&I de biocombustíveis e produtos a partir de biomassa.

⁸ Esse tópico foi baseado em dados do documento *Biomass Multi-Year Program Plan (MYPP)*, de março de 2010. Esse documento, de autoria do Departamento de Energia [DOE (2010)] dos EUA, está disponível em <<http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/mypp.pdf>>. Acesso em: 9.7.2010. Foram também utilizadas fontes primárias de informação, como os documentos originais das leis aqui citadas.

⁹ As leis aqui apresentadas normalmente versam sobre muitos temas, incluindo o apoio à produção de biocombustíveis de primeira geração. Aqui, pretende-se dar destaque ao conteúdo específico sobre biomassa para biocombustíveis de segunda geração. Os demais conteúdos são abordados apenas quando oportunos.

¹⁰ Disponível em: <http://www.brdisolutions.com/about/bio_act.asp>. Acesso em: 9.7.2010.

¹¹ Seção 307.

Entre outras, a intenção dessa iniciativa era viabilizar mais rapidamente as tecnologias e os processos necessários para a produção abundante de biocombustíveis e de outros produtos a partir de biomassa. Nesse sentido, a lei ainda determinou a criação do Biomass R&D Board¹² e do R&D Technical Advisory Committee.¹³ O primeiro tem como objetivo coordenar os programas em e entre departamentos e agências do governo federal, buscando evitar, assim, a redundância de esforços e recursos. Já o segundo, composto por representantes da sociedade (indústria, academia, organizações de classe etc.), procura identificar a existência de duplicidade nos esforços da própria indústria, além de assegurar que os fundos mobilizados sejam utilizados da forma como foram autorizados.

Por fim, para a consecução dos projetos de PD&I em biomassa, o documento disponibilizou um orçamento de US\$ 5 milhões em 2002 e de US\$ 14 milhões por ano entre 2003 e 2007. Foram autorizados ainda sob a forma de dotações (*appropriations*)¹⁴ de US\$ 200 milhões por ano entre 2006 e 2015.

*Farm Security and Rural Investment Act – Farm Bill (2002)*¹⁵

A Farm Bill (2002) tem escopo abrangente. Seu principal objetivo é dar sustentação e força à economia de base agrícola dos EUA. Desse modo, seus capítulos tratam sempre de temas relacionados direta ou indiretamente à agroindústria estadunidense.

Em seu capítulo que versa especificamente sobre energia (Title IX), a lei procura fortalecer todas as cadeias produtivas relacionadas à biomassa, de modo a garantir sua disponibilidade para as biorrefinarias.¹⁶

¹² Seção 305.

¹³ Seção 306.

¹⁴ Segundo definição do Ministério da Agricultura dos EUA, “an appropriations act of Congress permits USDA or other federal agencies to incur financial obligations to be drawn from the Federal Treasury. Appropriations do not represent cash actually set aside in the Treasury for the purposes specified in the appropriations act; they represent limitations of amounts that agencies may obligate for the purposes and during the time periods specified in the appropriations act. Appropriations may be annual (one year in duration), multiple-year (a definite period in excess of one fiscal year), or no-year (available indefinitely). Appropriations are definite (for a specific amount of money) or indefinite (for an unspecified amount of money), and either current (for the immediate fiscal year in question) or permanent (always available)”. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/Briefing/FarmPolicy/glossary.htm#Appropriations>>. Acesso em: 9.7.2010.

¹⁵ Disponível em: <<http://www.usda.gov/farmbill2002/>>. Acesso em: 9.7.2010.

¹⁶ Bastos (2007) define biorrefinaria da seguinte forma: “Em síntese, biorrefinaria é um termo relativamente novo que se refere ao uso de matérias-primas renováveis e de seus resíduos, de maneira integral e diversificada, para a produção, por rota química ou biotecnológica, de uma variedade de substâncias e energia, com a mínima geração de resíduos e emissões de gases poluidores” (p. 31).

Com base no orçamento autorizado pelo Biomass R&D Act, a Farm Bill reafirma e amplia o apoio financeiro às atividades de PD&I que impliquem o uso da biomassa. São considerados prioritários os projetos que envolvam plantas de demonstração, imprescindíveis para o escalonamento e a validação das tecnologias desenvolvidas. Essa ênfase reforça os objetivos traçados no Biomass R&D Act, já que tem a intenção de conferir rápida competitividade aos biocombustíveis e outros produtos oriundos de biomassa, sempre na confrontação com os derivados de petróleo.

*Energy Policy Act (2005)*¹⁷

Por possuir uma abrangente e profunda agenda, essa lei é considerada por muitos especialistas um marco na política energética dos EUA. Trata de diferentes fontes de energia e estabelece políticas que contemplam suas muitas dimensões.

A situação não é diferente com a bioenergia, incluindo aí os biocombustíveis.¹⁸ Por meio de incentivos fiscais, recursos não reembolsáveis, crédito, garantias etc., a lei procura estimular a sua produção, contemplando desde a pesquisa e a produção de biomassa até a construção de plantas de demonstração e de escala industrial.

No que tange essencialmente aos biocombustíveis celulósicos, a lei estabeleceu a ambiciosa meta de produção de um bilhão de galões desses combustíveis para 2015.¹⁹ Para isso, a lei autoriza que incentivos, na forma de pagamentos por galão produzido, sejam concedidos à produção dos biocombustíveis celulósicos.²⁰ O orçamento autorizado para esses incentivos foi de US\$ 250 milhões.

Do lado do consumo, foi criado o Renewable Fuel Standard (RFS1), cuja meta mais geral foi estabelecida em 4 bilhões de galões de combustíveis renováveis misturados à gasolina em 2006, evoluindo para 7,5 bilhões de galões em 2012 (dos quais pelo menos 250 milhões seriam de etanol celulósico).

¹⁷ Disponível em: <http://www.epa.gov/oust/fedlaws/publ_109-058.pdf>. Acesso em: 9.7.2010.

¹⁸ Seção 932.

¹⁹ Seção 942. Para valores atualizados de 2010, ver nota 21.

²⁰ Apenas na Farm Bill de 2008 ficou estipulado que o incentivo tributário à produção de biocombustíveis celulósicos seria de US\$ 1,01 por galão produzido até 31 de dezembro de 2012. Essa nova versão da lei de 2002 reforçou o apoio aos biocombustíveis. Contudo, no tocante a esse ponto, não houve outras modificações significativas, apenas revisão de orçamento, prazos e outras condições de apoio. Por isso, optou-se aqui por detalhar somente a Farm Bill de 2002, considerada mais emblemática do ponto de vista de seu ineditismo.

Ainda são contempladas no programa as biorrefinarias. A lógica é a mesma da Farm Bill, ou seja, conceder apoio financeiro com o objetivo de reduzir os riscos associados e atrair a participação da iniciativa privada. Para tanto, a lei ainda estabeleceu que o valor total do apoio para o programa de bioenergia fosse de US\$ 213 milhões em 2007; US\$ 251 milhões em 2008; e US\$ 274 milhões em 2009. Desses valores, deveriam ser endereçados a projetos de plantas de demonstração de biorrefinarias integradas US\$ 100 milhões em 2007, US\$ 125 milhões em 2008 e US\$ 150 milhões em 2009.

Outro ponto interessante da lei é que ela revela a forte preocupação de criar mercado para os novos processos e produtos, incluindo os biocombustíveis de primeira geração. No entanto, o valor das matérias-primas, bem como a logística para sua produção e distribuição, são os desafios a serem superados. Nesse sentido, a lei estabelece a possibilidade de apoio, via recursos não reembolsáveis, às empresas compradoras de biomassa de diversos tipos. Para tanto, a lei disponibiliza US\$ 50 milhões anuais (entre 2006 e 2016).

Deve-se frisar que a pesquisa e a produção de biomassa são pontos extremamente relevantes para os EUA. Ao contrário da bem-sucedida experiência brasileira com a cana-de-açúcar, os EUA não têm uma biomassa “vencedora”. Diante disso, sua atual estratégia é diversificar ao máximo o apoio aos seus diferentes tipos e, sempre que possível, procurar soluções adequadas às realidades regionais.

Energy Independence and Security Act [EISA (2007)]²¹

A EISA consiste principalmente de disposições destinadas a aumentar a eficiência energética e a disponibilidade de energias renováveis no mercado estadunidense. Para fins deste artigo, o que mais interessa é o segundo capítulo, intitulado Energy Security through Increased Production of Biofuels.

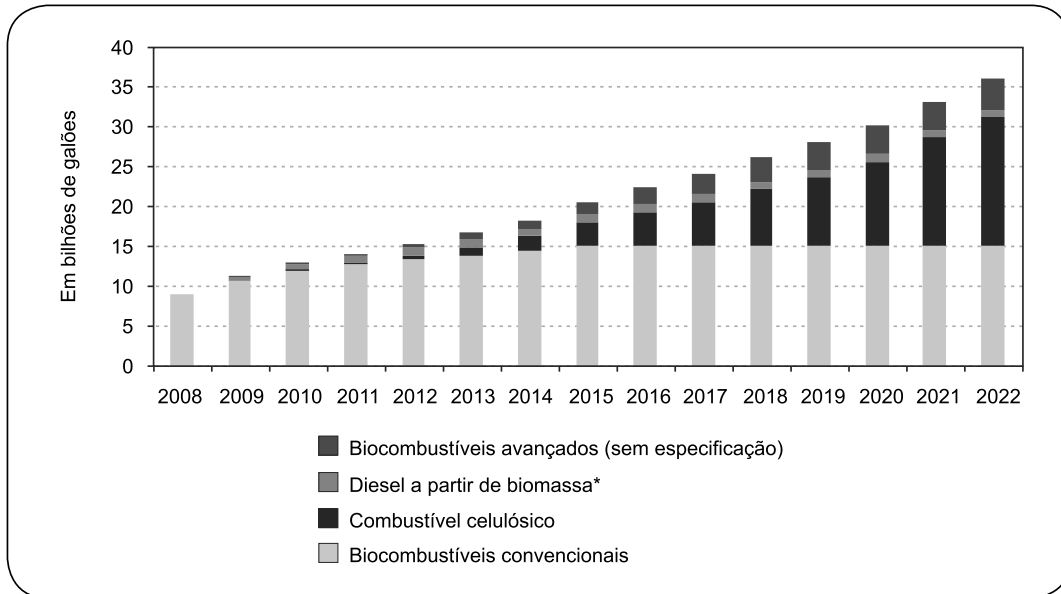
A novidade trazida por esse capítulo fica por conta de uma revisão no RFS1.²² O novo padrão (RFS2) estabeleceu metas mínimas anuais de consumo de biocombustíveis utilizados exclusivamente para o transporte nos EUA, entre 2006 e 2022. Consolidado apenas em outubro de 2009, o

²¹ Disponível em: <<http://www1.eere.energy.gov/femp/regulations/eisa.html>>. Acesso em: 9.7.2010.

²² Seção 202.

RFS2 determinou que deveriam ser consumidos não apenas biocombustíveis convencionais, como o etanol de milho, mas também avançados,²³ como os celulósicos²⁴ e o diesel a partir de biomassa²⁵ (Gráfico 2).

Gráfico 2 | Metas de consumo da RFS2



Fonte: Elaboração própria, com base em EPA.

* A partir de 2013, não há valores definidos para o diesel a partir de biomassa. Determinou-se apenas que seu consumo não pode ser inferior a 1 bilhão de galões por ano.

É ainda digno de nota o estímulo que a RFS2 dá aos combustíveis avançados, especialmente celulósicos, em detrimento da expansão da produção e do consumo de etanol de milho. Essa atitude deve ser qualificada em um contexto de duras críticas feitas a esse combustível, especialmente aquelas que imputam a ele a responsabilidade pelas pressões altistas nos preços dos alimentos.

O apoio aos biocombustíveis celulósicos não se restringe às metas de consumo do RFS2. Concomitantemente, a EISA também atribui prioridade

²³ Segundo definição da seção 201b do capítulo II da EISA: “The term ‘advanced biofuel’ means renewable fuel, other than ethanol derived from corn starch, that has lifecycle greenhouse gas emissions, as determined by the Administrator, after notice and opportunity for comment, that are at least 50 percent less than baseline lifecycle greenhouse gas emissions.”

²⁴ Segundo definição da seção 201d do capítulo II da EISA: “The term ‘cellulosic biofuel’ means renewable fuel derived from any cellulose, hemicellulose, or lignin that is derived from renewable biomass and that has lifecycle greenhouse gas emissions, as determined by the Administrator, that are at least 60 percent less than the baseline lifecycle greenhouse gas emissions.”

²⁵ A EPA está autorizada a dispensar temporariamente parte do mandato da RFS2, revisando as metas quando julgar necessário. Em 2010, por exemplo, a meta original para biocombustíveis celulósicos era de 100 milhões de galões, mas foi revista para apenas 6,5 milhões de galões.

às atividades de PD&I. Em primeiro lugar, a lei destacou um orçamento de US\$ 25 milhões (em recursos não reembolsáveis) que deveriam ser aplicados em atividades de PD&I de tecnologias de biocombustíveis em estados da federação com baixa produção de etanol. O orçamento se renova anualmente durante o período 2008-2010.

Em segundo lugar, a lei atribui grande ênfase à pesquisa em etanol celulósico. Foram autorizados para o ano fiscal de 2008 recursos não reembolsáveis da ordem de US\$ 50 milhões. Esses recursos deveriam ser aplicados em 10 empresas, elegíveis mediante processo concorrencial. Como condição para receber o apoio, as empresas selecionadas devem colaborar com um dos Centros de Pesquisa em Bioenergia do Departamento de Energia (DOE).²⁶

Sobre os recursos não reembolsáveis da Energy Policy Act (2005) destinados a projetos de plantas de demonstração de biorrefinarias integradas, houve a inclusão de US\$ 150 milhões para o ano de 2010.

Por fim, foi autorizada a aplicação de recursos não reembolsáveis da ordem de US\$ 500 milhões para o período 2008-2015. Os alvos desses recursos são as tecnologias de biocombustíveis capazes de reduzir no mínimo 80% das emissões de GEE em relação às emissões de tecnologias veiculares de 2005.

American Recovery and Reinvestment Act [ARRA (2009)]

O objetivo norteador dessa lei foi a amortização dos efeitos deletérios da crise mundial sobre a economia estadunidense. No total, foram autorizados US\$ 786,5 milhões para serem usados em PD&I de biocombustíveis avançados,²⁷ incluindo fundos adicionais para a implementação de biorrefinarias em escala piloto e demonstração, cujo orçamento ficou limitado em US\$ 480 milhões.²⁸ Para projetos que já estejam em escala comercial, foram destacados US\$ 176,5 milhões. Além disso, a lei ampliou para 20 o número máximo de empresas elegíveis para receber esses recursos.²⁹

²⁶ Ao todo, estão sob supervisão do DOE 17 laboratórios. Entre eles, talvez o mais conhecido e importante em bioenergia seja o National Renewable Energy Laboratory (NREL).

²⁷ Disponível em: <<http://www.energy.gov/news/7375.htm>>. Acesso em: 9.7.2010.

²⁸ Seção 1705d.

²⁹ Pelo EISA (2007), esse número era de até 10 empresas.

Apesar do objetivo explícito de levar a mercado, no menor tempo possível, as novas tecnologias de biocombustíveis avançados, a pesquisa básica não deixou de ser contemplada. O orçamento destinado a programas de pesquisa fundamental em áreas-chave foi de US\$ 110 milhões.

*Biofuels Interagency Working Group (2009)*³⁰

Quase que simultaneamente ao lançamento do ARRA, o governo dos EUA instituiu um grupo de trabalho interministerial em biocombustíveis copresidido pelos secretários de Energia e Agricultura, além do diretor da EPA. A principal atribuição desse grupo de trabalho é coordenar os esforços e as iniciativas relacionados aos biocombustíveis no país. A preocupação com a coordenação é fundamentada: até a criação desse grupo, um grande número de projetos havia sido financiado, mas com poucos resultados concretos em meio a muitos desafios a serem superados. E, a despeito de todas as disposições legais para se avançar na coordenação das entidades federais, foram observadas escassas iniciativas nesse sentido, o que poderia dificultar o cumprimento das metas agressivas da RFS2.

Com esse diagnóstico em mão, procurou-se estabelecer uma clara divisão de trabalho entre as agências federais dos EUA, cada uma com responsabilidade sobre um segmento específico da cadeia produtiva dos biocombustíveis (ver Tabela 2). A preocupação, portanto, não se resume apenas aos quesitos especificamente científicos e técnicos, mas também ao ambiente institucional que servirá de base para o crescimento sustentável dos biocombustíveis.

Dos objetivos traçados pelo grupo de trabalho, particular ênfase é atribuída às matérias-primas e à necessidade de diversificá-las. O etanol de milho deve deixar de ser o carro-chefe da expansão da indústria estadunidense de biocombustíveis. Como dito anteriormente, os EUA carecem de uma biomassa “vencedora”. Desse modo, o grupo de trabalho propôs a criação de cinco Centros Regionais de Pesquisa em Matérias-Primas, todos sob a coordenação do Departamento de Agricultura (USDA). As principais atribuições desses centros devem ser o desenvolvimento e a implementação de políticas e planos projetados para acelerar a produção das matérias-primas e o desenvolvimento de cadeias produtivas regionais, com enfoque na produção, conversão, logística e distribuição.

³⁰ Disponível em: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/rss_viewer/growing_american_fuels.PDF>. Acesso em: 9.7.2010.

Tabela 2 | Divisão de trabalho entre as agências federais dos EUA em cada elo da cadeia produtiva dos biocombustíveis avançados

Instituição responsável	Produção de matéria-prima	Logística de matéria-prima	Conversão de biomassa	Distribuição de biocombustíveis	Uso final dos biocombustíveis
Departamento de Energia (DOE)	Manejo sustentável de solos e de culturas; biologia vegetal; genética e melhoramento de espécies.	Colheita sustentável de biomassa; coleta sustentável de resíduos agrícolas.	Conversão bioquímica (pré-tratamento, redução dos custos das enzimas); aumento da resistência da biomassa; conversão termo-química de biomassa em combustíveis (gaseificação e pirólise); biorrefinarias integradas.	Segurança, adequação e economicidade dos biocombustíveis para transporte; desenvolvimento de sistemas de distribuição.	Otimização e certificação de máquinas; impactos das emissões veiculares; estudos de mercado; impactos dos veículos capazes de rodar com biocombustíveis.
Departamento de Agricultura (USDA)	Manejo sustentável de solos, culturas e florestas; biologia vegetal; genética e melhoramento de espécies.	Colheita sustentável de biomassa; coleta sustentável de resíduos agrícolas e florestais.	Conversão bioquímica (pré-tratamento, redução dos custos das enzimas); aumento da resistência de recursos florestais; conversão termo-química de biomassa em combustíveis e energia (gaseificação e pirólise); biorrefinarias integradas com base em matérias-primas florestais.	—	—
Agência de Proteção Ambiental (EPA)	Impactos socioambientais da cadeia produtiva (ciclo de vida) de biocombustíveis; viabilidade de volumes sustentáveis de biocombustíveis; aperfeiçoamento de matérias-primas.	Impactos socioambientais da cadeia produtiva (ciclo de vida) de biocombustíveis; concessão de licenças.	Impactos socioambientais da cadeia produtiva (ciclo de vida) de biocombustíveis; conversão de biorresíduos em energia; concessão de licenças.	Impactos socioambientais da cadeia produtiva (ciclo de vida) de biocombustíveis; concessão de licenças.	Impactos socioambientais da cadeia produtiva (ciclo de vida) de biocombustíveis; otimização e certificação de máquinas; impactos das emissões veiculares; estudos de mercado; impactos dos veículos capazes de rodar com biocombustíveis.

Continua

Continuação

Instituição responsável	Produção de matéria-prima	Logística de matéria-prima	Conversão de biomassa	Distribuição de biocombustíveis	Uso final dos biocombustíveis
Departamento de Comércio/ Instituto Nacional para Padrões e Tecnologia	–	–	Projeto de catalisador; processamento biocatalítico; caracterização da biomassa; desenvolvimento de padrões, métricas e modelos.	Confiabilidade dos materiais para armazenagem em contêineres, dutos e sistemas de entrega de combustíveis.	Padrões de referência para materiais, dados e especificações para biocombustíveis.
Departamento de Transporte	–	Desenvolvimento de infraestrutura para transporte de matérias-primas.	–	Segurança, adequação e economicidade dos biocombustíveis para transporte; desenvolvimento de sistemas de distribuição.	–
Fundação Nacional de Ciência	Pesquisa básica para aperfeiçoar o uso de matérias-primas para biocombustíveis e resíduos como fontes de energia.	Pesquisa básica para aperfeiçoamento do pré-processamento das matérias-primas.	Pesquisa básica em tecnologias de conversão bioquímica e termoquímica.	–	–
Departamento do Interior (DOI)	Manejo florestal.	Manejo florestal / prevenção de incêndio (recuperação de florestas).	Licenciamento de biorrefinarias em territórios gerenciados pelo DOI.	–	–
Departamento de Defesa	P&D básico em processamento de matérias-primas (resíduos e outras biomassas).	–	Gaseificação de resíduos sólidos.	–	Testes com biocombustíveis.

Fonte: Adaptado de DOE (2010).

Biomass Multi-Year Program Plan (2010)

O foco na coordenação entre entidades governamentais envolvidas direta ou indiretamente com bioenergia é recorrente nos diversos instrumentos de política pública dos EUA. A coordenação é condição essencial para evitar a duplicação de esforços, alavancar recursos limitados, estimular a participação da iniciativa privada, maximizar o impacto do investimento público e, no caso dos EUA, cumprir as metas nacionais estabelecidas pelo RFS2. Com isso em mente, o Plano Plurianual em Biomassa é a materialização dos muitos esforços de coordenação em um único documento.

A estrutura do Plano está dividida nas seguintes atividades: P&D de tecnologias de conversão (biológica e físico-química) e desenvolvimento de matérias-primas com biomassa abundante; demonstração e validação de biorrefinarias em escala industrial; e temas transversais que concorrem para colocar no mercado as tecnologias de biocombustíveis celulósicos. Dentro dessa estrutura, o Plano procura contemplar todos os elementos da cadeia produtiva de biocombustíveis. São identificadas cinco etapas-chave da produção.

- 1) Produção de matérias-primas: o objetivo é estimular a produção em larga escala, de modo a dar competitividade à produção de biocombustíveis. A abordagem é regional, ou seja, prioriza soluções sustentáveis e adequadas para as diferentes regiões do país.
- 2) Logística agrícola para matéria-prima: a competitividade da matéria-prima não se encontra somente na produção em larga escala. Investimentos complementares são necessários, principalmente em infraestrutura e logística de colheita ou coleta, armazenagem, processamento e transporte.
- 3) Produção de biocombustíveis: o Plano põe urgência na construção de muitas unidades industriais de conversão de biomassa em biocombustíveis e outros produtos. Se, por um lado, o escalonamento industrial é considerado prioritário para se atingir a economicidade do processo de conversão, por outro, os investimentos necessários para a construção dessas plantas são elevados e as tecnologias envolvidas apresentam alto risco, o que pode desencorajar a participação do setor privado nessas iniciativas.

- 4) Distribuição dos biocombustíveis: o objetivo é implementar toda a infraestrutura para a distribuição dos biocombustíveis, desde a armazenagem e a mistura até o transporte e a distribuição aos postos de revenda de combustíveis.
- 5) Uso final dos biocombustíveis: o que se pretende é disseminar a cultura dos biocombustíveis mediante a oferta de veículos que possam usá-los sem perder desempenho em relação ao uso dos combustíveis fósseis.

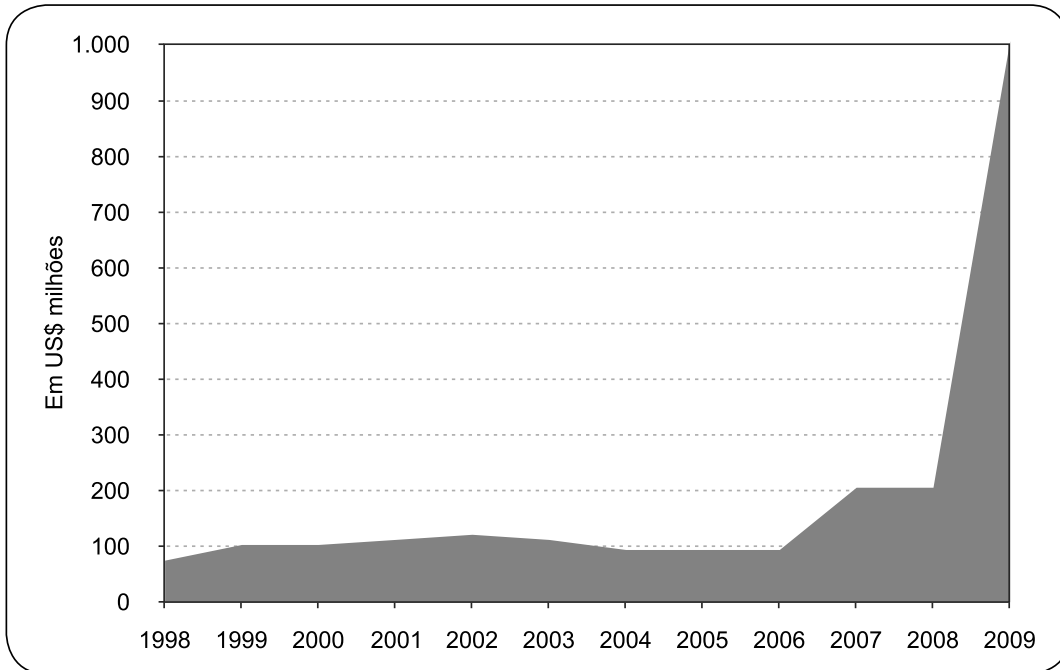
Para cada uma dessas etapas, são identificados problemas e barreiras que impedem, de algum modo, a produção eficiente dos biocombustíveis de segunda geração. Com o mapeamento desses pontos críticos, o Plano elege soluções prioritárias que devem ser perseguidas pelos *policy-makers*. Ademais, para assegurar o comprometimento com a sua implementação, foram estabelecidas algumas metas quantitativas (em termos de prazos e valores) de execução e desempenho. O foco dessas metas recai sobre o etanol celulósico que, por meio de PD&I, deve atingir um custo estimado de US\$ 1,76 por galão em 2012. Ainda há metas para os custos de produção para algumas etapas da cadeia produtiva. Dentre essas metas, destacam-se:

- reduzir os custos logísticos (colheita, armazenagem, processamento e transporte) relativos às matérias-primas para US\$ 0,39 por galão de biocombustível produzido em 2012 e para US\$ 0,33 em 2017;
- desenvolver ao menos uma matéria-prima “vencedora”, cuja oferta será de 130 milhões de toneladas secas por ano em 2012 e de 250 milhões em 2017;
- reduzir os custos de conversão do material celulósico em etanol para US\$ 0,92 por galão em 2012 e para US\$ 0,60 em 2017; e
- para as biorrefinarias integradas, atingir a capacidade total de produção de 100 milhões de galões de biocombustíveis avançados em 2014.

Síntese

É importante destacar que as antigas leis e políticas dos EUA pavimentaram o caminho para as atuais. Em todas elas, vêm à tona preocupações com a coordenação dos trabalhos das agências federais em face da relevância dos temas tratados e do montante de recursos a eles destinados. O Gráfico 3 mostra a evolução dos recursos financeiros gastos pelo governo federal em PD&I de biomassa desde 1998.

Gráfico 3 | Evolução do apoio financeiro do governo federal dos EUA às atividades de PD&I relacionadas à biomassa



Fonte: Adaptado de DOE (2010).

Dois principais diretrizes guiam o governo americano na busca pelas novas gerações de biocombustíveis. Em primeiro lugar, tem-se a necessidade de resolver o problema da biomassa. Como visto, o milho não é a matéria-prima mais indicada para a conversão em biocombustível. Isso explica as iniciativas que focam a diversificação regional de matérias-primas. Além de PD&I de biomassa, o governo também pretende criar e desenvolver mercados para sua comercialização.

Em segundo lugar, surge a necessidade premente de garantir a economicidade das novas tecnologias. Para isso, o apoio do governo dos EUA tem sido de extrema importância. Reflexo disso é o surgimento de novas plantas de demonstração em escala piloto e semi-industrial. Além delas, surgem novos projetos de construção de plantas de demonstração e de escala comercial. O Gráfico 4 e a Tabela 3 apresentam a capacidade produtiva total dos projetos de plantas de etanol celulósico anunciados, em fase de construção ou já em operação nos EUA.

Não obstante o grande número de projetos anunciados, a realidade ainda está muito aquém do cenário planejado pelos Estados Unidos. Para 2010, novos projetos não devem entrar em operação e mesmo aqueles já

Tabela 3 | Previsão do número e da capacidade produtiva total* dos projetos de plantas** de etanol celulósico nos EUA, por tipo de rota de conversão

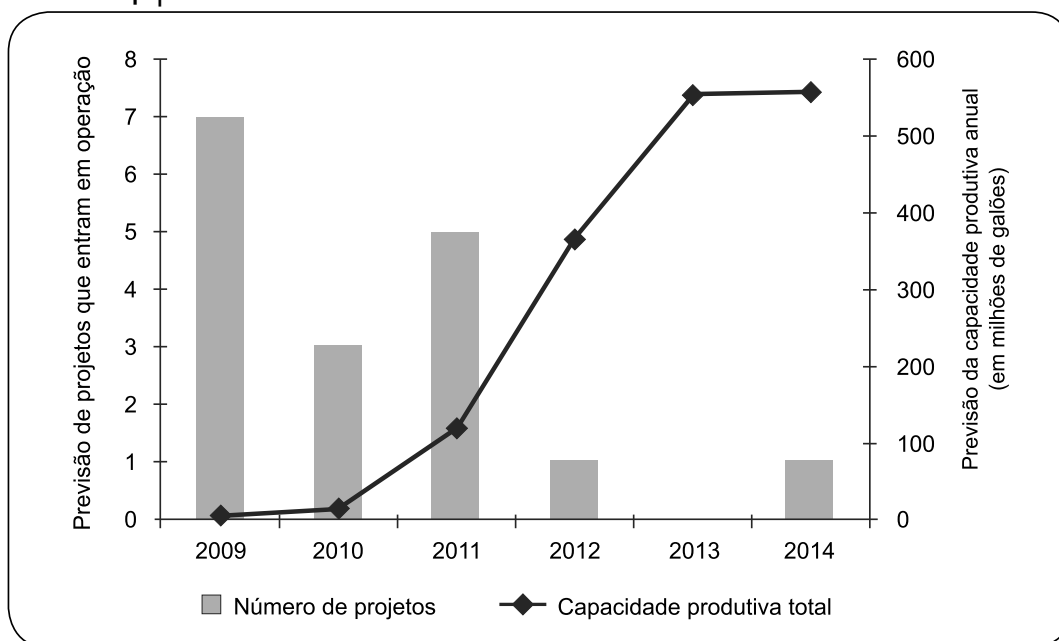
Rota de conversão	Número de projetos	%	Capacidade de produção (em milhões de galões)	%
Hidrólise enzimática	10	59	401,58	72
Hidrólise ácida	2	12	118,34	21
Gaseificação	1	6	18,52	3
Bioprocessamento consolidado	3	18	20,20	4
Outros	1	6	0,01	0
Total	17	100	558,65	100

Fonte: *Biofuels Digest Database*.

* Para o ano de 2014.

** Anunciadas, em construção e em operação.

Gráfico 4 | Plantas de etanol celulósico nos EUA



Fonte: Elaboração própria, com base em *Biofuels Digest Database*.

anunciados foram adiados. Segundo a base de dados da *Biofuels Digest* de 2010,³¹ as nove plantas que hoje operam são de escala piloto e têm capacidade produtiva conjunta de apenas 2,16 milhões de galões

³¹ Disponível em: <<http://www.biofuelsdigest.com/>>. Acesso em: 9.7.2010.

por ano.³² A revisão das metas da RFS2 para 2010 é a admissão desse problema. A meta original para biocombustíveis celulósicos era de 100 milhões de galões. Admitindo a impossibilidade de sucesso, a nova meta de 2010 passou para 6,5 milhões de galões.

As recentes iniciativas da UE

As iniciativas europeias de maior relevância no campo dos biocombustíveis são relativamente incipientes. Em 2003, a Biofuel Directive³³ estabeleceu metas indicativas (não obrigatórias) para estimular o uso dos biocombustíveis no setor de transporte, considerado um dos grandes emissores de GEE. Para 2005, a meta de mistura (quantificada em termos de conteúdo energético) de combustíveis renováveis na gasolina e no diesel foi de 2%. Para 2010, essa meta ficou em 5,75%.³⁴

Em 2007, foram iniciadas discussões para uma nova diretiva, que se prolongaram por 2008 e foram concluídas em 2009. Como resultado, entrou em vigor naquele ano a Renewable Energy Directive,³⁵ que originalmente deveria ser incorporada pelas legislações nacionais dos países-membros até junho de 2010. A nova diretiva estendeu o horizonte e o valor das metas de mistura para 10% em 2020.

Para serem considerados na contabilização das metas, os combustíveis renováveis devem atingir critérios de sustentabilidade de produção, também introduzidos pela nova diretiva. Diante disso, torna-se problemático o cumprimento das metas,³⁶ especialmente por meio dos combustíveis renováveis de primeira geração, alvos dos críticos europeus. Nesse contexto, os biocombustíveis de segunda geração assomam como uma alternativa mais desejável.

³² A planta de demonstração da AE Biofuels, com capacidade prevista de 10 milhões de galões por ano, não deve entrar em operação em 2010.

³³ Diretiva 2003/30/EC. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:EN:PDF>> Acesso em: 9.7.2010.

³⁴ Artigo 3b.

³⁵ Diretiva 2009/28/EC. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:en:PDF>>. Acesso em: 9.7.2010.

³⁶ Segundo dados de F.O. Licht (2010), as metas da primeira diretiva não foram alcançadas pela UE. Desde 2005, os valores alcançados pelo conjunto dos países foram inferiores aos estabelecidos pela diretiva de 2003. A título de ilustração, em 2009, o nível real de mistura foi de 3,7%, enquanto a meta estipulava um nível de 5%. No mesmo relatório, F.O. Licht ainda estima que em 2010 o valor real seja de 4%, bem abaixo da meta de 5,75%.

O diagnóstico: esforços insuficientes

Segundo Maia (2010, p. 72), “a política de estímulo ao etanol na UE não é tão consistente quanto a dos Estados Unidos e não possui a experiência desenvolvida pelo Brasil”. Quando o assunto é PD&I, a própria Comissão Europeia, em documento de 2007,³⁷ admitiu que, até aquele momento, haviam sido insuficientes os esforços em novas tecnologias de baixo carbono, como a bioenergia e, em especial, os biocombustíveis de segunda geração.

Na visão da Comissão, são dois os principais problemas que atrapalham os avanços em PD&I de novas gerações de combustíveis renováveis: a insuficiência de financiamento e a fragmentação e sobreposição de iniciativas. No que toca ao primeiro problema, a Comissão aponta para a redução que os orçamentos de PD&I historicamente vêm sofrendo na UE. Já sobre o segundo problema, a Comissão identifica a maior necessidade de coordenação nas iniciativas de PD&I por todo o continente.

O tratamento: Plano Estratégico de Tecnologias em Energia

Dadas as incertezas tecnológicas intrínsecas às atividades de PD&I, a Comissão identificou a necessidade de investimentos em um amplo portfólio de tecnologias. No entanto, também fez parte do diagnóstico a falta de iniciativas ou de capacidades dos Estados-membros, especialmente na aceleração do desenvolvimento tecnológico em ritmo que satisfizesse as metas estipuladas pelas diretivas.

A resposta europeia a esses desafios veio na forma do European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan),³⁸ cuja elaboração se iniciou em 2007. Em moldes similares ao Plano Plurianual dos EUA, o SET-Plan europeu define a estratégia da UE para PD&I de tecnologias relativas a energias limpas, sempre com o objetivo maior de levá-las mais rapidamente ao mercado. Para tanto, o Plano descreve e propõe ações concretas para a construção de um arranjo coerente de PD&I, organizando os esforços e as iniciativas por toda a UE.

³⁷ COM(2006)847 de 10.1.2007. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0847:FIN:EN:PDF>> Acesso em: 9.7.2010.

³⁸ COM(2007)723 de 22.11.2007. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0723:FIN:EN:PDF>>. Acesso em: 9.7.2010.

Para basear as decisões dos *policy-makers*, o SET-Plan tem como ferramenta auxiliar um roteiro tecnológico³⁹ (Technology Roadmap) responsável pela identificação e classificação de tecnologias relevantes. Esse roteiro foi produto de um esforço coletivo que começou em 2008 e contou com propostas e sugestões da indústria. Seu avanço se deu por meio de discussões contínuas entre diversos atores da sociedade, como representantes dos governos, especialistas, acadêmicos e associações de classe. Como resultado, foram identificadas seis prioridades tecnológicas cujas barreiras, escalas de investimento e riscos envolvidos podem ser eficientemente enfrentados de modo coletivo. São elas: energia eólica, energia solar, redes de energia elétrica, captura e armazenagem de carbono, fissão nuclear e bioenergia.

A fim de canalizar atores e recursos necessários para reforçar PD&I nas prioridades destacadas e, desse modo, colocar o SET-Plan em ação, foram criadas as Iniciativas Industriais Europeias (European Industrial Initiatives), que se orientam para a realização de objetivos mensuráveis em termos de redução de custos, melhor desempenho operacional das tecnologias etc.

A Iniciativa em Bioenergia (European Industrial Bioenergy Initiative)⁴⁰ objetiva superar as barreiras técnicas e econômicas que impedem o pleno desenvolvimento e implantação comercial de novas tecnologias. A meta a ser atingida é de, ao menos, 4% de participação dos biocombustíveis avançados nas necessidades energéticas totais para transporte na UE em 2020. Além disso, por meio dos biocombustíveis, espera-se evitar, ao menos, 60% de emissões de GEE do setor de transporte, conforme estipulado pelos critérios de sustentabilidade da diretiva de 2009.

Para atingir seus objetivos, a Iniciativa em Bioenergia pretende apoiar atividades de pesquisa em biomassa e o desenvolvimento dos mercados para a comercialização dessas matérias-primas. Adicionalmente, a Iniciativa estima ainda a construção de até 30 plantas de demonstração e/ou

³⁹ SEC(2009)1295 de 7.10.2009. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/doc/2009_comm_investing_development_low_carbon_technologies_roadmap.pdf>. Acesso em: 9.7.2010.

⁴⁰ A Iniciativa em Bioenergia ainda está em fase de implementação, mas um sumário de suas ações está disponível em <<http://setis.ec.europa.eu/initiatives/technology-roadmap/european-industrial-initiative-on-bioenergy>>. Acesso em: 9.7.2010.

plantas industriais por toda a UE. A Tabela 4 e o Gráfico 5 apresentam a capacidade produtiva total dos projetos de plantas de etanol celulósico anunciados, em fase de construção ou que já se encontram em operação na UE.

Tabela 4 | Previsão do número e da capacidade produtiva total* dos projetos de plantas** de etanol celulósico na UE, por tipo de rota de conversão

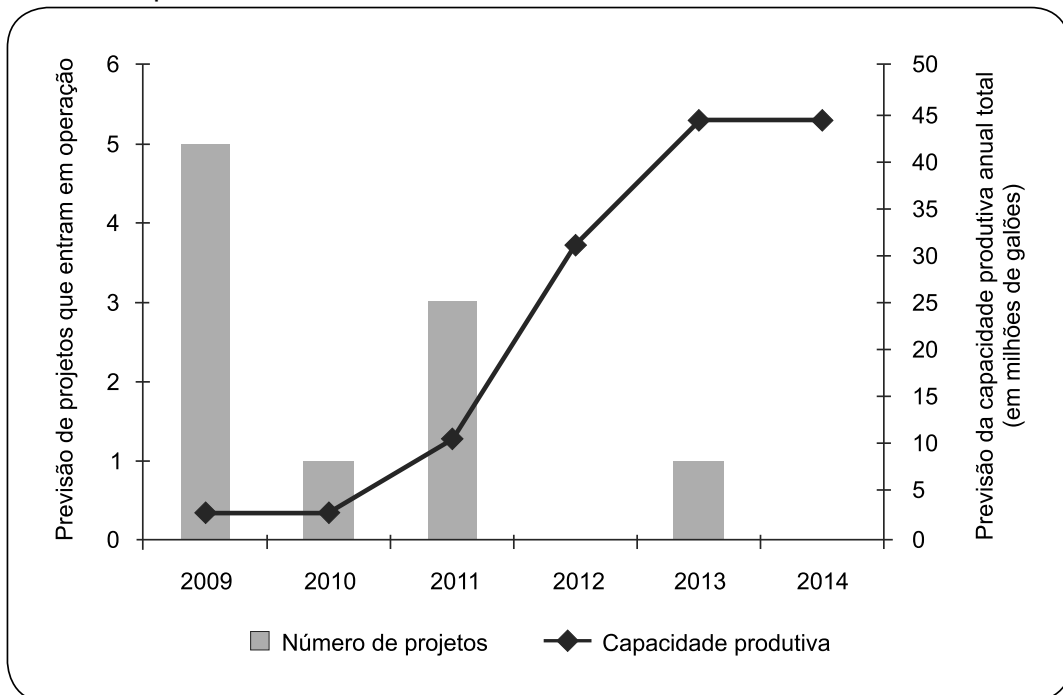
Rota de conversão	Número de projetos	%	Capacidade de produção (em milhões de galões)	%
Hidrólise enzimática	9	90	40,58	92
Hidrólise ácida	1	10	3,7	8
Gaseificação	0	0	0	0
Bioprocessos consolidados	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0
Total	10	100	44,28	100

Fontes: *Biofuels Digest Database; BioMap.*

* Para o ano de 2014.

** Anunciadas, em construção e em operação.

Gráfico 5 | Plantas de etanol celulósico na UE



Fontes: Elaboração própria, com base em *Biofuels Digest Database* e *BioMap*.

Assim como ocorre nos EUA, ainda são escassos os projetos que já entraram em operação na UE. Segundo base de dados da Biofuels Digest (2010) e da ferramenta Biomap,⁴¹ existem atualmente nove plantas de escala piloto e uma planta de demonstração na UE, com cerca de 2,6 milhões de galões de capacidade produtiva conjunta. No entanto, a Comissão Europeia estima que as plantas de demonstração em escala industrial de biocombustíveis celulósicos devam aumentar ainda em 2010. Já as biorrefinarias devem atingir o nível da demonstração em escala industrial apenas em 2015. Ao todo, o orçamento estimado pela Comissão para a realização dos objetivos da Iniciativa em Bioenergia é da ordem de € 9 bilhões para o período 2010-2020.⁴²

A coordenação em diversos planos

Para conduzir a implementação do SET-Plan, a Comissão Europeia estabeleceu um grupo diretor (Steering Group on Strategic Energy Technologies) responsável pela coordenação dos esforços de PD&I nos níveis nacional, europeu e internacional. O grupo, presidido pela própria Comissão, conta com representantes governamentais de alto escalão dos Estados-membros da UE. Suas principais atribuições passam pela elaboração de ações conjuntas de políticas e programas coordenados, pela disponibilização de recursos, pelo acompanhamento e análise da evolução do Plano, sempre tendo em vista a concretização das metas estabelecidas.

No que diz respeito à ciência e à pesquisa básica, foi criada em outubro de 2008 a European Energy Research Alliance (EERA), que reúne as principais instituições europeias de pesquisa. Desde sua criação, a EERA tem trabalhado de modo a alinhar coordenadamente suas atividades de PD&I às prioridades tecnológicas estabelecidas pelo SET-Plan. Além disso, para que os resultados dessas pesquisas se tornem uma realidade de mercado, a EERA e a Iniciativa em Bioenergia têm trabalhado para criar uma interface permanente entre suas atividades.

Especificamente sobre a pesquisa básica em bioetanol de segunda geração, Maia (2010) destaca o Projeto NEMO,⁴³ o qual congrega mais

⁴¹ Disponível em: <http://biomap.kcl.ac.uk/> >. Acesso em: 9.7.2010.

⁴² Em 2007, os gastos com PD&I em biocombustíveis para transporte foram de € 347 milhões, dos quais 77% vieram do setor privado, 19% do setor público dos Estados-membros da UE e apenas 4% da própria UE. Dados disponíveis em: <<http://setis.ec.europa.eu/mapping-overview/capacity-map/analyses/2009/report/results-on-biofuels>>. Acesso em 9.7.2010.

⁴³ Mais informações sobre o Projeto NEMO em: <<http://nemo.vtt.fi/index.htm>>. Acesso em: 9.7.2010.

de 15 instituições europeias de pesquisa em um esforço coordenado. O NEMO tem dois objetivos principais: em primeiro lugar, o projeto visa ao desenvolvimento de enzimas de alto desempenho, capazes de hidrolisar eficientemente as matérias-primas lignocelulósicas de interesse da UE; em segundo lugar, o projeto busca gerar leveduras resistentes e capazes de fermentar os açúcares de cinco e seis carbonos oriundos dos materiais lignocelulósicos.

No que tange exclusivamente ao apoio financeiro, a Comissão Europeia estima que o orçamento necessário para a realização das atividades da EERA é da ordem de € 5 bilhões para o período 2010-2020. Juntamente com os € 9 bilhões para a Iniciativa em Bioenergia, esses recursos deverão ter origem em diversas fontes, como os bancos de investimento (públicos ou privados), as agências de fomento (nacionais ou europeias), os fundos de investimento, entre outras.

A arquitetura pensada para o financiamento das diversas iniciativas ainda envolve parcerias público-privadas, especialmente entre os governos dos Estados-membros e o setor privado. Com orçamento mais limitado, a UE também deve dar sua contribuição. Nesse sentido, a principal fonte de recursos para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico é o VII Framework Programme (FP7),⁴⁴ programa que procura coordenar o financiamento de todas as iniciativas europeias de P&D. O orçamento total do FP7 é da ordem de € 50 bilhões para o período 2007-2013. Desse orçamento, € 2,35 bilhões devem ser aplicados em P&D em energia, com destaque para os combustíveis renováveis e, entre eles, para os biocombustíveis de segunda geração.⁴⁵

Além do FP7, espera-se que o Banco Europeu de Investimentos (BEI) tenha papel de destaque, tanto no que diz respeito à coordenação das iniciativas, quanto à maior oferta de recursos.⁴⁶

⁴⁴ Mais detalhes sobre o FP7 disponíveis em: <http://cordis.europa.eu/fp7/home_en.html>. Acesso em: 9.7.2010.

⁴⁵ A sistemática de apoio do FP7 envolve a convocação pública de projetos em temas específicos, dinâmica similar aos editais realizados por agências de fomento no Brasil. Mais detalhes a respeito dessa dinâmica na área dos combustíveis renováveis disponíveis em: <http://cordis.europa.eu/fp7/energy/about-fuel_en.html>. Acesso em: 9.7.2010.

⁴⁶ Essa expectativa fundamenta-se no recente desempenho do BEI. Conforme estabelecido no European Economic Recovery Plan (COM(2008)800), o BEI elevou suas metas de empréstimos no setor de energia de € 6,5 bilhões em 2008, para € 9,5 bilhões em 2009 e € 10,25 bilhões em 2010.

Em suma, as necessidades de coordenação de esforços e de volumes crescentes de investimentos em PD&I de biocombustíveis representam grande desafio à UE. Assim como ocorre com os EUA, é imperativo solucionar a questão da biomassa.

Brasil: da liderança produtiva à liderança tecnológica

Apesar de já ter demonstrado competência em PD&I de etanol de primeira geração, o Brasil tem novos desafios científicos e tecnológicos, que devem ser superados para também conquistar a eficiência produtiva do etanol celulósico.

Para enfrentar esses desafios, o país tem um importante Sistema Nacional de Inovação em Etanol (SNI-Etanol), cujas bases remontam principalmente ao Programa Nacional do Alcool (Proálcool). São muitos os autores que já descreveram esse sistema, tais como Ueki (2007), Furtado, Scandiffio & Cortez (2008) e Maia (2010). Eles são unânimes em afirmar que o SNI-Etanol foi um dos responsáveis por colocar o Brasil na vanguarda dos biocombustíveis.

Neste artigo, diferindo um pouco da metodologia dos autores já citados, optou-se pela divisão dos agentes do SNI-Etanol em três categorias. Em primeiro lugar, salienta-se o papel do governo ao criar o ambiente institucional indutor de PD&I de etanol. Para tanto, são relevantes as políticas públicas instituídas pelos diversos ministérios federais. Em segundo lugar, destacam-se os agentes que, de fato, realizam PD&I. Nessa categoria, estão as universidades, os centros de pesquisa (privados e públicos) e as empresas (privadas e públicas). Por fim, existem os atores responsáveis pelo apoio financeiro, como as agências de fomento, as fundações de amparo à pesquisa e os bancos de investimento (públicos e privados).

A seguir, serão feitas breves descrições dessas três categorias, identificando os principais atores das etapas mais importantes de produção do etanol celulósico.

Políticas públicas: o papel indutor do Estado

Ao longo dos últimos anos, o Estado brasileiro tem atuado de duas maneiras no que diz respeito a PD&I em biocombustíveis. De um lado, tem se esforçado para criar um ambiente institucional que assegure a continuidade dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação.

Por outro lado, tem atuado proativamente por meio de agências de fomento e se empenhado em criar novas instituições, além de expandir as já existentes.

Do ponto de vista institucional, duas ações merecem destaque no período recente. A primeira foi a criação, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), do Plano Nacional de Agroenergia (PNA) 2006-2010.⁴⁷ O PNA tem como um dos seus objetivos “organizar e desenvolver propostas de pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia para garantir sustentabilidade e competitividade às cadeias de agroenergia” [MAPA (2006, p. 7)]. Em outras palavras, o PNA oferece subsídios para nortear a formulação de políticas públicas destinadas ao tema.

Dentre as áreas destacadas como prioritárias pelo PNA, está a cadeia produtiva do etanol de cana-de-açúcar. Dentro do tema, três vertentes devem ser observadas: as tecnologias agrícolas (como o melhoramento genético das cultivares); as tecnologias industriais (especialmente aquelas que busquem o desenvolvimento e a eficiência dos diferentes processos de conversão); e os temas transversais (como critérios de sustentabilidade da cadeia produtiva).

Deve-se salientar ainda que, como um dos pilares para sua execução, o PNA determinou a criação da Embrapa Agroenergia, responsável maior pela coordenação e aglutinação dos esforços de PD&I no tema.

A segunda ação de grande relevância para os biocombustíveis foi a criação, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) 2007-2010.⁴⁸ Em seu Eixo III, denominado Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas, o PACTI atribui prioridade aos biocombustíveis. Fazem parte das ações prioritárias do Programa de Biocombustíveis o desenvolvimento de processos de hidrólise enzimática de materiais celulósicos e lignocelulósicos, bem como a identificação de micro-organismos com vistas à otimização da conversão da biomassa em etanol. Esse programa ainda

⁴⁷ Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PLANOS/PNA_2006_2011/PLANO%20NACIONAL%20DE%20AGROENERGIA%202006%20-%202011-%20PORTUGUES.PDF>. Acesso em: 9.7.2010.

⁴⁸ Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/66226.html>. Acesso em: 9.7.2010.

previa a consolidação da Embrapa Agroenergia e a criação de um Centro de Ciência e Tecnologia destinado ao bioetanol, fato que se materializou com o surgimento do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE).

Para guiar suas ações, o Programa de Biocombustíveis estabeleceu algumas metas, das quais talvez a mais emblemática seja o apoio ao desenvolvimento de duas plantas em escala piloto para a conversão de biomassa em etanol por meio da hidrólise enzimática. O prazo para a realização da meta termina em 2010.

Além da criação dessas institucionalidades, o MCT atua proativamente por intermédio de duas agências sob sua responsabilidade: a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Desde 2007, ambas têm divulgado editais e encomendas específicas para os mais diversos temas relacionados ao bioetanol.

O CNPq concentra-se mais no apoio à formação e ao desenvolvimento de recursos humanos. A Finep, por sua vez, tem um escopo de atuação mais abrangente. Em 2007, por exemplo, apoiou a criação do CTBE, aportando o valor total de R\$ 69 milhões. Já em 2008, concedeu apoio à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para projetos de escalonamento da produção de enzimas celulolíticas e sua utilização na hidrólise enzimática de diferentes biomassas pré-tratadas, perfazendo o total de R\$ 10 milhões. Por fim, em 2010, está concluindo a estruturação de uma Rede de Inovação em Bioetanol no âmbito do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec). O orçamento disponível é de R\$ 10 milhões e tem por finalidade apoiar projetos de inovação realizados entre o setor produtivo e os diversos centros de pesquisa.

Os realizadores de PD&I

Como visto anteriormente, muitos trabalhos descreveram, ainda que de modo não exaustivo, os atores responsáveis pela execução de PD&I de etanol no país. Merecem destaque as análises de cunho histórico, como Ueki (2007) e Furtado, Scandiffio & Cortez (2008), e as análises da dinâmica da inovação no setor, como Bomtempo (2009) e Maia (2010). Por conta disso, não se pretende aqui fazer uma nova descrição. Apoiando-se nos trabalhos citados e em entrevistas com os diretores de algumas dessas

instituições, optou-se pela construção de um quadro-resumo (Tabela 5), no qual estão relacionados os atores que realizam PD&I em etanol celulósico e os focos específicos de suas pesquisas.

Tabela 5 | Foco de instituições selecionadas que realizam PD&I de etanol de segunda geração no Brasil

Instituições	Pré-tratamento	Hidrólise		Fermentação de C5	Planta-piloto		
		Enzimática (HE)	Ácida (HA)		HA	HE	Gaseificação
CTC	X	X				X	
Dedini	X		X		X		
Novozymes		X					
CTBE	X	X		X		X	
Petrobras	X	X		X		X	
Fapesp-Bioen	X	X	X				
Rede de Hidrólise	X	X		X		X	
IPT							X

Fontes: Diversas, incluindo entrevistas com diretores de algumas dessas instituições.

Como pode ser observado, a maior parte das iniciativas está focada na pesquisa e no desenvolvimento de etapas do processo de produção do etanol celulósico. Em operação, são apenas duas as iniciativas de escalonamento integrado de todas as etapas. A Petrobras, em seu Centro de Pesquisas (Cenpes), tem planta-piloto de hidrólise enzimática que, até o momento, pode ser considerada a iniciativa mais avançada e de maior sucesso no país. Além disso, é digno de nota o planejamento de negócios da empresa para o período entre 2010 e 2014, em que estão previstos investimentos da ordem de US\$ 400 milhões em projetos de PD&I de biocombustíveis. Assim, se somarmos ao orçamento da Petrobras os recursos disponibilizados pelas iniciativas anteriores, pode-se afirmar que, dentro do período 2007-2014, serão investidos cerca de US\$ 550 milhões no desenvolvimento de novas rotas de conversão para biocombustíveis no Brasil.

O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) também tem planta-piloto de hidrólise enzimática. A Dedini, por sua vez, conta com planta-piloto

de hidrólise ácida, mas atualmente não está em operação. As demais iniciativas de escalonamento integrado ainda estão em fase de projeto ou em construção. A análise do quadro-resumo (Tabela 5), ainda que simplificada, aponta para uma concentração de esforços em atividades de pesquisa mais básica. Ao contrário do que ocorre nos EUA e na UE, apenas recentemente aumentaram as preocupações por parte do governo com o escalonamento integrado. Prova disso é a construção de uma planta de demonstração pelo CTBE, em Campinas. No entanto, o número de iniciativas ainda é ínfimo.

O apoio financeiro e a necessidade de coordenação

As instituições públicas de apoio financeiro a PD&I são inúmeras, englobando as diversas Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (as Fapes), o CNPq, os Fundos Setoriais, a Finep e o BNDES. Por terem como objetivo apoiar iniciativas que levem as novas tecnologias ao mercado, tanto o BNDES quanto a Finep são instituições que merecem destaque. Nesse sentido, a análise que se segue será fundamentada essencialmente no apoio dessas duas instituições a PD&I de etanol.

Na Tabela 6, está detalhada a carteira combinada BNDES/Finep, que contempla exclusivamente os projetos de inovação na cadeia de produção de etanol e derivados. O apoio conjunto total é de aproximadamente R\$ 415 milhões distribuídos da seguinte forma: 49,7% são provenientes do BNDES e 50,3% da Finep.

Embora as magnitudes das carteiras sejam similares, os perfis diferem significativamente. A Finep concentra o seu apoio na forma de

Tabela 6 | Carteira conjunta de projetos de P&D de BNDES e Finep (em R\$ milhões)

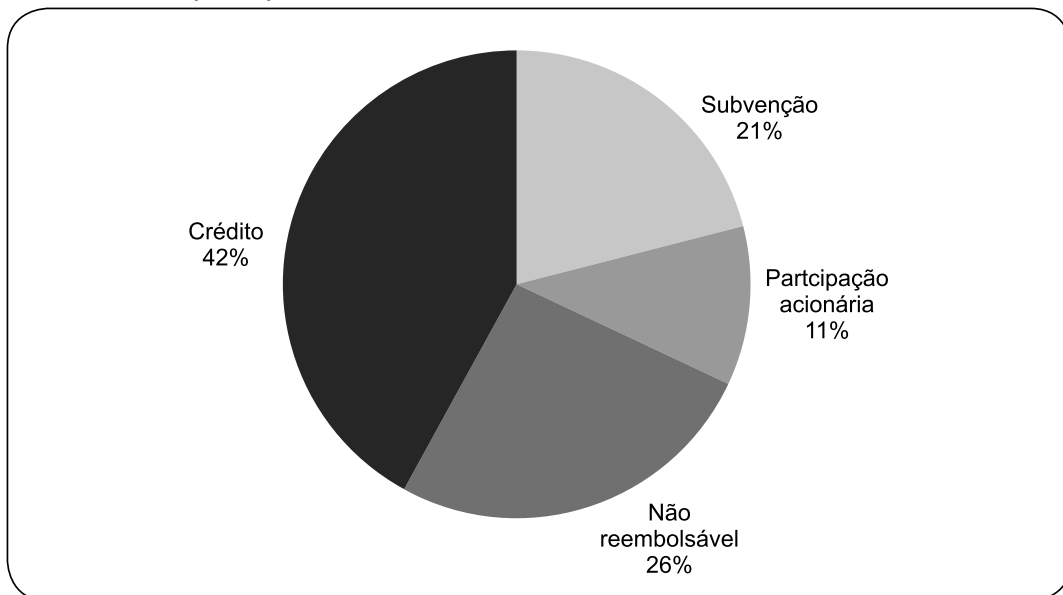
Linha	BNDES	Finep	Total
Crédito	110,4	63,4	173,8
Não reembolsável	50,8	57,1	108,0
Participação acionária	45,0	-	45,0
Subvenção	-	88,9	88,9
Total	206,2	209,4	415,7

Fontes: BNDES e Finep.

subvenção,⁴⁹ que representa 42,5% de sua carteira. Já o BNDES usa o crédito como seu principal instrumento de apoio, com 53,5% de participação em sua carteira.

A partir do Gráfico 6, pode-se observar que o crédito é individualmente o instrumento mais utilizado pelas duas instituições. Contudo, a participação conjunta da subvenção e dos recursos não reembolsáveis, ferramentas essenciais para o financiamento da inovação, é a forma mais recorrente de apoio.

Gráfico 6 | Distribuição dos projetos apoiados por BNDES e Finep (por tipo de instrumento utilizado)



Fontes: BNDES e Finep.

Para permitir uma análise da priorização dada pelas duas instituições, o apoio foi dividido em cinco macrotemas que perpassam toda a cadeia de produção do etanol e seus derivados.

- 1) Etapa agrícola: atividades de pesquisa relacionadas à produção de cana-de-açúcar, o que envolve melhoramento genético, manejo agrícola, colheita e pré-processamento da cana.

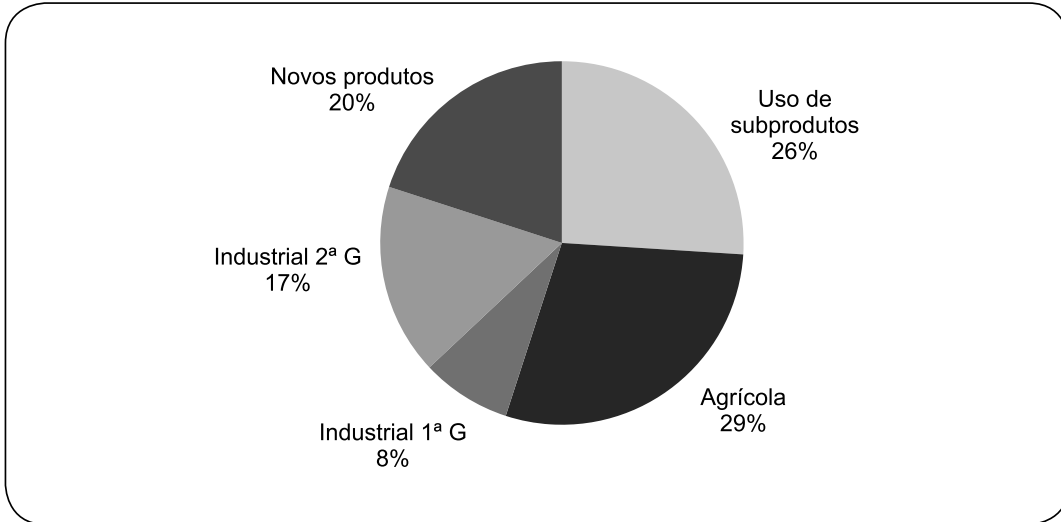
⁴⁹ A subvenção é um tipo de apoio financeiro que permite a aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas, para compartilhar com elas os custos e riscos inerentes às atividades de inovação. As subvenções têm um marco regulatório próprio, estabelecido a partir da aprovação da Lei 10.973, de 2.12.2004, regulamentada pelo Decreto 5.563, de 11.10.2005, e da Lei 11.196, de 21.11.2005, regulamentada pelo Decreto 5.798, de 7.6.2006.

- 2) Etapa industrial de produção de etanol de primeira geração: projetos de melhoria e de desenvolvimento de novos equipamentos e processos relacionados às tradicionais operações unitárias da produção do etanol.
- 3) Etapa industrial de produção de etanol de segunda geração: projetos relacionados ao aproveitamento de biomassa por meio de processo de hidrólise (enzimática e ácida) e processos físico-químicos (pirólise e gaseificação).
- 4) Novas aplicações do etanol: projetos de desenvolvimento de equipamentos, produtos e processos que utilizam o etanol como matéria-prima para outros processos ou produtos (p. ex.: alcoolquímica).
- 5) Uso de subprodutos da produção do etanol: projetos que buscam a valorização de subprodutos e/ou a mitigação de seus efeitos negativos no meio ambiente.

O Gráfico 7 mostra que a etapa agrícola é a maior receptora de recursos, com participação de 29% sobre o total da carteira combinada. Seus projetos englobam diversas dimensões, como o melhoramento genético e o desenvolvimento de novas variedades de cana, o desenvolvimento de novos equipamentos agrícolas e de novas técnicas de plantio etc. Entretanto, a etapa agrícola e a industrial de primeira geração são rotas tecnológicas amplamente dominadas pelo Brasil, cujas dinâmicas inovativas encontram-se significativamente endogeneizadas. Além disso, como já exposto, no que diz respeito exclusivamente à etapa industrial de primeira geração, há um pequeno potencial para ganhos de produtividade na produção de etanol. Não obstante, o apoio direcionado para ambos os temas representa 37% do total, mais que o dobro do destinado a projetos industriais de segunda geração, os quais apresentam grande potencial para aumento de produtividade.

Neste ponto da discussão, é importante fazer uma breve digressão sobre a situação brasileira referente à biomassa. Ao contrário do que ocorre em outros países, o Brasil já tem uma matéria-prima “vencedora”: a cana-de-açúcar. Além de ser a mais competitiva no tocante ao etanol de primeira geração, o bagaço e a palha da cana também surgem como os insumos mais promissores para o etanol de segunda geração. O bagaço já é matéria-prima disponível na usina, o que significa menos gastos com logística de coleta, transporte e armazenagem. A questão da palha merece

Gráfico 7 | Distribuição dos projetos apoiados por BNDES e Finep (por macrotema de pesquisa)

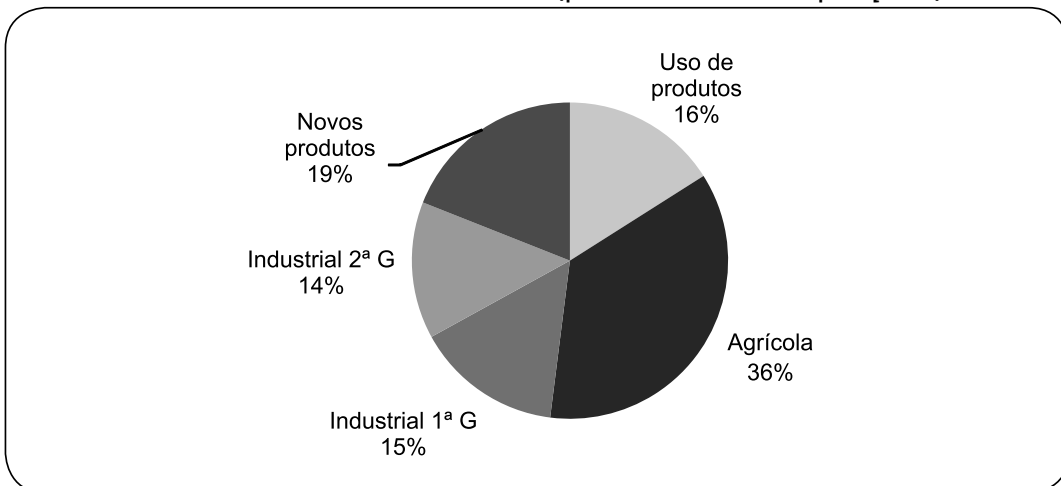


Fontes: BNDES e Finep.

mais atenção, já que boa parte permanece no campo, servindo de forragem para o solo. Contudo, como argumentado, o processo de PD&I agrícola é bem desenvolvido no Brasil, recebendo boa parte dos recursos federais.

Quando considerados apenas os apoios na forma de subvenção e recursos não reembolsáveis, mecanismos cuja capacidade de fomento tecnológico é vital para alavancar projetos de grande risco, a situação descrita fica ainda mais evidente. O apoio à etapa industrial de segunda geração é ainda menor que o apoio à de primeira geração (Gráfico 8).

Gráfico 8 | Distribuição dos projetos apoiados por BNDES e Finep com recursos não reembolsáveis (por macrotema de pesquisa)



Fontes: BNDES e Finep.

Com relação aos novos produtos, apesar de apresentarem maior participação que os projetos industriais de segunda geração, ainda representam pouco mais que o aproveitamento de resíduos industriais da primeira, como a vinhaça e as leveduras. Em relação ao apoio para etapa agrícola, projetos de novos produtos recebem uma parcela bem inferior dos recursos.

Em suma, constata-se que as etapas que mais necessitam de fomento estão justamente entre aquelas que recebem menos apoio financeiro. Significa dizer que as rotas aqui consideradas de maior potencial econômico e maior desafio tecnológico não têm se traduzido como prioridade na atual carteira de projetos das principais agências federais de fomento à inovação no setor sucroenergético.

Entre as causas desse quadro, é possível afirmar que os principais determinantes são os seguintes.

- 1) Rota tecnológica corrente mais organizada: em vista da maturidade da rota atual, com maior número de pesquisadores e empresas inovadoras, a tendência é que os projetos a ela dedicados tenham maior capacidade de aproveitar as oportunidades de apoio federal à inovação.
- 2) Baixo número de inovadores nas novas rotas: ao contrário do fator anterior, em razão da quase inexistência de empresas inovadoras nas novas rotas, há baixa recepção de projetos pela Finep e pelo BNDES.

Além disso, há o problema da pulverização de recursos. A existência de diversos mecanismos de apoio e de guichês de entrada de pedidos de financiamento dificulta a coordenação e induz a uma multiplicidade de projetos apoiados. Nesse contexto, é necessária a construção de um novo modelo de apoio financeiro que seja capaz de coordenar as ações das agências de fomento, bem como focar esse apoio e estimular PD&I em temas considerados mais promissores.

Novo modelo brasileiro de apoio a PD&I no setor sucroenergético

A análise das características dos programas de apoio ao desenvolvimento tecnológico de biocombustíveis de EUA e UE demonstra clara-

mente a corrida tecnológica em curso. O objetivo desta seção é avaliar a capacidade do esforço brasileiro para fazer frente a tais iniciativas e, a partir desse diagnóstico, propor um novo modelo de atuação do governo federal, em especial, para suas principais agências de fomento para PD&I, quais sejam, BNDES e Finep.

Diagnóstico comparado das iniciativas europeias, norte-americanas e brasileiras

As discussões até aqui permitem concluir que, apesar da multiplicidade de ações governamentais, o programa europeu de apoio às novas tecnologias de conversão de biocombustíveis tem algumas características marcantes. Em primeiro lugar, apesar de todo o esforço de coordenação europeu, a autonomia dos estados partícipes da UE dificulta a implementação das políticas definidas em nível federativo. Evidência disso é o fato de o cronograma para criação de instrumentos nacionais para atendimento da meta de adição de 5,75%, em conteúdo energético, de biocombustíveis no setor de transportes, originalmente marcado para junho de 2010, ter sido postergado para o final do ano.

Ainda com relação à UE, outra característica marcante é o significativo volume de recursos direcionados a PD&I em biocombustíveis. Segundo IEA (2010), entre 2007 e 2013, serão investidos cerca de US\$ 2,5 bilhões. Tal volume, contudo, terá como destino não só o desenvolvimento de etanol celulósico. Em razão da maior participação do diesel na matriz energética europeia, o desenvolvimento de novas matérias-primas e de novas rotas de conversão para biodiesel receberá apoio igualmente importante. Ademais, em razão da inexistência de matéria-prima de baixo custo, boa parte do esforço de pesquisa se dará na identificação de uma biomassa que minimize os custos de produção, de transporte e da conversão industrial dos biocombustíveis (Tabela 7).

O resultado de todo esse esforço, no entanto, ainda não pode ser comemorado. Até o momento, há apenas uma planta em operação na UE que pode ser considerada de escala demonstrativa, enquanto existem nove plantas em escala piloto.

Ao contrário do que ocorre na UE, no programa dos EUA a capacidade de coordenação é notadamente mais eficiente, não apenas em razão dos mecanismos de controle federais, criados para gerir as diversas iniciativas

Tabela 7 | Matérias-primas selecionadas em vários países para a conversão em biocombustível de segunda geração

País	Madeira			Resíduos agrícolas					Outros						
	Lascas de madeiras	Resíduos de madeira	Resíduos florestais	Frações de madeira	Madeira (Outros)	Palha	Cana-de-açúcar	Resíduos do milho	Combinações	Culturas energéticas	Culturas de madeira de curta rotação	Resíduos sólidos municipais	Lipídios	Multi matérias-primas	Capim-elefante
Áustria	x														
Dinamarca						x			x					x	
Finlândia			x		x					x					x
França															x
Alemanha		x			x										
Itália			x											x	
Holanda															x
Noruega	x														x
Espanha						x									
Suécia	x													x	x
Reino Unido															x
China						x		x							
Índia									x						
Japão		x													
Nova Zelândia															
Tailândia							x								
Canadá	x	x				x		x				x			
EUA	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Brasil							x								x

Fonte: Adaptado de Murphy (2010).

de apoio a PD&I em biocombustíveis, mas, sobretudo, pela maior capacidade de influência do governo federal sobre o país.

Por outro lado, tal como o apoio governamental europeu, o esforço norte-americano notabiliza-se pelo elevado volume de recursos aportados para o desenvolvimento tecnológico de biocombustíveis. Segundo estimativas do DOE (2010), foram investidos, entre 2000 e 2009, cerca de US\$ 2,1 bilhões no desenvolvimento de novas tecnologias em bioenergia. Tal como na UE, boa parte dos recursos também será carregada para o

desenvolvimento da produção agrícola, de transporte e pré-tratamento de biomassas que minimizem o custo da conversão industrial de biocombustíveis que, no caso norte-americano, estará mais concentrado no etanol celulósico.⁵⁰

Assim como no caso europeu, os resultados do apoio governamental ainda não produziram os efeitos esperados. Das nove plantas em operação nos EUA, nenhuma delas está acima da escala piloto.

O esforço brasileiro, ao contrário dos analisados anteriormente, é o que apresenta menor capacidade de coordenação. Conforme discutido, a multiplicidade de fontes públicas de fomento e de instituições de pesquisa implica um quadro em que predominam a pulverização de recursos e a concentração do apoio em linhas de pesquisa já maduras, em detrimento dos projetos de pesquisa nas novas rotas de conversão de biocombustíveis, notadamente mais promissoras do ponto de vista econômico-ambiental.

Além disso, outra característica do programa brasileiro é a relativamente pequena monta de recursos, quando comparado às iniciativas dos EUA e da UE. Mesmo quando se agregam as diversas iniciativas em curso no Brasil, os recursos destinados às novas rotas de conversão de biocombustíveis alcançam US\$ 550 milhões.

Em razão da existência de uma biomassa de baixo custo, cuja experiência produtiva é secular – ao contrário do que ocorre na UE e nos EUA –, o Brasil não necessita concentrar recursos para o desenvolvimento de biomassas economicamente viáveis para a produção do etanol de segunda geração. Ademais, o país também tem a vantagem de já ter formado uma ampla rede de distribuição de etanol, facilitando o uso do produto. A forte tendência na venda de carros *flex fuel*, motivada pela possibilidade de opção entre etanol e gasolina, é outra evidência de que há uma cultura de uso do produto no país, vantagem não disponível nos EUA e na UE. Em razão desse desafio menos amplo, ainda que com recursos menores, é possível alcançar resultados importantes.

De qualquer forma, os resultados alcançados até agora pelo Brasil são ainda menos significativos do que os vistos nas experiências analisadas.

⁵⁰ Cabe salientar que tais recursos serão aplicados em uma variedade de iniciativas, desde biocombustíveis, particularmente etanol, até o aproveitamento de resíduos de lixo municipal.

Até o momento, apenas duas plantas estão em operação aqui, ambas em escala piloto. A Tabela 8 resume as principais características de cada um dos programas aqui discutidos.

Tabela 8 | Diagnóstico comparado das iniciativas de EUA, UE e Brasil

Programa	Capacidade de coordenação	Volume de recursos	Principais desafios tecnológicos	Unidades em operação
EUA	Alta	Alto	Biomassa e conversão industrial	9 plantas-piloto
UE	Média	Alto	Biomassa e conversão industrial	9 plantas-piloto e 1 demonstração
Brasil	Baixa	Baixo	Conversão industrial	2 plantas-piloto

Fonte: Elaboração própria.

Enfim, poderíamos concluir que, apesar da maior capacidade de articulação e da disponibilidade de recursos financeiros dos EUA e da UE, tais vantagens não se reverteram, até o momento, em resultados significativos. Assim, é possível afirmar que o certame acima diagnosticado ainda está em aberto e, se o Brasil voltar-se para a superação de suas fraquezas, há um bom espaço para ser mais bem-sucedido, sobretudo porque, diferentemente daqueles, aqui a questão da economicidade da biomassa para as novas rotas de conversão está mais bem equacionada.

Sugestões para um novo modelo de apoio a PD&I no Brasil

Conforme discutido, o melhor posicionamento quanto à disponibilidade de biomassa a baixo custo confere uma vantagem competitiva ao Brasil que, uma vez aliada a um apoio mais eficiente para o desenvolvimento das novas técnicas de conversão, poderia levar o país a ser o pioneiro na produção de etanol celulósico e outros biocombustíveis avançados.

Contudo, para que tal cenário se concretize, o atual modelo de apoio das agências federais a PD&I de biocombustíveis precisa ser aperfeiçoado. Dentre os principais pontos de alteração, destacam-se: i) aumento da disponibilidade e previsibilidade de recursos; ii) maior focalização em

projetos de biocombustíveis avançados; iii) melhor coordenação das agências de fomento federais; e iv) construção de um modelo de fomento coordenado.

Com relação ao primeiro aspecto, de forma a fazer frente às iniciativas de EUA e UE, é necessário não só aumentar a escala de recursos disponíveis como também proporcionar mais previsibilidade aos possíveis beneficiários. A maior disponibilidade se justifica na medida em que, para que as novas tecnologias de conversão sejam testadas, é preciso conhecer, em escala real, os desafios técnicos e econômicos a serem vencidos, o que, por sua vez, exigirá o apoio a projetos de escalonamento industrial, que notadamente demandam maiores investimentos.

Por outro lado, por se tratar de empreendimentos de longo prazo e elevada incerteza, os investimentos em novas tecnologias naturalmente se tornam menos atraentes para boa parte dos investidores. Tal situação se agrava ainda mais quando o apoio governamental oferecido não tem continuidade a médio e longo prazos, o que ajuda a inibir ainda mais os possíveis inovadores. Desse modo, além da maior disponibilidade de recursos, é fundamental que o apoio governamental garanta uma disponibilidade futura de recursos, de forma a dar mais segurança em relação à continuidade do apoio.

Outro ponto importante é a questão da focalização. Conforme já discutido, a capacidade de aumento de produtividade das rotas convencionais de produção de biocombustíveis, sobretudo de etanol, está praticamente esgotada. Seria oportuno, então, que as rotas mais promissoras, em especial o etanol celulósico e novos produtos a partir da biomassa canavieira, fossem priorizadas, de forma a aumentar os retornos econômicos, sociais e ambientais dos fundos públicos federais de apoio a PD&I.

A melhoria da eficiência da aplicação dos recursos também passa por uma melhor coordenação das agências federais responsáveis pela aplicação desses recursos. No modelo atual, BNDES e Finep têm agendas próprias de apoio ao desenvolvimento tecnológico do setor, com prioridades distintas. Assim, é de fundamental importância a revisão desse modelo, de maneira a permitir que os recursos sejam aplicados de forma concatenada. Isso evitaria duplicidade de esforços e pulverização dos recursos, assim como permitiria o aparecimento de sinergias entre os projetos de PD&I apresentados às respectivas agências de fomento.

Finalmente, é preciso salientar que todo esse esforço seria perdido se não houvesse um empenho para melhorar a qualidade dos projetos apresentados. No modelo de editais de projetos, muitas vezes não há tempo para a elaboração de propostas mais bem organizadas – seja do ponto de vista da coordenação entre grupos de pesquisadores, que potencialmente poderiam associar-se em torno de uma única proposta, seja pela incapacidade de se negociar, com investidores privados, compromissos com o posterior investimento no escalonamento industrial e na capacitação comercial para levar a mercado as tecnologias desenvolvidas.

Conclusão

Este artigo procurou mapear e avaliar as principais iniciativas do governo brasileiro no que diz respeito a PD&I de biocombustíveis de segunda geração, sempre tendo como pano de fundo a comparação com os principais esforços em andamento nos EUA e na UE.

Pela sua compatibilidade com o sistema veicular atual, os biocombustíveis apresentam significativo potencial no combate ao aquecimento global. Contudo, para que os efeitos positivos gerados na redução dos GEE não sejam compensados por possíveis impactos negativos, como a maior pressão sobre a cobertura florestal nativa ou mesmo o aumento do preço dos alimentos, é necessário que novas técnicas sejam desenvolvidas para que se aumente a eficiência da produção dos biocombustíveis.

Em razão disso, está em curso uma corrida tecnológica internacional para o desenvolvimento de novas rotas de conversão mais produtivas e, assim, poupadoras de recursos naturais. Dentre tais rotas, destacam-se aquelas capazes de utilizar resíduos lignocelulósicos para produção de etanol e aquelas que geram combustíveis com maior conteúdo energético a partir das matérias-primas correntemente utilizadas.

Os EUA e a UE sobressaem pela enorme alocação de investimento público para o desenvolvimento dessas novas tecnologias. Ao todo, estima-se que, entre 2000 e 2013, os programas europeus e norte-americanos destinarão cerca de US\$ 5 bilhões para PD&I em biocombustíveis. Os resultados alcançados até o momento, contudo, são pouco significativos, pois das 18 plantas em operação em ambas as regiões, apenas uma pode ser considerada em escala acima da piloto.

O Brasil, por outro lado, apresenta orçamento bem mais tímido e, além disso, sua capacidade de coordenar a aplicação dos recursos necessita de aprimoramento. Apesar disso, ao contrário dos EUA e da UE e em razão da produtividade agrícola da cana-de-açúcar, o país não tem como desafio a identificação de uma biomassa economicamente competitiva, exigindo menor monta de investimentos. A rede de postos de serviços e a cultura de uso do etanol são outros pontos favoráveis ao país.

A análise comparada da atual corrida tecnológica mostra que, superadas suas principais fraquezas, o esforço brasileiro pode ser mais bem-sucedido. Dadas as vantagens oferecidas pela biomassa da cana-de-açúcar, esse esforço pode ultrapassar os programas europeus e norte-americanos que, apesar do considerável volume de recursos investidos, ainda têm pouco a comemorar quanto a tecnologias efetivamente desenvolvidas.

Enfim, como este artigo procurou demonstrar, por meio de um programa de fomento coordenado, o Brasil tem mais chances de desenvolver o etanol de segunda geração e ainda avançar em outras três vertentes: o uso da cana-de-açúcar como matéria-prima para produtos de maior valor agregado; a valorização dos subprodutos da cana, especialmente a palha e o bagaço; e o desenvolvimento de novas aplicações para o etanol, como insumo para indústrias e processos.

Referências

BASTOS, V. D. Etanol, álcoolquímica e biorrefinarias. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-38, mar. 2007.

BOMTEMPO, J. *Documento setorial: biocombustíveis*. Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil (PIB). Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando a substituição parcial da gasolina no mundo – Fase 2*. Campinas: Nipe/Unicamp, 2007.

CHAGAS, A. L. S.; TONETO JUNIOR, R.; AZZONI, C. R. Teremos que trocar energia por comida? Análise do impacto da expansão da produção de cana-de-açúcar sobre o preço da terra e dos alimentos. *Revista Economia*, Campinas, 2009.

DOE – US DEPARTMENT OF ENERGY. *Biomass Multi-Year Program Plan*, 2010.

FEA-USP. Uso da terra e expansão da cana-de-açúcar no Brasil. *O Boletim Sucroalcooleiro*. Ribeirão Preto: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, v. 1, n. 1, p. 4-5, out. 2009.

FURTADO, A. T. *et al.* *Innovation system in the Brazilian cane agroindustry*. Paper presented in the IV Globelics Conference at Mexico City. Sept. 22-24, 2008.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *International Energy Outlook*. World Energy Outlook, 2008.

———. *International Energy Outlook*. World Energy Outlook, 2009.

———. *Sustainable production of the second generation biofuels. Potential and perspectives in major economies and the developing*, 2010.

LICHT, F. O. *World Ethanol Biofuel Report*, v. 8, n. 18, 2010.

MAIA, B. A. A. *Política de inovação do etanol celulósico*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro: Instituto de Economia, 2010.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano Anual de Agroenergia*, 2006.

MURPHY, J. *Feedstock trends in the advanced biofuels industry*. St. Louis: trabalho apresentado em Fuel Ethanol Workshop, jun. 2010.

NOGUEIRA, L. A. H. *Bioetanol de cana-de-açúcar. Energia para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: BNDES e CGEE (orgs.), 2008.

OLIVETTE, M. P. de A.; NACHILUK, K.; FRANCISCO, V. L. F. dos S. Análise comparativa da área plantada com cana-de-açúcar frente aos principais grupos de culturas nos municípios paulistas, 1996-2008. *Informações Econômicas*, v. 40, n. 2, p. 42-59, 2010.

ROSA, S. E. S. O debate recente sobre o pico da produção do petróleo. *Revista do BNDES*, n. 28, p. 171-200, dez. 2007.

ROSA, S. E. S.; GARCIA, J. L. F. O etanol de segunda geração: Limites e oportunidades. *Revista do BNDES*, n. 32, p. 117-156, dez. 2009.

UEKI, Y. *Industrial development and the innovation system of the ethanol sector in Brazil*. Institute of Developing Economies, 2007.

Sites consultados

www1.eere.energy.gov
www.eia.doe.gov
www.brdisolutions.com
www.ers.usda.gov
www.usda.gov
www.epa.gov
www1.eere.energy.gov
www.energy.gov
www.whitehouse.gov
www.setis.ec.europa.eu
www.biomap.kcl.ac.uk/
www.setis.ec.europa.eu
www.nemo.vtt.fi
www.cordis.europa.eu
www.www.agricultura.gov.br

Entrevistas

Elba P. S. Bom – UFRJ, Centro Tecnológico, maio de 2010.
Jaime Fingerut – CTC, maio de 2010.
José Luiz Olivério – Dedini Indústria de Base, maio de 2010.
Luis Mendonça Frutuso - Petrobras, maio de 2010.
Marcos Silveira Buckeridge – CTBE, maio de 2010.
Maria Cristina Espinheira Saba – Petrobras, maio de 2010.
Ney Serrão Vieira Junior – Petrobras, maio de 2010.

Panorama de mercado: painéis de madeira

André Biazus
André Barros da Hora
Bruno Gomes Pereira Leite*

Resumo

Os painéis de madeira são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes estágios de desagregação que, aglutinadas pela ação de pressão, de temperatura e da utilização de resinas, são novamente agregadas visando à manufatura. A principal vantagem desse tipo de produto é a aplicação como substituto da escassa e encarecida madeira maciça em diferentes usos, como na fabricação de móveis, portas, pisos e rodapés. O mercado brasileiro de painéis de madeira está em processo de consolidação e apresenta grande dinamismo, sobretudo no segmento de MDF, cujo consumo cresce a taxas bastante acima da taxa média de crescimento do setor. Se, de um lado, o cenário promissor propiciou investimentos sucessivos em aumento de capacidade instalada nos últimos anos, de outro fortaleceu o setor de painéis de madeira em detrimento da pulverizada indústria moveleira.

* Respectivamente, chefe, gerente e economista do Departamento de Indústria de Papel e Celulose da Área de Insumos Básicos do BNDES.

Introdução

O setor de painéis de madeira brasileiro apresenta grande dinamismo, reflexo da inequívoca competitividade do setor florestal brasileiro e da qualidade e da ampla aceitação do produto nacional no mercado doméstico. Nesse contexto, o apoio financeiro do BNDES na implantação, na modernização e no aumento de escala, bem como nos plantios florestais, vem se mostrando importante, o que aumenta a relevância do bom entendimento acerca dos mecanismos que movem o setor.

O presente trabalho foi dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. A segunda seção trata da caracterização técnica do setor, incluindo produtos, processos de fabricação e aspectos inerentes ao mercado e à competitividade do setor. Em seguida, apresenta-se uma análise do mercado mundial, na terceira seção, e do mercado nacional, na quarta seção. Na quinta seção, realizam-se as perspectivas para o setor, considerando-se dois cenários: um referencial, com base nas expectativas da associação de classe do setor, e outro um pouco mais conservador.

Caracterização técnica

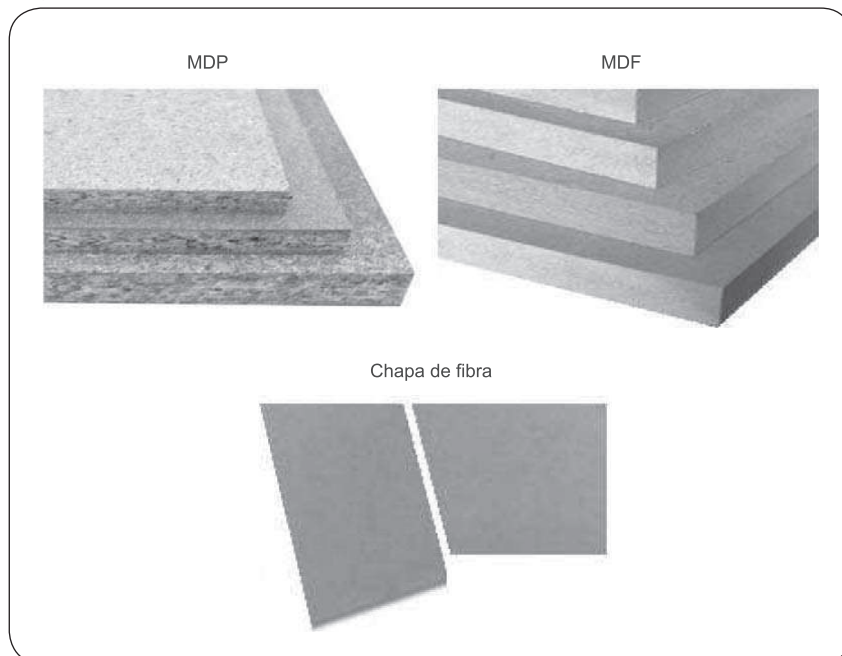
Introdução

Os painéis de madeira são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes estágios de desagregação que, aglutinadas pela ação de pressão, de temperatura e da utilização de resinas, são novamente agregadas visando à manufatura. A principal vantagem desse tipo de produto é a aplicação como substituto da escassa e encarecida madeira maciça em diferentes usos, como na fabricação de móveis, portas, pisos e rodapés.

Os painéis de madeira podem ser divididos em dois tipos: os *painéis de madeira reconstituída* e os *painéis de madeira processada mecanicamente*.

Os painéis de madeira reconstituída (Figura 1) passaram a ter seu consumo largamente incrementado no Brasil a partir da década de 1990 e são fabricados com base no processamento químico da madeira, que passa por diferentes processos de desagregação. Os principais tipos de painéis de madeira reconstituída são o *medium density particleboard* (MDP), o *medium density fiberboard* (MDF) e correlatos como o *high density fiberboard* (HDF) e o *super density fiberboard* (SDF) e as chapas de fibra.

Figura 1 | Painéis de madeira reconstituída



Fonte: BNDES.

O MDP é o painel mais consumido no mundo, sendo utilizado na fabricação de móveis retilíneos (tampos de mesas, laterais de armários, estantes e divisórias) e, de forma secundária, na construção civil.

Também muito utilizado na fabricação de móveis, o MDF leva alguma vantagem sobre o MDP por causa de características mecânicas específicas que o aproximam da madeira maciça, como consistência, boa estabilidade dimensional e grande capacidade de usinagem. Em menor escala, há a aplicação na construção civil, como piso, rodapé e batente, entre outros.

Apesar das diferenças na aplicação, os processos de produção do MDP e do MDF são similares, como se vê nas Figuras 2 e 3.

Com o menor consumo mundial, a chapa de fibra é utilizada particularmente na fabricação de móveis, sobretudo em fundos de gavetas e de armários. Porém, a tendência é de que, ao longo do tempo, seja substituída pelo HDF, produto obtido pelo mesmo processo de fabricação do MDF, embora com alta densidade e maior valor agregado, graças ao refinamento das fibras utilizadas.

Figura 2 | Processo de fabricação do MDP



Fonte: BNDES.

Os painéis de madeira reconstituída podem, ainda, ser comercializados sem revestimento ou revestidos. O revestimento pode ser aplicado em ambas as faces e apresentam-se em três diferentes tipos: baixa pressão (BP),¹ *finish foil* (FF)² e lâmina de madeira (LM).³

No Brasil, a indústria de painéis de madeira reconstituída utiliza somente madeira oriunda de florestas plantadas. Conforme dados da Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (Abipa), responde por cerca de 500 mil hectares plantados de pínus e eucalipto e emprega cerca de 5.500 funcionários diretamente e 25 mil indiretamente.

¹ Consiste na fundição ao painel de uma folha de papel especial impregnada com resina melamínica pela ação de temperatura e pressão.

² Consiste na colagem de uma película de papel ao painel.

³ Consiste em revestir o painel com uma lâmina de madeira natural.

Figura 3 | Processo de fabricação do MDF



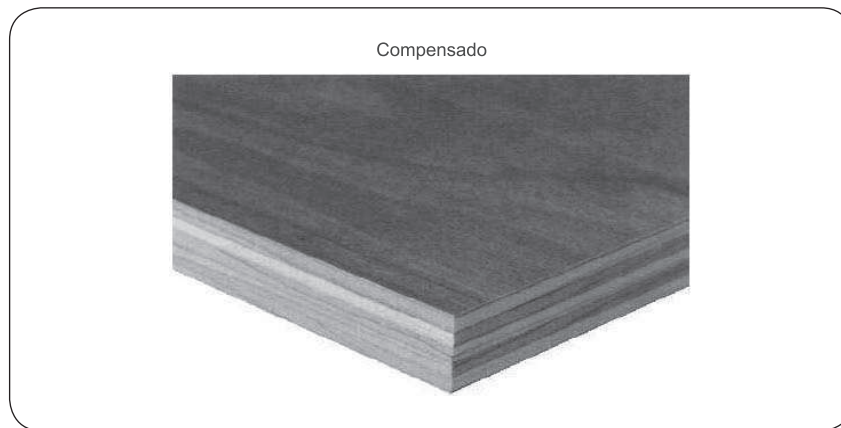
Fonte: BNDES.

Na outra vertente, os painéis de madeira processada mecanicamente (Figura 4) são formados por camadas de lâminas ou sarrafos de madeira maciça e representados principalmente pelos compensados, cuja utilização segue a aplicação dos demais materiais, servindo tanto à indústria de móveis quanto à construção civil. No Brasil, essa indústria utiliza madeira no processo produtivo tanto de florestas plantadas (sobretudo de pínus e situadas na Região Sul) quanto de florestas nativas (principalmente na Região Norte).

Mercado

A indústria de painéis de madeira caracteriza-se por ter baixas barreiras à entrada, dado que os valores de investimento são relativamente baixos para os padrões de uma indústria intensiva em capital. Da mesma forma, não existem patentes que limitem a utilização de tecnologias de fabricação por um novo entrante, uma vez que o componente tecnológico se encontra nas máquinas e equipamentos necessários ao processo

Figura 4 | Painel de madeira processada mecanicamente



Fonte: BNDES.

produtivo.⁴ Entretanto, a madeira, principal matéria-prima, constitui um diferencial de competitividade e potencial barreira à entrada.

A indisponibilidade de terras e a subutilização de tecnologia de ponta no segmento florestal, mais do que diminuir a competitividade, seja pelo elevado valor da terra, pela baixa produtividade da árvore ou pela dificuldade logística de suprimento e fornecimento, podem inviabilizar estrategicamente um projeto, uma vez que parte importante das empresas no país estrutura seu negócio com base na integração da cadeia, buscando formar sua base florestal num raio médio não superior a 150 km da unidade industrial, geralmente situada nas proximidades do mercado consumidor. Nesse sentido, embora as especificidades de cada projeto devam ser levadas em consideração, a percepção é de que a proximidade da unidade industrial em relação a sua base florestal é mais relevante à competitividade do que a proximidade do mercado consumidor, por causa da maior sensibilidade dos produtos de menor valor agregado (nesse caso, a madeira) ao custo de frete. Não menos importante, é comum nos projetos a propriedade de viveiros e laboratórios, em que se possibilitam a autossuficiência de mudas para o replantio e a adaptação de características genéticas às condições locais.

Dois outros pontos merecem destaque: (i) a integração com a produção de resina (ver processo produtivo nas Figuras 2 e 3), segundo insumo em

⁴ Não há restrições ao acesso a equipamentos fabricados, por exemplo, pela Siempelkamp ou pela Metso, grandes fornecedoras da indústria brasileira de painéis de madeira.

importância, sobretudo com o aumento do porte dos novos projetos no setor de painéis; e (ii) a conciliação da fabricação de painéis como o MDP e o MDF em uma mesma planta, otimizando a produção em decorrência de complementaridade nos processos de fabricação.

No Brasil, uma nova fábrica de painel de madeira reconstituída típica e sem linha de revestimento tem capacidade entre 350 mil e 500 mil m³/ano e demanda investimentos de cerca de R\$ 250-350 milhões, mas existem projetos de fábricas de até um milhão de m³/ano e linhas de revestimento agregadas. Para uma fábrica de 500 mil m³/ano, alimentada com eucalipto, com incremento médio anual (IMA) de 40 m³/ha ano e idade de corte de sete anos, estima-se necessidade de área mínima de floresta plantada entre 15 mil e 20 mil ha.

A estrutura produtiva da *indústria de painéis de madeira reconstituída é concentrada* e a sua capacidade instalada está dividida entre seis empresas principais. A maior delas é a Duratex, com cerca de 44% da capacidade nominal instalada no Brasil em 2008.

Por sua vez, a indústria de *painéis de madeira processada mecanicamente é bastante pulverizada*. O segmento de compensados é formado por grande número de empresas, divididas em dois grupos: (i) Região Norte, com especialização na fabricação de compensados de madeira tropical de florestas nativas; e (ii) Região Sul, com utilização de madeira de florestas plantadas, principalmente de pínus.

Competitividade

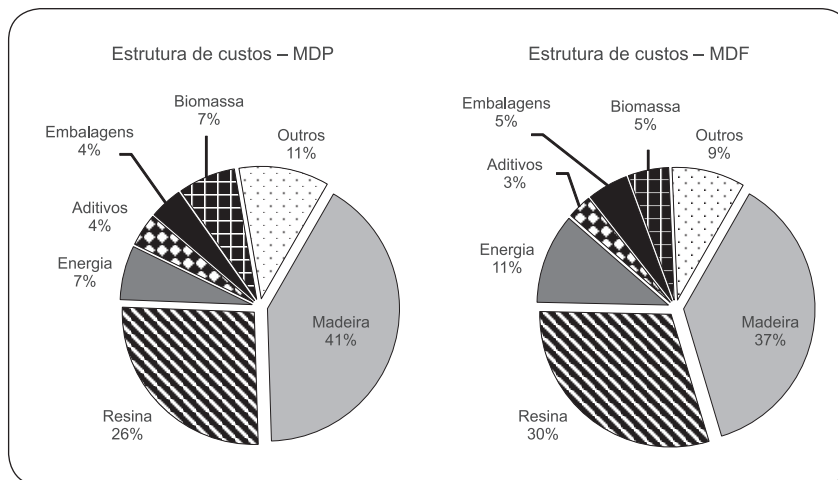
O parque industrial brasileiro é um dos mais avançados do mundo. Os investimentos em modernização das linhas ora existentes de MDP e na implantação das linhas de MDF, desde a década de 1990, foram marcados pelo uso das prensas contínuas, no lugar das prensas de prato ou cíclicas. As prensas contínuas permitem a obtenção de menores custos de produção, uma vez que operam com menor consumo de matéria-prima, menor índice de perdas no processo de lixamento e menor número de empregados, além de consumirem menos energia.

A modernização e a ampliação de capacidade também permitiram às fábricas aumentar a sua flexibilidade operacional, com a fabricação de chapas em diferentes dimensões e espessuras.

A preocupação das empresas no sentido de que melhorias operacionais reduzam custos e aumentem a competitividade dos produtos é outra característica a ser destacada, pois gera melhoria contínua no processo produtivo (ganhos de qualidade) e nos resultados operacionais das empresas (ganhos financeiros), na tentativa de manter margens satisfatórias mesmo em períodos de retração da demanda.

Quanto aos custos de produção, os principais insumos utilizados na fabricação dos painéis de madeira reconstituída são a madeira e as resinas (Gráfico 1). Como no processo de fabricação do MDF são utilizadas fibras de madeira e não partículas, como no MDP, consomem-se mais madeira e mais resina que no processo de fabricação do MDP. Em média, no Brasil, necessita-se de cerca de 30% mais estéreos⁵ de madeira na fabricação do MDF do que na fabricação do MDP, o que se reflete, historicamente, em custos de produção do MDF cerca de 30% superiores aos custos de produção do MDP.

Gráfico 1 | Estrutura de custos dos painéis de madeira reconstituída⁶



Fonte: Empresas.

⁵ Para fins de comercialização, um metro estéreo de madeira é uma pilha de dimensões de 1,0m x 1,0m x 1,0m de toras de madeira. Para transformar o metro estéreo em metro cúbico, calcula-se o fator de conversão, denominado fator de empilhamento, entre 0,6 m³ e 0,7 m³. Esse fator varia de acordo com a forma das árvores e o comprimento das toras empilhadas.

⁶ Produto não revestido.

Para efeito de comparação, na fabricação de um metro cúbico de MDF são necessários cerca de 2,9 metros estéreos de madeira de pínus sem casca, enquanto para o MDP essa proporção é de 1:2,2. Quando utilizada a madeira de eucalipto sem casca, a relação é de 1:2,6 para o MDF e de 1:2,0 para o MDP. Apesar do maior consumo na fabricação com base no pínus, as características do painel sem revestimento com essa madeira são melhores, como a cor mais clara e a menor absorção de tinta.

Mercado mundial

Introdução

A indústria mundial de painéis de madeira apresentou faturamento em 2008 de cerca de US\$ 98,3 bilhões (Tabela 1), sendo US\$ 57,9 bilhões representados pelos painéis de madeira reconstituída e US\$ 40,3 bilhões pelos painéis de madeira processada mecanicamente. O comércio mundial atingiu cerca de um terço da produção mundial, com destaque para a Europa, líder tanto nas exportações quanto nas importações.

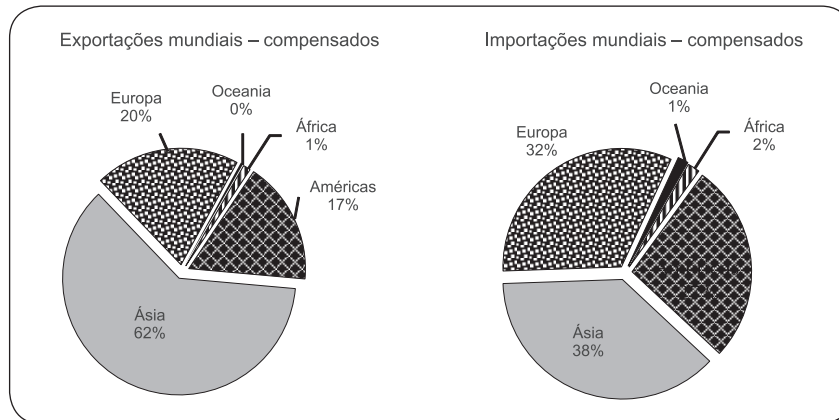
Tabela 1 | Preço médio e faturamento da indústria de painéis de madeira (2008)

Preço/ faturamento	Painéis de madeira				Total
	Reconstituída			Processada mecanicamente	
	MDP	MDF	Chapa dura	Compensado	
Preço médio (US\$/m³)	303,1	360,0	680,9	521,6	466,4
Faturamento (US\$ bilhões)	31,4	20,6	5,9	40,3	98,3

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados de FAO, Abipa e Abimci.

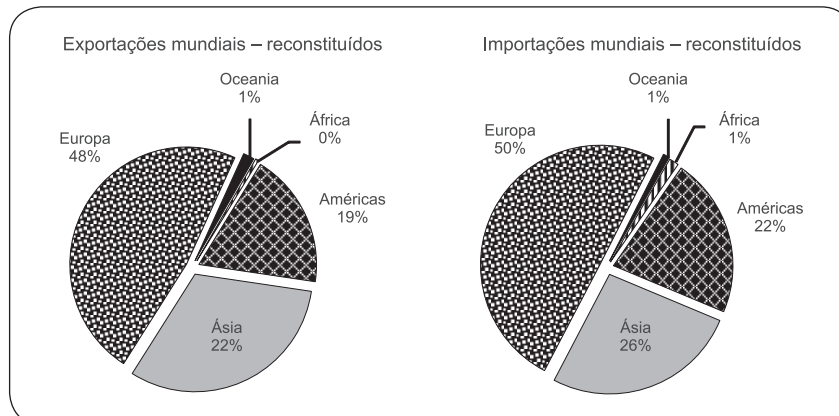
Os números no âmbito internacional ratificam uma característica do comércio mundial de painéis de madeira, que se realiza, preferencialmente, entre regiões próximas, já que os preços de venda não são competitivos quando incorporados os valores de frete para grandes distâncias. Essa característica, cabe ressaltar, é acentuada para os painéis de madeira reconstituída, em razão das menores margens alcançadas, sendo os compensados transacionados entre regiões em maiores volumes (Gráficos 2 e 3).

Gráfico 2 | Exportação x importação de compensados (2008)



Fonte: FAO.

Gráfico 3 | Exportação x importação de painéis de madeira reconstituída (2008)



Fonte: FAO.

Oferta

A produção mundial de painéis foi de 246,9 milhões de m³ em 2008, sendo 69% referentes aos painéis de madeira reconstituída (169,5 milhões de m³) e 31% referentes aos painéis de madeira processada mecanicamente (Tabela 2). Cerca de 73% da produção mundial esteve concentrada em 10 países (Figura 5), com destaque para a China, responsável por 31% da produção mundial e líder com folga na produção de MDF e de compensados. A produção de China, Estados Unidos e Alemanha representa 51% da produção mundial de painéis de madeira.

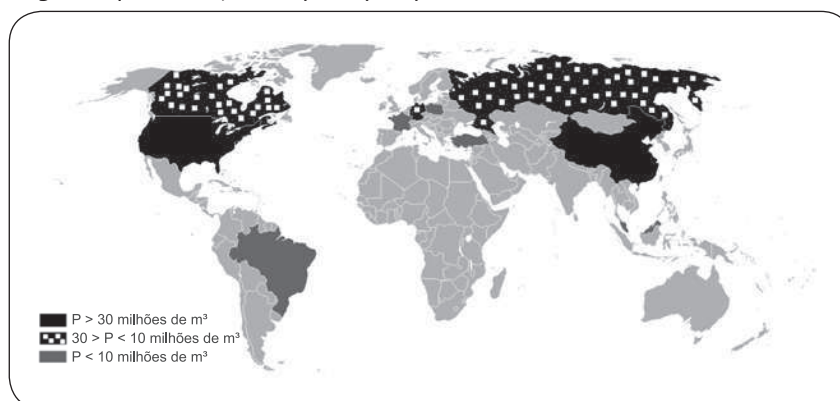
Tabela 2 | Produção mundial de painéis de madeira (2008)

Posição/país	Painéis de madeira				Total (m ³)
	Reconstituída			Processada mecanicamente	
	MDP (m ³)	MDF (m ³)	Chapa dura (m ³)	Compensado (m ³)	
1ª China	11.505.000	27.405.000	1.436.000	36.220.000	76.566.000
2ª EUA	18.164.320	3.021.390	860.000	10.375.740	32.421.450
3ª Alemanha	10.193.000	4.602.525	1.939.850	204.300	16.939.675
4ª Canadá	7.962.000	1.207.000	103.000	2.225.000	11.497.000
5ª Rússia	5.750.000	1.170.000	510.000	2.583.000	10.013.000
6ª Brasil	2.617.070	2.073.800	510.660	2.631.000	7.832.530
7ª Polônia	5.087.994	1.760.402	215.602	395.326	7.459.324
8ª Malásia	222.000	1.274.000	120.000	5.601.000	7.217.000
9ª França	4.525.049	1.016.584	126.681	360.000	6.028.314
10ª Turquia	3.181.000	1.921.000	250.000	111.000	5.463.000
Total (10 maiores)	69.207.433	45.451.701	6.071.793	60.706.366	181.437.293
Total (mundo)	103.534.985	57.313.163	8.653.460	77.356.105	246.857.713
% 10 maiores	67%	79%	70%	78%	73%

Fontes: FAO, Abipa e Abimci.

Obs: Para MDP, a FAO utiliza o código 1.646, que inclui Flaxboard e exclui lâ de madeira e placas de outra partícula com ligantes inorgânicos.

Figura 5 | Localização dos principais produtores mundiais (2008)



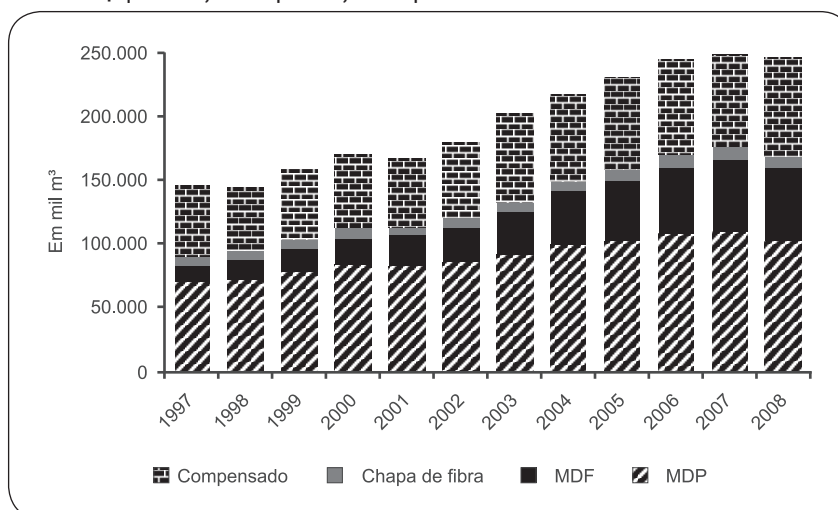
Fonte: Elaboração do BNDES.

P = produção.

Na evolução da produção mundial de painéis de madeira, destacam-se o crescimento médio de 5,1% a.a. entre os anos de 1997 e 2008 e o aumento da participação do MDF no total produzido (crescimento médio de 16,4% a.a. no mesmo período), passando de 8%, em 1997, para 23%, em 2008 (Gráfico 4).

Apesar do bom desempenho médio nos últimos 12 anos, a produção mundial de painéis de madeira em 2008 apresentou a pior retração desde 1990, encolhendo 4,4% em relação a 2007. Contribuiu decisivamente para o resultado a retração na produção de MDP e de compensados em, respectivamente, 6,5% e 5,0% em relação ao ano anterior. A produção mundial de painéis de madeira não apresentava retração desde 2001.

Gráfico 4 | Evolução da produção de painéis de madeira no mundo



Fonte: FAO.

Demanda

O consumo aparente mundial⁷ atingiu 237,0 milhões de m³ em 2008, decréscimo de 4,4% em relação a 2007, com destaque para o consumo de 68,8 milhões de m³ da China e de 39 milhões de m³ dos Estados Unidos, perfazendo 45% do total consumido no mundo (Tabela 3). Ainda desse total, 69% foram referentes aos painéis de madeira reconstituída (163,9 milhões de m³), ressaltando-se o consumo de MDP (101,4 milhões de m³).

⁷ Produção + importações – exportações de MDP, MDF, chapas de fibra e compensados.

Tabela 3 | Consumo mundial de painéis de madeira (2008)

Posição/país	Painéis de madeira				Total (m ³)	População (mil hab.)	Consumo per capita (m ³ /mil hab.)
	Reconstituída			Processada mecanicamente			
	MDP (m ³)	MDF (m ³)	Chapa dura (m ³)	Compensado (m ³)			
1ª China	11.992.379	25.628.036	1.106.987	30.046.976	68.774.378	1.353.311	50,8
2ª EUA	21.399.320	3.390.480	1.236.782	12.928.938	38.955.520	314.659	123,8
3ª Alemanha	9.356.000	2.063.006	1.109.982	1.158.544	13.687.532	82.167	166,6
4ª Canadá	6.108.000	1.703.000	688.000	1.372.000	9.871.000	140.874	70,1
5ª Rússia	1.523.000	951.000	85.000	6.159.000	8.718.000	127.156	68,6
6ª Brasil	5.398.563	1.612.970	129.881	418.711	7.560.125	38.074	198,6
7ª Polônia	2.880.997	1.153.000	9.000	3.501.000	7.543.997	33.573	224,7
8ª Malásia	2.632.950	2.262.900	361.390	656.000	5.913.240	193.734	30,5
9ª França	3.702.308	1.246.494	104.112	766.618	5.819.532	59.870	97,2
10ª Turquia	3.100.000	1.793.000	460.000	271.000	5.624.000	74.816	75,2
Total (10 maiores)	68.093.517	41.803.886	5.291.134	57.278.787	172.467.324	2.418.234	71,3
Total (mundo)	101.378.242	53.701.697	8.826.712	73.095.569	237.002.220	6.829.362	34,7
% 10 maiores	67%	78%	60%	78%	73%	35%	-

Fonte: FAO, Abipa e Abimci.

Obs: Para MDP, a FAO utiliza o código 1.646, que inclui Flaxboard e exclui lâ de madeira e placas de outra partícula com ligantes inorgânicos.

Como se pode ver, o consumo mundial é especialmente concentrado, com 73% do total em 10 países. Nos painéis de MDF e nos compensados, a concentração no consumo acentua-se, com quase 80% do total em 10 países.

Em 2008, o consumo *per capita* médio no mundo foi de 34,7 m³/mil hab., embora países como Canadá tenham apresentado consumo de 224,7 m³/mil hab., 6,5 vezes a média mundial. Destaca-se o fato de o nível de consumo não estar atrelado necessariamente ao nível de renda, uma vez que países com menor renda têm consumo *per capita* de painéis de madeira maior que o de países com renda superior. O patamar do consumo *per capita*, nesse caso, parece mais ligado ao acesso e, principalmente, aos hábitos de consumo da população do país objeto de análise, enquanto o fator renda fica em segundo plano.

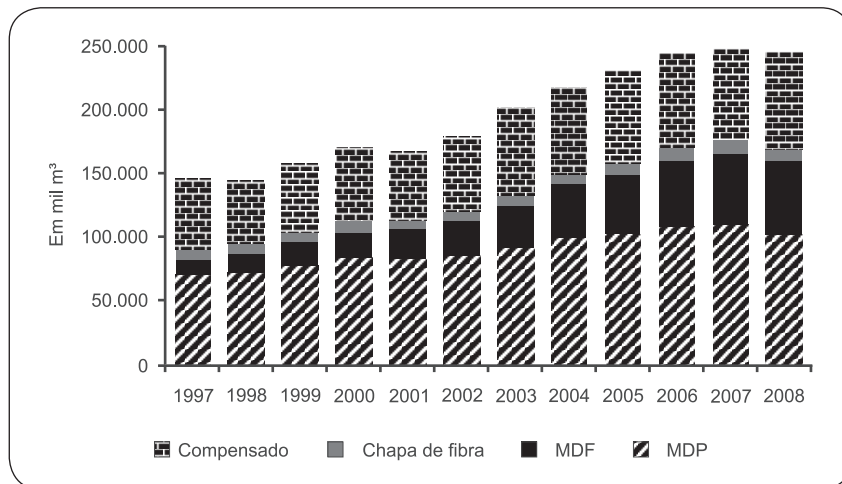
É importante notar que o consumo *per capita* brasileiro encontra-se abaixo da média mundial e bastante abaixo da média do grupo dos 10 maiores produtores, do qual faz parte. À primeira vista, isso se deve ao erro de estratégia de entrada do MDP no mercado local (até então conhecido como aglomerado e tido como um produto de baixa qualidade) e ao baixo consumo de compensados, voltados ao mercado externo. Atualmente, com o reposicionamento do MDP e o sucesso do *marketing* referente à aplicabilidade e à qualidade do MDF, bem como a facilidade do acesso a esses produtos, verifica-se importante potencial de crescimento do consumo *per capita* do país.

Na evolução do consumo mundial de painéis de madeira (Gráficos 5 e 6), destacam-se o crescimento médio de 5,0% a.a. entre os anos de 1997 e 2008 (1,3 vez o crescimento médio anual do PIB mundial) e o aumento da participação do MDF no total consumido (crescimento médio de 15,7% a.a. no mesmo período), passando de 9%, em 1997, para 23%, em 2008. Os tipos de painel que mais perderam participação para o MDF foram, nesta ordem, os compensados e o MDP.

Preços

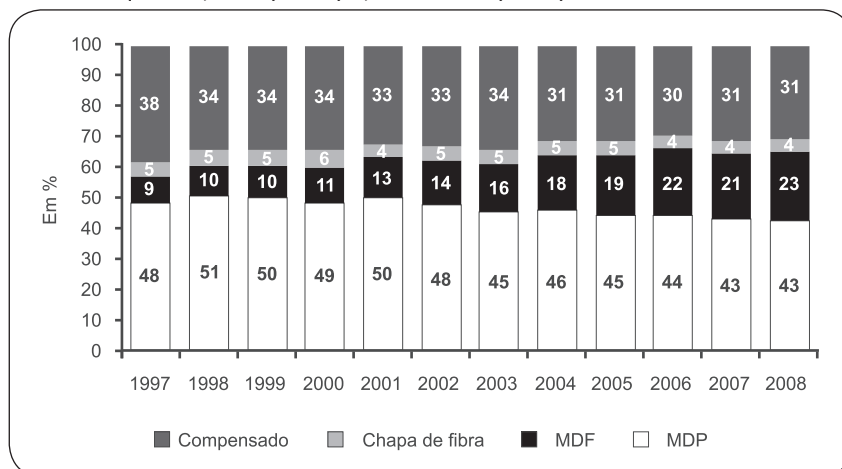
Os preços dos painéis de madeira são ordenados, do maior para o menor, da seguinte maneira: o produto mais caro é a chapa de fibra, com preço médio de US\$ 680/m³ em 2008, seguida dos compensados, com US\$ 522/m³.

Gráfico 5 | Evolução do consumo de painéis de madeira no mundo



Fonte: FAO.

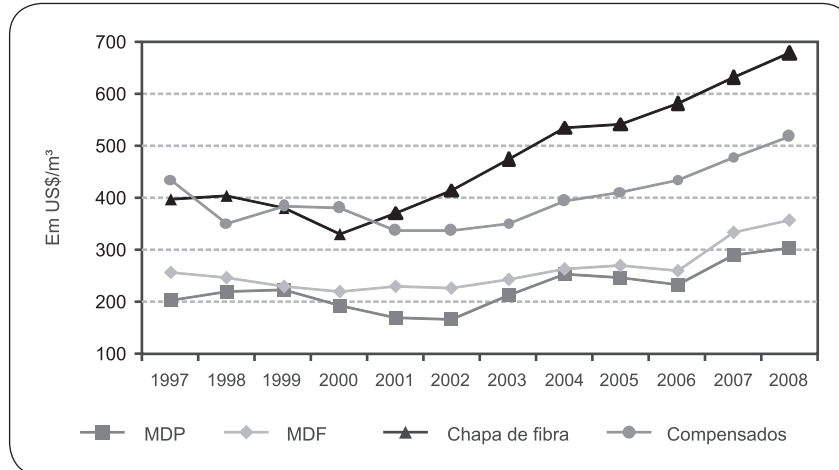
Gráfico 6 | Evolução da participação de cada tipo de painel no consumo mundial



Fonte: FAO.

No mesmo ano, o preço médio do MDF foi estimado em US\$ 360/m³, enquanto o MDP atingiu US\$ 303/m³. O aumento médio de preço dos painéis de madeira esteve em 1,4% a.a. no período 1997-2008, destacando-se o aumento médio de 4,8% a.a. nos preços das chapas de fibra, provavelmente por causa da queda mais acelerada da produção de chapas em relação a sua demanda (Gráfico 7).

Gráfico 7 | Evolução do preço médio de painéis de madeira no mundo



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da FAO.
* Revestidos e não revestidos.

Mercado brasileiro

Introdução

O mercado brasileiro de painéis de madeira ainda está em processo de consolidação e apresenta grande dinamismo, sobretudo no segmento de MDF, cujo consumo cresceu bem acima da taxa média do setor nos últimos 12 anos. Quando se compara tal crescimento com a evolução do PIB nacional, a diferença é ainda maior.

Após um movimento de consolidação no início de 2005, quando a chilena Arauco adquiriu a Placas do Paraná, foi a vez de a também chilena Masisa adquirir parte da Tafisa Brasil no início de 2008, embora o negócio tenha sido desfeito em razão da falta de consenso quanto à união das operações. Em 2009, novo movimento intenso, com a fusão entre a Duratex e a Satipel, seguida da aquisição da Tafisa Brasil pela Arauco.

Na fusão da Duratex com a Satipel, a Itaúsa (controladora da Duratex) e a Companhia Ligna de Investimentos (controladora da Satipel Industrial) assinaram contrato de associação das duas companhias controladas em julho de 2009, o que deu origem à maior empresa de painéis de madeira industrializada do hemisfério sul (Tabela 4) e promoveu importante consolidação no segmento de MDP no Brasil. O acordo gerou a incorporação da Duratex pela Satipel e a nova companhia passou a ser denominada Duratex S.A.

Tabela 4 | Capacidade de produção das maiores empresas de painéis de madeira reconstituída do mundo (2009)

Posição/empresa	País	Capacidade (mil m ³)
1 ^o Kronospan	Inglaterra	12.500
2 ^o Tafisa	Portugal	10.110
3 ^o Pfeleiderer	Alemanha	6.550
4 ^o LP	EUA	5.550
5 ^o EGGER	Inglaterra	5.450
6 ^o Norbord	Canadá	5.400
7 ^o Krono	Suíça	5.050
8 ^o Duratex	Brasil	3.910
9 ^o Finsa	Espanha	3.700
10 ^o Weyerhaeuser	EUA	3.300
Total (10 maiores)		61.520

Fonte: Duratex (novembro de 2009).

Obs.: Inclui capacidade de produção de *oriented strand board* (OSB).

Em agosto de 2009, após a assinatura de contrato de compra e venda com as subsidiárias do grupo Sonae, SCS Beheer e Tafiber-Tableros de Fibras Ibéricos, a Placas do Paraná S.A. adquiriu 100% das ações da Tafisa Brasil S.A., originando a Arauco do Brasil S.A. A operação atingiu US\$ 227 milhões, sendo US\$ 165 milhões referentes ao valor pago pelas ações da Tafisa Brasil S.A. e cerca de US\$ 62 milhões na assunção de passivos. A nova empresa ganhou musculatura tanto no mercado de MDP quanto no mercado de MDF.

Os motivos para a constante consolidação também permanecem os mesmos, advindos de boas perspectivas para o setor, bem como da busca por competitividade, os quais são apresentados em ordem de importância: (i) busca intensiva por alternativa à madeira maciça, por causa da escassez desse produto e do aumento da fiscalização; (ii) melhora da conjuntura econômica, em que aspectos como juros mais baixos, acesso ao crédito e consequente aumento da demanda interna têm reflexo nas vendas da indústria moveleira e no desempenho da construção civil, principais segmentos de aplicação dos painéis de madeira; (iii) modernização das fábricas no país e aumento de escala de produção; e (iv) influência do consumidor, pois parcela expressiva das classes A e B demonstram preferência pelo MDF, pela percepção de maior qualidade desse painel.

Em novembro de 2009, em consequência da crise financeira internacional, pode-se destacar como evento importante a desoneração do IPI para o setor moveleiro nacional pelo governo, que, em tese, aumentaria a competitividade do produto e, por conseguinte, elevaria o consumo interno dos painéis de madeira. Apesar disso, análise mais profunda deve ser feita para apurar o efeito real desse tipo de política sobre o setor de painéis, supostamente beneficiado pela medida. Constatou-se nas empresas do setor que o estímulo poderia ter sido mais eficiente caso implementado no segundo trimestre de 2009, quando o volume de produção chegou a patamar 16% inferior ao do mesmo período do ano anterior. No momento em que ocorreu o estímulo, a demanda já estava naturalmente aquecida por fundamentos econômicos em franca recuperação.

Se, de um lado, o cenário promissor descrito propiciou investimentos sucessivos em aumento de capacidade instalada nos últimos anos, de outro, fortaleceu o setor de painéis de madeira em detrimento da pulverizada indústria moveleira, reduzindo as margens e o poder de negociação desta em relação aos preços (Gráfico 8).

Em 2008, a indústria de painéis de madeira reconstituída tinha capacidade instalada de 6,5 milhões de m³/ano e estava dividida entre sete empresas (Duratex, Arauco do Brasil, Berneck, Eucatex, Fibraplac, Masisa do Brasil e Bonet). Juntas, a Duratex e a Arauco do Brasil eram responsáveis por 64% desse total. A utilização de capacidade instalada estava em torno de 80%, patamar condizente com a média dos últimos 12 anos e que estimula investimentos em ampliação de capacidade produtiva (Tabela 5 e Gráfico 9).

No que se refere ao MDP, em 2008 existiam cinco fabricantes e capacidade total de 3,1 milhões de m³/ano, sendo eles: Duratex, Arauco do Brasil, Berneck, Eucatex e Bonet. Os destaques eram a Duratex e a Berneck, detentoras de 68% da capacidade total. A utilização de capacidade instalada chegou a 84%.

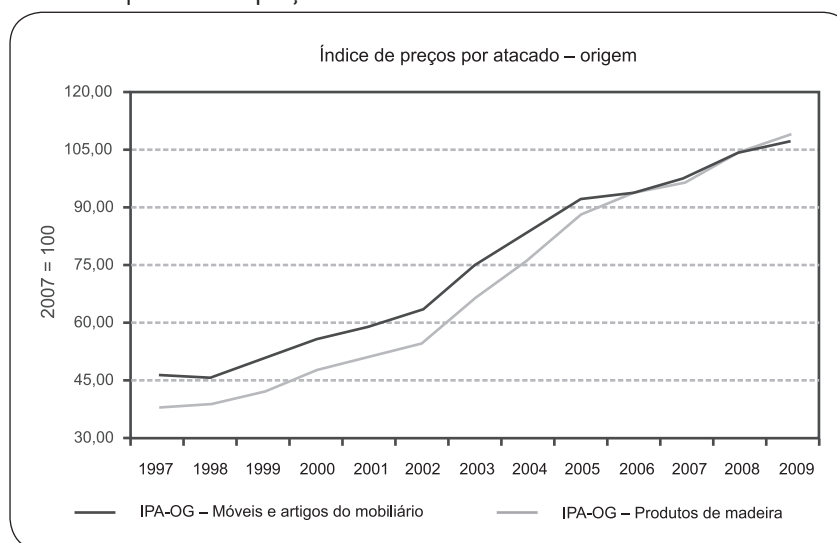
Na produção de MDF, eram 2,8 milhões de m³/ano em capacidade instalada no ano de 2008, distribuídos em cinco empresas (Duratex, Arauco do Brasil, Berneck, Fibraplac e Masisa do Brasil). Destacavam-se Duratex e Arauco do Brasil, com 61% do total. A utilização de capacidade instalada estava em 74%, com a adição de maiores capacidades de produção nos últimos anos para esse tipo de painel.

Tabela 5 | Capacidade instalada de produção de painéis de madeira reconstituída no Brasil (2008)

Painéis de madeira	Localização das fábricas	MDP		MDF		Chapa		Total	
		mil m ³	%	mil m ³	%	mil m ³	%	mil m ³	%
	RS, SP e								
Duratex	MG	1.500	48,2	1.000	36,1	360	60,0	2.860	44,1
Arauco do Brasil	PR	590	19,0	680	24,5	-	-	1.270	19,6
Berneck	PR	600	19,3	340	12,3	-	-	940	14,5
Eucatex	SP	360	11,6	-	-	240	40,0	600	9,3
Fibraplac	RS	-	-	450	16,2	-	-	450	6,9
Masisa do Brasil	RS	-	-	300	10,8	-	-	300	4,6
Bonet	SC	60	1,9	-	-	-	-	60	0,9
Total		3.110	100,0	2.770	100,0	600	100,0	6.480	100,0

Fontes: Abipa e BNDES.

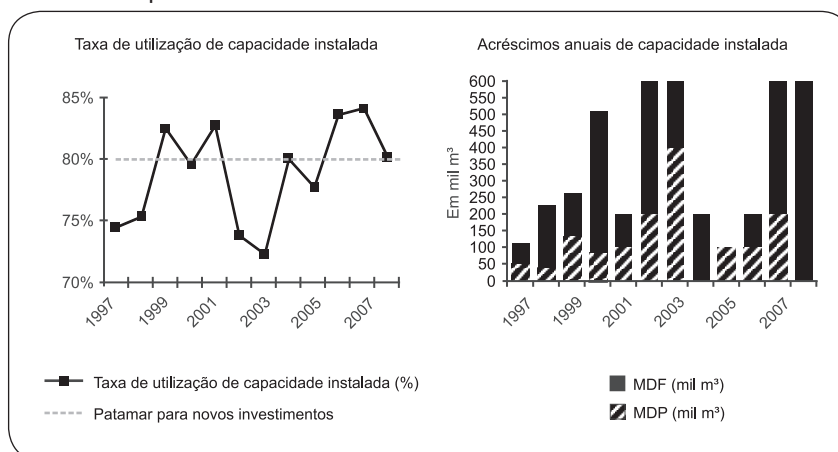
Gráfico 8 | Índices de preço de madeira x móveis de madeira



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da FGV.

Para as chapas de fibra, havia capacidade instalada total de 600 mil m³/ano, divididos entre Duratex e Eucatex. A utilização da capacidade chegou a 85%, por causa da paralisação dos investimentos e da iminente substituição pelo HDF.

Gráfico 9 | Taxa de utilização e acréscimos de capacidade instalada – painéis de madeira reconstituída



Fontes: Abipa e BNDES.

No Brasil, pelo menos 73% do consumo dos painéis de madeira reconstituída advém da indústria de móveis (comercialização direta), mas há uma parcela não desprezível comercializada por revendedores (18%), que atendem tanto a pequenos fabricantes de móveis quanto à indústria da construção civil.⁸ No geral, a indústria moveleira configura-se, direta ou indiretamente e com ampla vantagem, como a principal consumidora de painéis de madeira no país (Tabela 6).

As fábricas de painéis de madeira reconstituída localizam-se estrategicamente nas proximidades dos polos moveleiros (Tabela 7) ou em locais cuja logística favoreça o escoamento da produção para o abastecimento de

Tabela 6 | Destinação das vendas internas de MDP e MDF no Brasil (2008)

Segmento	MDP		MDF		Total	
	mil m³	%	mil m³	%	mil m³	%
Indústria de móveis	2.343	89	1.245	55	3.588	73
Revenda	132	5	747	33	878	18
Construção civil	105	4	181	8	286	6
Piso laminado	53	2	91	4	143	3
Total	2.633	100	2.263	100	4.896	100

Fonte: Abipa.

⁸ A construção civil é responsável por cerca de 6% do consumo por meio de comercialização direta e outros 3% por meio de revenda, totalizando 9%.

clientes, motivo pelo qual tanto as vendas (Gráfico 10) quanto a localização das fábricas de painéis de madeira reconstituída (Figura 6) concentram-se nas regiões Sul e Sudeste do país. Essa proximidade é estratégica na garantia de mercado e preços competitivos.

A despeito do aumento da renda e do maior acesso a crédito pela população no Norte e no Nordeste do país e dos recentes investimentos em bases florestais sem destinação definida nos estados do Maranhão, Tocantins e Piauí, o estímulo à construção de fábricas de painéis de madeira nessas regiões continuou baixo. Há notícia de apenas uma fábrica de pequeno porte na região, a Floraplac. Dentre os motivos, podemos destacar os seguintes: (i) falta de mão de obra qualificada nessas regiões, o que prejudica a vertente industrial desse tipo de investimento; (ii) porte relativamente pequeno e grandes distâncias entre polos moveleiros existentes nessas regiões; (iii) concorrência com os produtos fabricados com madeira de lei (em abundância nessas regiões), sem a devida fiscalização; e (iv) eficácia dos meios empregados para o transporte do produto para tais regiões, entre eles a cabotagem.

Em relação às principais empresas no país, segue breve descrição de características e de projetos de investimentos previstos e recém-concluídos.

Duratex. Oitava maior empresa de painéis de madeira reconstituída do mundo e a maior do hemisfério sul, a Duratex possui 209 mil hectares de terras com florestas plantadas em 324 fazendas nas regiões de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (81% das florestas são de eucalipto, com a meta de alcançar 100% em 2014), o que lhe confere autossuficiência no abastecimento de madeira em sete linhas de produção localizadas em cinco cidades dos mesmos estados. A empresa anunciou projeto de nova fábrica de 1 milhão de m³/ano de MDP em Itapetininga (SP) e outro projeto, herdado da Satipel, de ampliação em 200 mil m³/ano da nova linha de MDP em Taquari (RS). Ambos os projetos foram adiados por tempo indeterminado, por causa dos efeitos da crise financeira internacional.

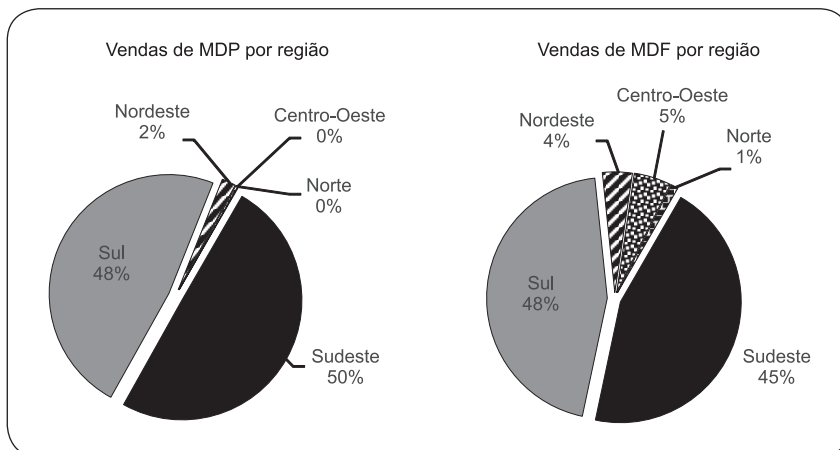
Arauco do Brasil. Principal multinacional no mercado brasileiro de painéis de madeira, a chilena Arauco passou a fabricar painéis e expandiu sua produção local por meio de aquisições primeiramente da Placas do Paraná e, posteriormente, das operações da Tafisa Brasil. A base florestal no país é de cerca de 117.000 hectares, localizados em Morungava (RS), Campo do Tenente (PR), Tunas (PR) e Arapoti (PR), que servem a três plantas em três cidades do Paraná: Curitiba, Jaguariaíva e Piên.

Tabela 7 | Polos moveleiros no país, por região (2006)

Polos moveleiros no país por região (2006)								
Sul		Sudeste		Norte, Nordeste e Centro-Oeste				
Principais polos	Número aproximado de empresas		Principais polos	Número aproximado de empresas	Principais polos	Número aproximado de empresas		
PR	Arapongas Cascavel Curitiba Francisco Beltrão Londrina	2.133	MG	Ubá Uberaba Uberlândia	2.126	PE, CE, BA, AM e MA	Fortaleza Imperatriz Manaus Recife Salvador	1.102
RS	Bento Gonçalves Canela Caxias do Sul Erechim Gramado Lagoa Vermelha Passo Fundo Restinga Seca Santa Maria	2.443	SP	Jaci Mirassol São Paulo Votuporanga	3.754	Demais	-	1.630
SC	Chapecó Pinhalzinho Rio Negrinho São Bento do Sul São Lourenço do Oeste	2.020	ES	Colatina Linhares Vitória	313			
			RJ	-	583			
Total	6.596	Total			6.776	Total		2.732

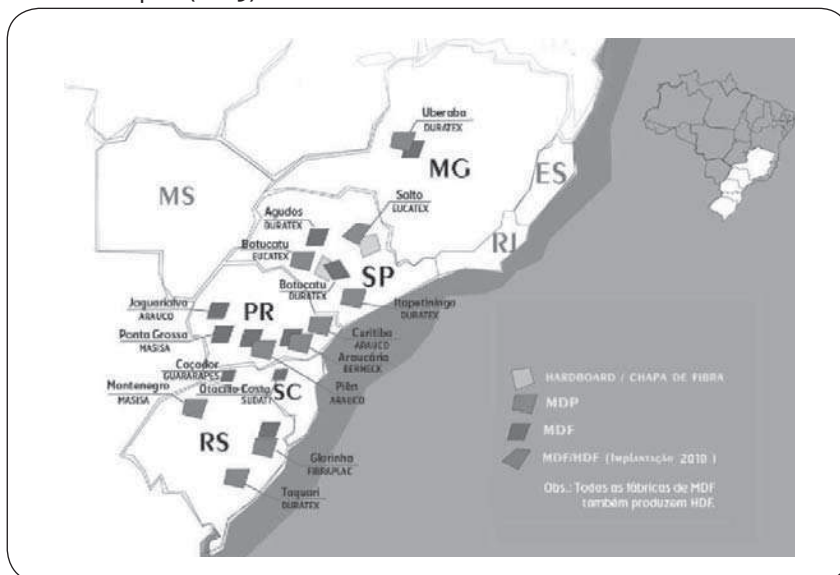
Fonte: Abipa.

Gráfico 10 | Vendas de MDP e MDF por região (2008)



Fonte: Abipa.

Figura 6 | Localização das fábricas de painéis de madeira reconstituída no país (2009)



Fonte: Abipa.

Berneck. A principal unidade da Berneck situa-se em Araucária (PR), onde também estão localizados um centro administrativo, uma fábrica de MDP, uma fábrica de MDF e HDF, unidades para revestimentos (BP e FF), uma serraria para pinus e uma central térmica. A fábrica de MDF/HDF é voltada para a produção de painéis finos com espessura a partir de 2,5 mm. A base florestal que também serve a uma serraria é de 58 mil hectares de pinus, sendo plantado anualmente mais de 3,5 milhões de árvores, com mudas próprias e de terceiros. Apesar de possuir volume de madeira necessário à autossuficiência, por razões estratégicas, também se abastece de terceiros. Atualmente, a empresa está conduzindo um projeto em estágio de terraplenagem para a construção de nova fábrica em Curitiba (SC), com linhas de MDF e MDP e capacidade de produção de 430 mil m³/ano (em 2012) e 630 mil m³/ano (em 2013), respectivamente.

Eucatex. A companhia Eucatex possui 62 fazendas de plantação de eucalipto, totalizando 44 mil hectares com raio médio de Salto (SP) de 122 km e de Botucatu (SP) de 50 km, que abastecem uma linha de chapa de fibra, em Salto (SP), e uma planta de MDP, em Botucatu (SP). Atualmente, a empresa está construindo uma nova linha de MDF em Salto (SP), objetivando a produção de finos (HDF). Em novembro de 2009, foi encerrado o processo de recuperação judicial da empresa em face do cumprimento de obrigações assumidas em plano aprovado em 2007.

Fibraplac. A empresa Fibraplac, que atua no mercado de painéis desde 2003, abastece duas linhas de produção na unidade industrial de Glorinha (RS), uma de MDF e outra de MDP, com florestas de pinus e eucalipto, tendo como meta a utilização somente do eucalipto. A empresa anunciou um projeto de investimento em Campinas (SP) para a instalação de uma nova fábrica com linhas de MDF e MDP e capacidade total de produção de 500 mil m³/ano (250 mil m³/ano de MDF em 2012 e 250 mil m³/ano de MDP em 2014).

Masisa do Brasil. Outra multinacional chilena em atuação no país,⁹ a Masisa possui cerca de 12 mil hectares em florestas no Brasil, sendo 11 mil hectares de eucalipto. Em 2009, firmou parceria estratégica com o fundo florestal americano Hancock para a ampliação de suas bases florestais no mundo. A primeira iniciativa anunciada foi o plantio de cerca de 40 mil hectares no Brasil. Também em 2009, a empresa iniciou a operação de

⁹ Desde novembro de 2000, quando entrou em operação a fábrica de MDF de Ponta Grossa (PR).

uma fábrica em Montenegro (RS) com capacidade de produção de 750 mil m³/ano de MDP, com linha de BP agregada para 300 mil m³/ano.

Oferta

A produção brasileira de painéis de madeira atingiu 7,8 milhões de m³ em 2008, sendo 34% de compensados, 33% de MDP, 26% de MDF e 7% de chapas de fibra. Em média, a produção brasileira de painéis de madeira aumentou em 7,6% a.a., sendo 10,3% a.a. para os painéis de madeira reconstituída e 3,9% a.a. para os compensados. A produção de compensados, apesar de ainda liderar em proporção, é basicamente destinada à exportação (73% do total). No caso dos demais segmentos, a razão exportação sobre produção ficou em 31% para a chapa de fibra e em apenas 1% tanto para o MDP quanto para o MDF em 2008.

Não menos importante para a avaliação da oferta interna, o Brasil importou cerca de 4,5% do total consumido em painéis de madeira no ano de 2008, abaixo da média histórica, sendo aproximadamente 81% de MDF, 16% de MDP e 3% de chapa de fibra, com um volume total de 266 mil m³. O motivo para as importações abaixo da média histórica esteve no efeito defasado do acréscimo expressivo de capacidade no biênio 2002-2003 (Gráfico 11).

No período 1997-2008, o nível médio de importações situou-se em 5,0% e correlacionou-se, ano a ano, inversamente com os acréscimos de capacidade de anos anteriores (Gráfico 11). Em geral, dois anos após um acréscimo de pelo menos 400 mil m³, houve retração das importações – exceção para períodos com acréscimos expressivos e continuados, como em 2002 e 2003 (acréscimos consecutivos de 600 mil m³), quando o efeito negativo nas importações extrapolou o ano de 2005. Observa-se que acréscimos de capacidade abaixo de 300 mil m³, como nos períodos 1997-1999 e 2004-2005, não foram suficientes para debelar aumentos das importações em períodos subsequentes.

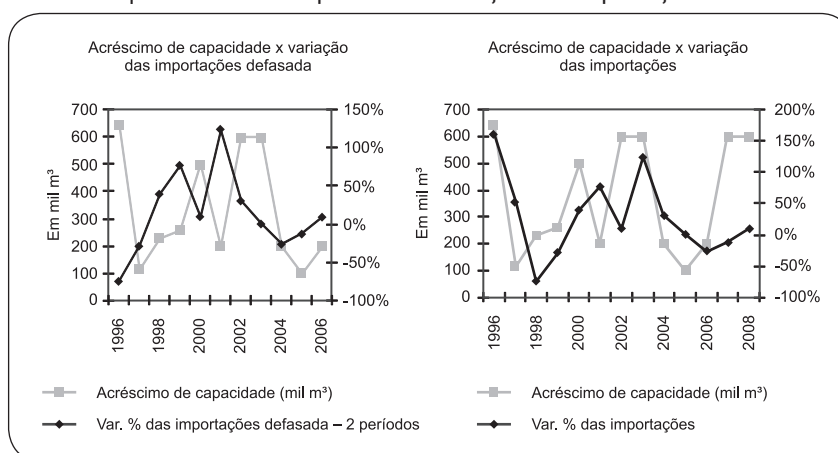
A defasagem de dois anos para o efeito nas importações deve-se à curva de produção no início de uma operação, também denominada *ramp-up* de produção.¹⁰ Esse aspecto técnico-operacional também afeta o cálculo do percentual de utilização da capacidade nominal instalada de produção,

¹⁰ Evolução/crescimento da produção após a implantação da linha, culminando com a obtenção da capacidade total prevista no projeto.

gerando o indicador derivado “percentual de utilização da capacidade efetiva instalada de produção”, em que são expurgados tais efeitos.

A principal origem das importações (em volume) de painéis de madeira reconstituída em 2008 foi a Argentina, único país que consegue, aparentemente, colocar tais produtos no mercado nacional, ainda que os volumes sejam pequenos (Tabela 8).

Gráfico 11 | Acréscimo de capacidade x variação das importações



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da Abipa.

Tabela 8 | Origem das importações brasileiras de painéis de madeira reconstituída (2008)

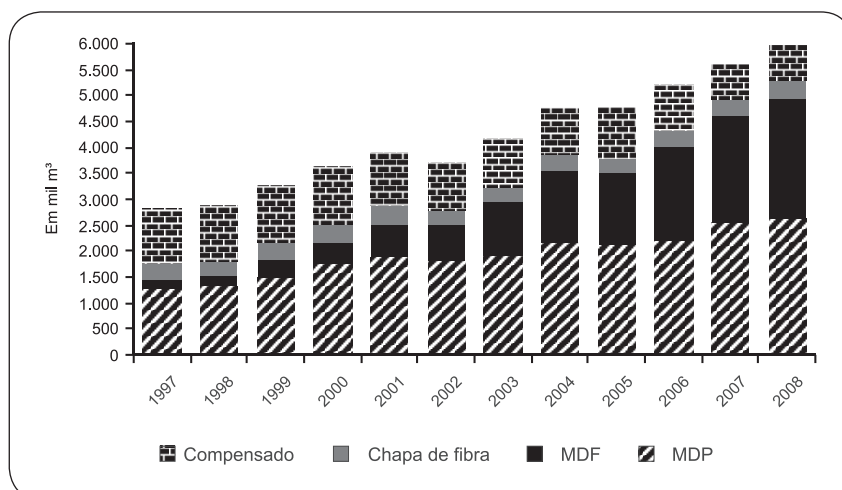
Origem das importações (% do volume total de 266 mil m ³)	
América Latina	93
<i>Argentina</i>	89
<i>Demais</i>	11
Ásia	6
<i>China</i>	97
<i>Demais</i>	3
Europa	1
<i>Alemanha, Bélgica e Áustria</i>	85
<i>Demais</i>	15

Fonte: Elaborada pelo BNDES, com base em dados da Secex.

Demanda

Nos últimos 12 anos, o consumo aparente de painéis de madeira¹¹ apresentou crescimento médio de 7,2% a.a. (11,2% a.a. para os painéis de madeira reconstituída e -4,2% a.a. para os compensados), basicamente em função da qualidade dos novos produtos oferecidos, sobretudo do MDF, e da escassez de madeira maciça. Se, em 1997, o consumo brasileiro era de 2,8 milhões de m³, em 2008 atingiu 5,9 milhões de m³, sendo o MDP e o MDF responsáveis por 4,9 milhões de m³ (83% do total). No período, vale ressaltar a redução da participação do consumo de compensados no total, em termos tanto relativos quanto absolutos (Gráficos 12 e 13).

Gráfico 12 | Evolução do consumo de painéis de madeira no Brasil



Fonte: Abipa.

Comparando-se os Gráficos 6 e 13, é possível verificar que, excetuando-se a taxa de penetração no consumo do compensado, todas as demais taxas de penetração (MDF, MDP e chapas de fibra) são maiores no Brasil do que no mundo. Destaca-se, em particular, a penetração do MDF, com 38% *versus* 23% no mundo, uma diferença de 15 pontos percentuais.

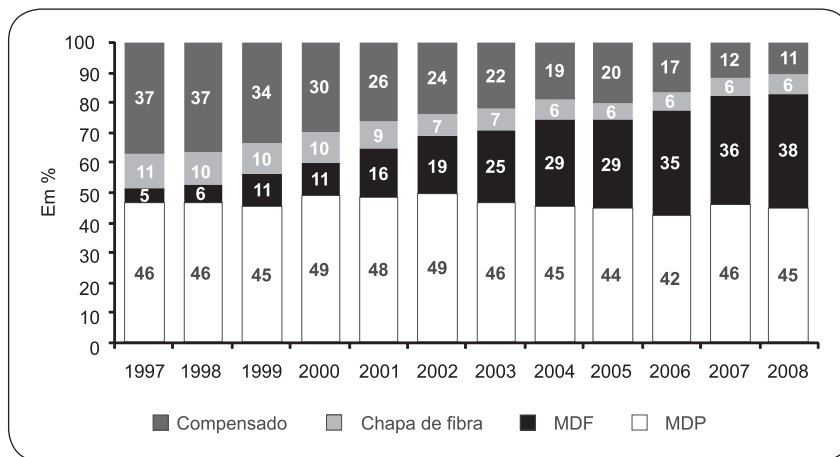
A evolução do consumo de painéis de madeira reconstituída no Brasil está intimamente ligada à evolução do PIB nacional (Gráfico 14). Para cada 1% de incremento do PIB entre 1997 e 2008, o MDP cresceu em média 2,4%. No caso do MDF, essa relação atingiu 11,8% para cada 1% de

¹¹ Produção + importações – exportações de MDP, MDF, chapas de fibra e compensados.

crescimento do PIB brasileiro, o que indica a permanência de importante potencial de crescimento do consumo, sobretudo do MDF. Uma correlação para a evolução do consumo das chapas de fibra não ficou evidente.

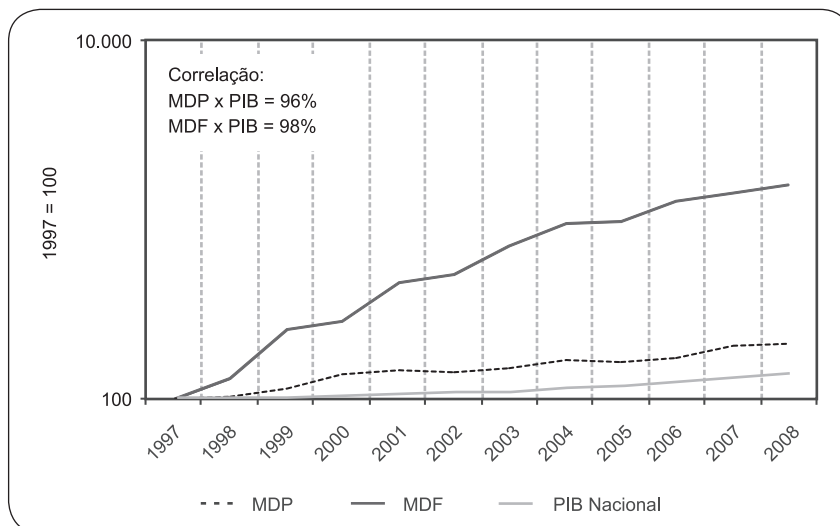
Na contramão do crescimento do consumo do MDP e do MDF, o consumo dos compensados diminuiu, sobretudo quando o consumo dos

Gráfico 13 | Evolução da participação de cada tipo de painel no consumo



Fonte: Abipa.

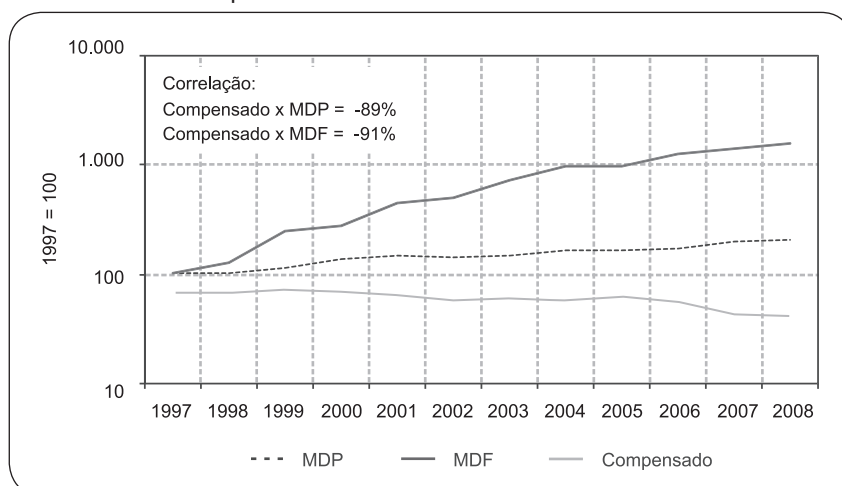
Gráfico 14 | Evolução do consumo de MDP e MDF x evolução do PIB



Fonte: BNDES.
 Obs.: Escala logarítmica.

outros dois cresceu. O efeito substituição nos últimos anos e especialmente a partir de 2005 foi bastante evidente (Gráfico 15). Já o comportamento do consumo das chapas de fibra não afetou significativamente a evolução do consumo de MDP e MDF, nem o comportamento do consumo de compensados. Talvez pela especificidade de aplicação do produto, seu consumo se mantém independentemente do comportamento do consumo dos outros painéis de madeira.

Gráfico 15 | Evolução do consumo de MDP e MDF x evolução do consumo de compensados



Fonte: BNDES.
Obs.: Escala logarítmica.

As exportações de painéis de madeira ficaram em 2,1 milhões de m³ em 2008, 90% constituídas por compensados, seguidas de 7% das chapas de fibra e de 3% do MDP e do MDF juntos. Em análise mais minuciosa das exportações, verificou-se que não há correlação dessa com as variações do consumo interno nem com os acréscimos de capacidade. Em momentos de demanda fraca, as fábricas provavelmente reavaliam estoques e ajustam a produção, seguindo estreitamente as movimentações do consumo interno. Nos anos de exportações ampliadas, sobretudo em 2002 e em 2003, pressupõe-se que houve tentativa pontual de colocação de produto no mercado externo, não correlacionada à necessidade de compensação do mercado interno.

Os principais destinos das exportações (em volume) de painéis de madeira reconstituída (menor margem) foram a América do Norte e a América Latina, com 65% das reduzidas exportações brasileiras (Tabela 9).

Tabela 9 | Destino das exportações brasileiras de painéis de madeira reconstituída (2008)

Destino das exportações (% do volume total de 2,1 milhões de m ³)	
América do Norte	42
<i>EUA</i>	95
<i>Demais</i>	5
América Latina	23
<i>Caribe, * Chile, Argentina e Honduras</i>	55
<i>Demais</i>	45
Europa	22
<i>Bélgica</i>	70
<i>Demais</i>	30
África	9
<i>Nigéria</i>	62
<i>Demais</i>	38
Ásia e Oriente Médio	4

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da Secex.

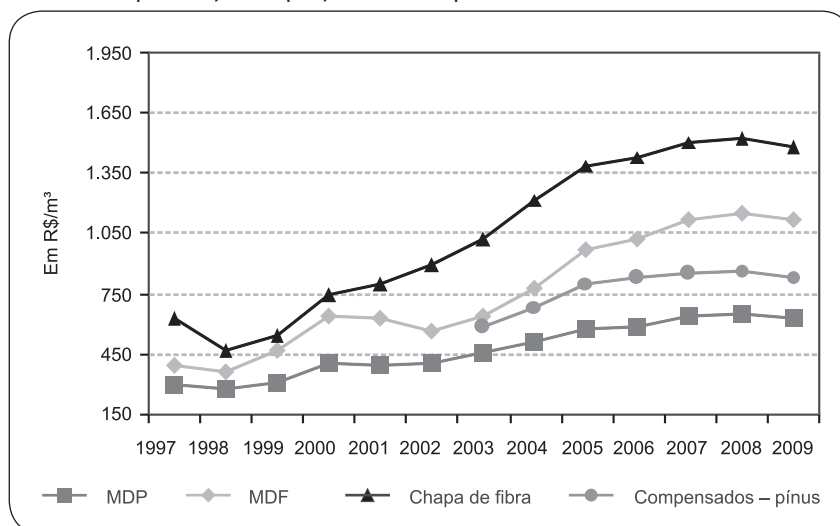
*Sobretudo República Dominicana.

Por fim, o que se pode constatar quanto ao mercado externo é que não há barreiras significativas à exportação e que os produtos de maior valor agregado e, conseqüentemente, maior margem, como o HDF, têm mais fôlego nas vendas externas. Apesar disso, é recorrente que, havendo demanda interna, a margem na venda local é insuperável.

Para os produtos com menores margens, como o MDP¹² e até mesmo o MDF, as exportações na maior parte do tempo cobrem apenas custos fixos, o que não deixa de ser uma opção para períodos de demanda interna fraca ou baixa utilização da capacidade instalada de produção. No entanto, não se percebeu no setor uma cultura da exportação, importante para a colocação externa de produtos.

¹² No exterior, utilizam-se partículas das mais diversas origens para a fabricação do MDP, o que diminui a competitividade em preço do produto nacional, geralmente originado de fibra virgem.

Gráfico 16 | Evolução do preço médio de painéis de madeira no Brasilê



Fonte: STCP.

* Não revestidos.

Preços

As negociações de preços no mercado local de painéis de madeira reconstituída são realizadas diretamente com os clientes: revendas, indústria moveleira e indústria da construção civil. Nessas negociações, podem ser obtidos descontos sobre os preços de tabela, em função, principalmente, do volume do pedido ou da qualidade do relacionamento com o cliente. Não é comum que as empresas promovam “leilões” de produtos. Em geral, preferem fornecer a clientes com bom histórico de relacionamento a fornecer a clientes com a melhor proposta de compra.

Invariavelmente, as transações são realizadas ao preço vigente (o estabelecimento de contrato de fornecimento é incomum), existindo incentivo à formação de estoques em períodos de preços baixos.

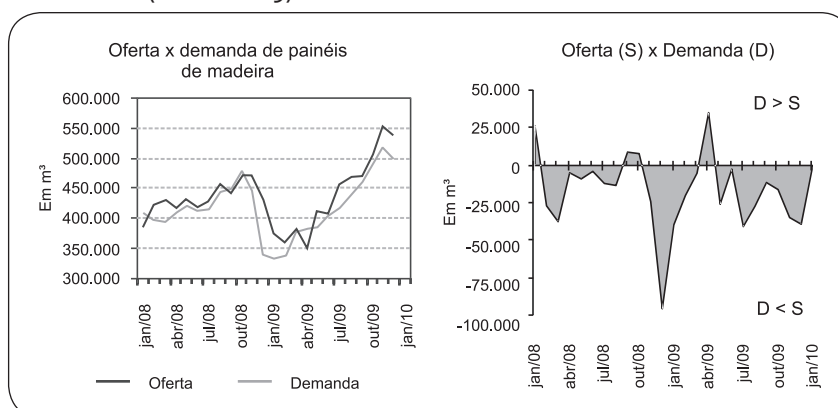
Na análise do comportamento dos preços com base em dados da STCP Consultoria para painéis não revestidos, foi possível constatar que, assim como na análise do IPA-OG¹³ (Gráfico 8), os preços do MDP e, sobretudo, do MDF apresentaram importante crescimento entre 2002 e 2008 (Gráfico 16). No primeiro caso, o reajuste médio foi de 8,0% a.a., enquanto no caso do MDF ficou em 12,7% a.a.. No mesmo período, o

¹³ Índice de Preços no Atacado – Origem.

reajuste médio foi de 9,2% a.a. para a chapa de fibra, observando o fato de que esse produto não sofreu queda desde 1998. Como comparação e também no período 2002-2008, o “IPA-OG – produtos de madeira” registrou aumento médio de 11,3% a.a., enquanto o “IPA-OG – móveis e artigos do mobiliário”, de 8,6% a.a..

Em 2009, com um início de ano bastante afetado pela crise financeira internacional e conseqüente retração da demanda local, os preços praticados em alguns meses e para alguns produtos, segundo as empresas, estiveram entre 20% e 30% mais baixos que os praticados em 2008. No entanto, com o reaquecimento a partir do segundo trimestre (Gráfico 17), houve a possibilidade de recompor margens, culminando com um reajuste de 8% em outubro de 2009 para o MDF e outro de 7% em janeiro de 2010 para o MDF e o MDP. Segundo os dados da STCP, após seis anos de crescimento ininterrupto, o ano de 2009 encerrou-se com retração de preços para todos os tipos de painéis não revestidos em 3%, coincidentemente.

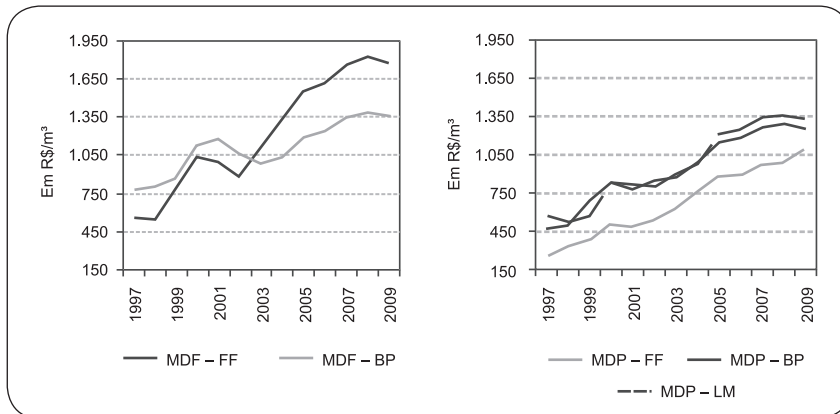
Gráfico 17 | Oferta x demanda de painéis de madeira reconstituída (2008 e 2009)



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da Abipa.

Quanto aos preços dos produtos revestidos, cabe a observação de que podem elevar o preço de venda do painel de madeira reconstituída de 45%-60% para o MDF e de 70-100% para o MDP. Os processos de revestimento que mais agregam valor ao painel de madeira reconstituída são, em ordem decrescente, lâmina de madeira (LM), baixa pressão (BP) e *finish foil* (FF), conforme Gráfico 18.

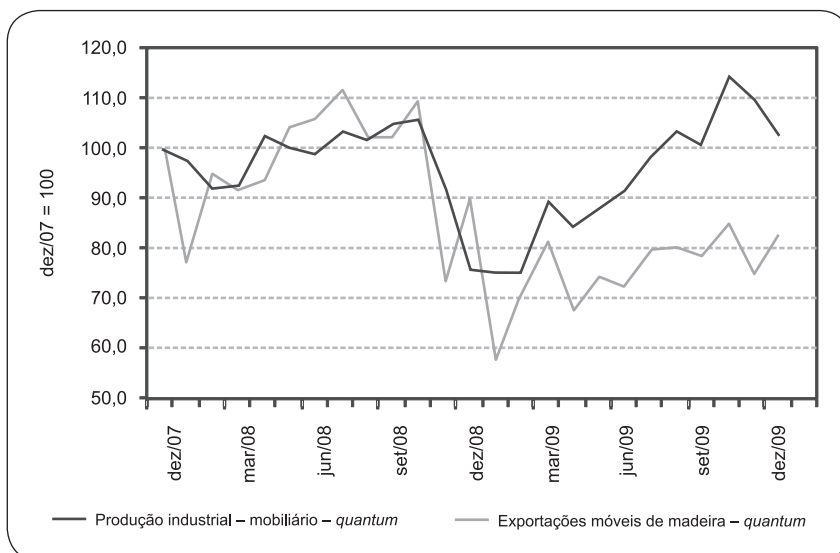
Gráfico 18 | Evolução do preço médio de painéis de madeira revestidos no Brasil



Fonte: STCP.

Analisando-se a produção da indústria moveleira (Gráfico 19), cuja demanda influencia o nível de preços internos, também é possível verificar a importância do mercado local no desempenho ao longo do ano de 2009, uma vez que as exportações foram fortemente afetadas pela crise financeira internacional. Ainda assim, o resultado foi uma retração de 2,9%

Gráfico 19 | Produção x exportação de móveis de madeira



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados de IBGE/Secex.

em relação a 2008. Como referência, na mesma comparação, a produção da indústria geral foi reduzida em 7,4%.

Se não é possível dizer que a recente consolidação do setor foi decisiva para os últimos reajustes, existindo o aumento da demanda como pano de fundo, é certo que maior poder em preço foi obtido pelas empresas.

Perspectivas para o setor de painéis no Brasil

As perspectivas para o ano de 2010 são bastante favoráveis diante do cenário de recuperação vivido em 2009, consequência de uma das maiores crises internacionais de que se tem notícia. Se, em 2009, houve motivo para comemoração de um PIB relativamente estável e uma expansão de crédito mais moderada, o ano de 2010 deve propiciar base mais sólida de crescimento à economia brasileira.

Segundo o Relatório Focus, coordenado pelo Banco Central do Brasil, o país deve crescer cerca de 5,4% em 2010, com um aumento da produção industrial em torno de 8,6%. Em que pese o fato de haver algum incremento inflacionário e da taxa básica de juros (Selic), não há razões para acreditar que o crédito não volte a ter sua expansão acelerada, sobretudo com o aumento da renda. A inadimplência do consumidor, outro indicador importante, também não deve prejudicar o consumo, apesar da crescente inadimplência de pessoas físicas com bancos.

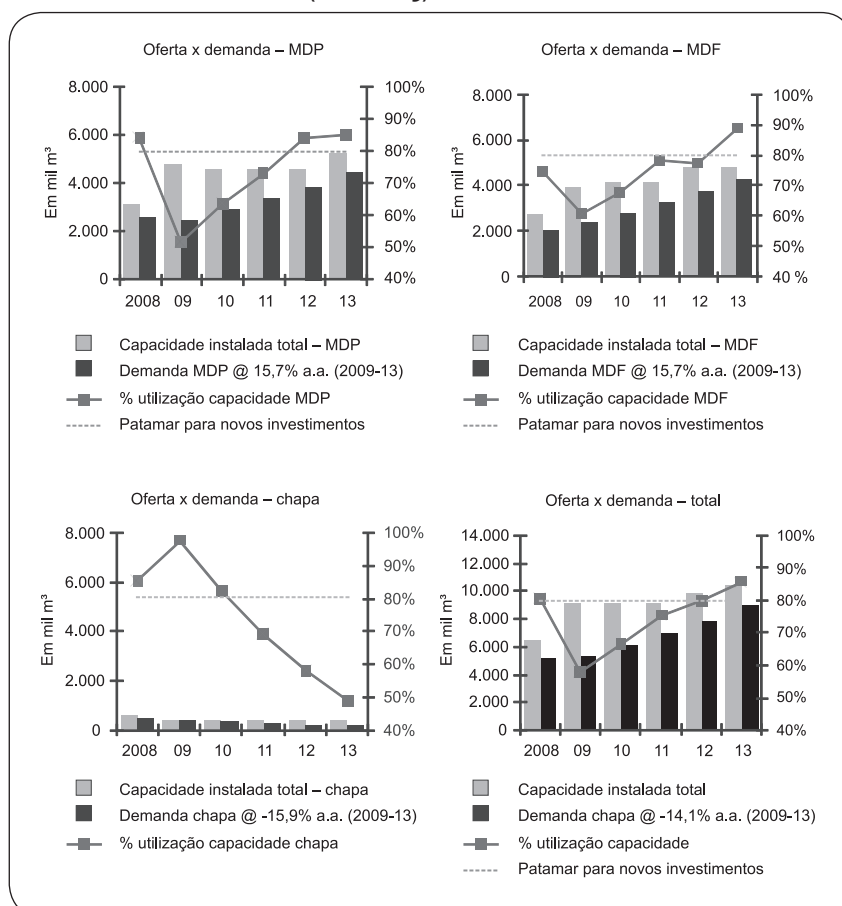
Nesse contexto, a Abipa espera que a demanda por painéis de madeira reconstituída cresça, em média, 14,1% a.a. entre 2009 e 2013, sendo 15,7% a.a. tanto para o MDP quanto para o MDF. Para as chapas de fibra, admite-se queda de 15,9% a.a. (Gráfico 20).

Ainda nesse cenário, analisando o mercado de MDP, haveria espaço para projetos como a ampliação de Taquari (RS), com mais 200 mil t/ano em 2012, e a nova fábrica de Itapetininga (SP), com mais 1 milhão t/ano em 2013,¹⁴ uma vez que o patamar que aciona o gatilho para novos investimentos seria alcançado em 2012.

No mercado de MDF, para o mesmo cenário, após a entrada de novas capacidades previstas para 2012, com mais 430 mil t/ano em Curitiba (SC) e mais 250 mil t/ano em Campinas (SP), provavelmente já em 2013

¹⁴ Não considerados na projeção de aumento da capacidade instalada (Tabela 10), por causa do adiamento por tempo indeterminado desses projetos pela Duratex.

Gráfico 20 | Cenário 1: Oferta x demanda de painéis de madeira reconstituída (2008-2013)

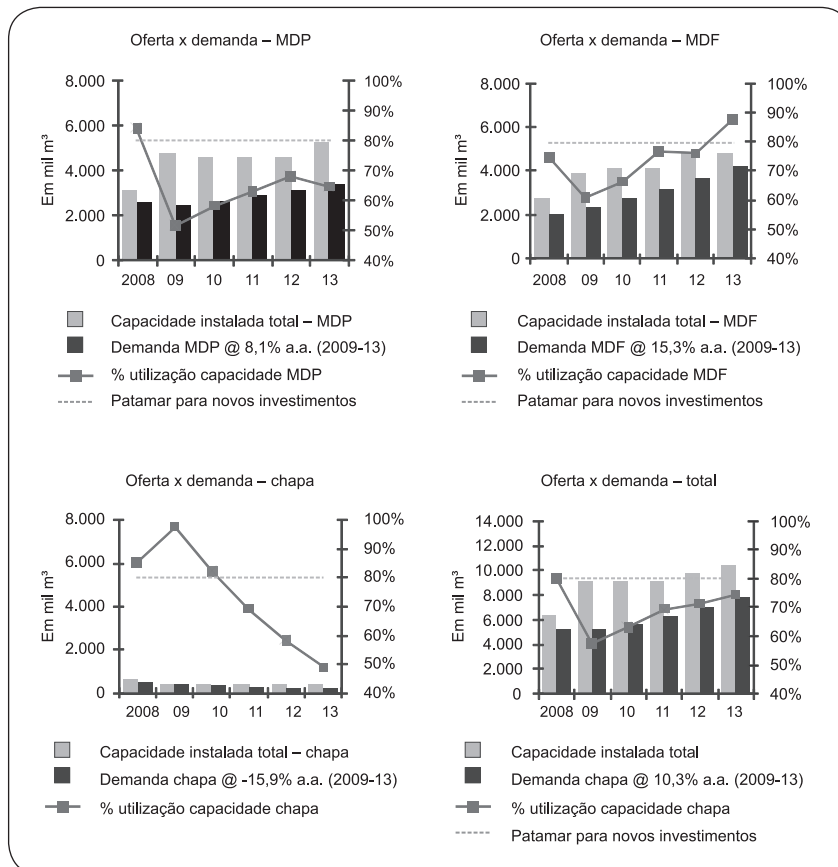


teríamos nova rodada de investimentos, tomando como referência o patamar de utilização de capacidade que estimula novos investimentos.

Em um cenário mais conservador, espera-se que a demanda por painéis de madeira reconstituída cresça, em 2010, algo em torno da taxa média de crescimento dos últimos 12 anos, o que seria a certeza de um crescimento de cerca de 10% a.a. nos próximos quatro anos (Gráfico 21).

Como forma de basear as premissas desse novo cenário, considera-se que o mercado de MDP é mais maduro do que o de MDF, por isso cresce,

Gráfico 21 | Cenário 2: Oferta x demanda de painéis de madeira reconstituída (2008-2013)



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados de empresas.

normalmente, a taxas menores. Além disso, a menor variedade de aplicações também diminui o potencial de crescimento em relação ao MDF. No entanto, por poder substituí-lo em aplicações que não necessitem de usinagem e por ter preço mais acessível, a demanda é influenciada, sobretudo, pelo consumo das classes de menor renda, que pode ter impulso extra com o crescimento da renda, o maior acesso ao crédito e a vigência de programas governamentais como o Programa Minha Casa, Minha Vida. Nesse sentido, espera-se que haja crescimento de um dígito na produção do MDP nos próximos quatro anos (em cerca de 8% a.a.), o que, no entanto,

não deve ser capaz de elevar substancialmente a taxa de utilização da capacidade instalada até 2012, trazendo dúvidas quanto à implantação de novos projetos de MDP, como Itapetininga (SP) e Taquari (RS) e até mesmo Curitiba (SC), conforme Tabela 10.

Tabela 10 | Capacidade instalada da indústria no Brasil (2008-2013)

		Painéis de madeira reconstituída					
Posição/empresa/fábrica	Estado	2008	2009 (P)	2010 (E)	2011 (E)	2012 (E)	2013 (E)
		mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³
¹ Duratex		2.860	3.910	3.460	3.460	3.460	3.460
. Agudos (1)	SP	250	1.050	800	800	800	800
. MDF		250	1.050	800	800	800	800
. Botucatu	SP	610	610	610	610	610	610
. MDF		400	400	400	400	400	400
. Chapa		210	210	210	210	210	210
. Itapetininga (2)	SP	500	500	500	500	500	500
. MDP		500	500	500	500	500	500
. Jundiaí (3)	SP	150	0	0	0	0	0
. Chapa		150	0	0	0	0	0
. Taquari (4)	RS	200	700	500	500	500	500
. MDP		200	700	500	500	500	500
. Uberaba (5)	MG	1.150	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050
. MDP		800	700	700	700	700	700
. MDF		350	350	350	350	350	350
% mercado		44%	43%	38%	38%	35%	33%
² Arauco do Brasil		1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270
. Curitiba	PR	330	330	330	330	330	330
. MDP		330	330	330	330	330	330
. Jaguariaíva	PR	300	300	300	300	300	300
. MDF		300	300	300	300	300	300
. Piên (6)	PR	640	640	640	640	640	640
. MDP		260	260	260	260	260	260
. MDF		380	380	380	380	380	380
% mercado		20%	14%	14%	14%	13%	12%

Continua

Continuação

		Painéis de madeira reconstituída					
Posição/empresa/fábrica	Estado	2008	2009 (P)	2010 (E)	2011 (E)	2012 (E)	2013 (E)
		mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³
3 ^a	Berneck	940	940	940	940	1.370	2.000
	. Araucária	PR	940	940	940	940	940
	. MDP		600	600	600	600	600
	. MDF		340	340	340	340	340
	. Curitibaanos (7)	SC	0	0	0	430	1.060
	. MDP		0	0	0	0	630
	. MDF		0	0	0	430	430
	% mercado		15%	10%	10%	14%	19%
4 ^a	Eucatex	600	630	905	905	905	905
	. Botucatu (8)	SP	360	430	430	430	430
	. MDP		360	430	430	430	430
	. Salto (9)	SP	240	200	475	475	475
	. MDF		0	0	275	275	275
	. Chapa		240	200	200	200	200
	% mercado		9%	7%	10%	10%	9%
5 ^a	Fibraplac	450	930	930	930	1.180	1.180
	. Glorinha	RS	450	930	930	930	930
	. MDP		0	480	480	480	480
	. MDF	SP	450	450	450	450	450
	. Campinas (10)	SP	0	0	0	250	250
	. MDF		0	0	0	250	250
	% mercado		7%	10%	10%	12%	11%
6 ^a	Masisa do Brasil	300	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050
	. Montenegro	RS	0	750	750	750	750
	. MDP		0	750	750	750	750
	. Ponta Grossa	PR	300	300	300	300	300
	. MDF	SP	300	300	300	300	300
	% mercado		5%	11%	11%	11%	10%
7 ^a	Bonet	60	60	60	60	60	60
	. Santa Cecília	SC	60	60	60	60	60
	. MDP		60	60	60	60	60
	% mercado		1%	1%	1%	1%	1%
8 ^a	Guararapes	0	180	180	180	180	180
	. Caçador	SC	0	180	180	180	180
	. MDF		0	180	180	180	180
	% mercado		0%	2%	2%	2%	2%
9 ^a	Sudati	0	180	180	180	180	180
	. Otacilio Costa	SC	0	180	180	180	180
	. MDF		0	180	180	180	180
	% mercado		0%	2%	2%	2%	2%

Continua

Continuação

		Painéis de madeira reconstituída					
Posição/empresa/fábrica	Estado	2008	2009 (P)	2010 (E)	2011 (E)	2012 (E)	2013 (E)
		mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³	mil m ³
10 ^a	Floraplac	0	0	180	180	180	180
	. Paragominas	0	0	180	180	180	180
	. MDF	0	0	180	180	180	180
	% mercado	0%	0%	2%	2%	2%	2%
	Total	6.480	9.150	9.155	9.155	9.835	10.465
	. MDP	3.110	4.810	4.610	4.610	4.610	5.240
	. MDF	2.770	3.930	4.135	4.135	4.815	4.815
	. Chapa	600	410	410	410	410	410
	Acréscimo anual nominal (mil m³)	580	2.670	5	0	680	630
	Acréscimo anual efetivo (mil m³)	580	1.939	938	2	442	648
CENÁRIO 1	Demanda (mil m³) @ 14,1% a.a.	5.202	5.283	6.075	6.910	7.859	8.965
	% de utilização da capacidade nominal	80%	58%	66%	75%	80%	86%
	% de utilização da capacidade efetiva*		63%	60%	75%	82%	86%
CENÁRIO 2	Demanda (mil m³) @ 10,3% a.a.	5.202	5.283	5.788	6.375	7.052	7.831
	% de utilização da capacidade nominal	80%	58%	63%	70%	72%	75%
	% de utilização da capacidade efetiva*	80%	63%	57%	70%	73%	75%

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados de empresas.

* “% de utilização da capacidade efetiva” considera a entrada de 65% da capacidade nominal no primeiro ano e 35% no segundo ano pós-operação.

- (1) . Considera a capacidade de produção de 250 mil m³/ano da fábrica antiga até 2009;
 - . Nova fábrica de MDF com capacidade de produção de 800 mil m³ em 2009;
- (2) . Não considera nova fábrica de MDP com capacidade de produção de 1.000 mil m³/ano, por causa de adiamento por tempo indeterminado;
- (3) . Desativação de fábrica de chapa de fibra com capacidade de produção de 150 mil m³/ano;
- (4) . Considera a capacidade de produção de 200 mil m³/ano da fábrica antiga até 2009;
 - . Nova fábrica de MDP com capacidade de produção de 700 mil m³/ano em 2009;
 - . Não considera nova linha de MDP, que ampliaria a capacidade de produção em 200 mil m³/ano, por causa de adiamento por tempo indeterminado;
 - . Fábrica incorporada da Satipel;
- (5) . Considera a capacidade de produção de 100 mil m³/ano da fábrica antiga até 2008 – linha cíclica;
 - . Fábrica incorporada da Satipel;
- (6) . Fábrica da antiga Tafisa Brasil;
- (7) . Novas fábricas de MDF e MDP com capacidade de produção de 650 mil m³/ano (em 2012) e 450 mil m³/ano (em 2013), respectivamente;
- (8) . Aumento de capacidade de produção em 2009 por conta de melhorias operacionais;
- (9) . Entrada em operação de nova linha de HDF/MDF, com capacidade de produção de cerca de 275 mil m³/ano;
- (10) Entrada de linha de MDF com capacidade de produção de cerca de 250 mil m³/ano em 2012.

No mercado de MDF, a maior aplicabilidade, sobretudo na construção civil, o deslocamento do consumo da chapa de fibra, a ser substituída pela variante HDF, e a ideia de que o MDF é o produto que substitui com mais eficácia a madeira maciça aumentam o potencial de crescimento do consumo, possibilitando perspectiva de crescimento de dois dígitos para esse painel nos próximos anos (em cerca de 15,7% a.a.). Quanto à utilização de capacidade instalada, tomando como base o contexto descrito e os investimentos anunciados, teríamos o ano de 2012 como um ano de considerável incremento de capacidade – com a entrada de Curitiba (SC) e Campinas (SP) –, quando a utilização estaria caminhando para o nível em que novos investimentos são viabilizados. Mantida a taxa de crescimento médio de dois dígitos, a capacidade adicional em 2012 seria absorvida no ano seguinte, iniciando-se novo ciclo de investimentos já em 2013.

A despeito da análise mais detalhada das perspectivas dos subsegmentos de painéis de madeira reconstituída, a análise quantitativa do segmento de painéis de madeira processada mecanicamente é impossibilitada pela dificuldade na obtenção de dados sensíveis, bem como pela pulverização e a consequente dificuldade na visibilidade de investimentos. O que se pode prever é que o mercado externo, bastante importante para esse tipo de painel, continuará retraído pelos efeitos da crise econômica internacional e da maior utilização do OSB¹⁵ e que, no âmbito interno, o consumo desse produto continuará sendo deslocado pelo consumo do MDP e do MDF. Nesse contexto, a perspectiva é de que os próximos anos não serão exatamente bons para o segmento de compensados.

No âmbito das tendências, além da completa substituição da chapa de fibra pelo HDF, por razões já descritas, ressalta-se o movimento de aumento de porte e de implantação de linhas de revestimento nas novas fábricas, o que agrega considerável valor ao produto e atende a uma demanda cada vez mais exigente. O processo de consolidação também deve permanecer latente. De acordo com a opinião de diversos especialistas consultados, bem como de executivos das principais empresas do setor, o processo de consolidação deve continuar. Espera-se para os próximos anos mais uma ou duas transações envolvendo fusão ou aquisição entre

¹⁵ *Oriented strand board* ou painel de tiras orientadas.

empresas do setor, com a escala tendo se tornado variável importante para a competitividade das empresas.

Não é possível perceber tendência mais clara quanto à integração da cadeia de suprimentos ou da cadeia produtiva,¹⁶ à maior utilização de bases de fundos florestais, nem ao ganho de mercado externo, assim como não é possível prever novas entradas de produtores de compensados no segmento de painéis de madeira reconstituída, como visto recentemente com a Sudati, a Guararapes e a Floraplac.

Referências

ABIMCI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. *Estudo Setorial 2008*.

DURATEX. Divisão Madeira. *Apresentação Corporativa*, nov. 2009.

EUCATEX. MDP Eucatex. A nova geração em painéis. *Marketing Indústria*, 2007.

MATTOS, René Luiz Grion *et al.* Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. *BNDES Setorial* 27, mar. 2008.

Sites consultados

Abimóvel – Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário: <http://www.abimovel.org.br>.

Abipa – Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira: <http://www.abipa.org.br>.

Berneck: <http://www.berneck.com.br>.

FGV – Fundação Getúlio Vargas: <http://portalibre.fgv.br/>.

Movelaria Paranista: <http://www.portalmoveleiro.com.br>.

Secex – Secretaria de Comércio Exterior: <http://www.mdic.gov.br/sitio>.

¹⁶ Não há evidências da possibilidade de integração para trás da indústria moveleira (maior consumidor consome na ordem de 120 mil m³/ano), nem para a frente da indústria de painéis.

O papel crescente das agências de crédito à exportação no setor aeronáutico e perspectivas a partir de 2010

Marcio N. Migon
Sergio B. Varella Gomes*

Resumo

As agências de crédito à exportação, conhecidas universalmente pela sigla ECA (de Export Credit Agency) e cujo papel no Brasil está a cargo do BNDES Exim, aumentaram consideravelmente o apoio às exportações de aeronaves fabricadas em seus respectivos países. Tal fato, que pode ser atribuído à deflagração da crise econômico-financeira atual, a partir de 2008, tem sido objeto de críticas, que são mais ou menos bem fundamentadas dependendo da visão de seus autores.

O objetivo deste artigo é examinar a evolução recente do posicionamento das ECAs no mercado aeronáutico internacional, com a pretensão de

* Respectivamente, chefe e gerente do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior do BNDES. Os autores agradecem os comentários e contribuições de Luciene Ferreira Monteiro Machado, superintendente da Área de Comércio Exterior do BNDES. Erros e omissões, como de praxe, são de integral responsabilidade dos autores.

lançar alguma luz sobre o debate em curso, além de analisar as perspectivas que se apresentam para a evolução do quadro atual no curto prazo.

Introdução

A atual situação de crise que afeta a economia mundial teve sua origem no sistema financeiro dos chamados países centrais, notadamente Estados Unidos e membros destacados da União Europeia. Apesar de toda crise comportar análises diversas – e frequentemente conflitantes – quanto às suas causas, parece haver consenso de que várias instituições financeiras de primeira linha desses países operaram, nos anos pré-crise, com excesso de alavancagem em relação aos riscos representados por ativos financeiros inovadores, cuja própria classificação de risco não correspondia à realidade.

Portanto, quando veio a crise, tais instituições financeiras passaram a ser vistas como portadoras de uma grande quantidade de *ativos tóxicos*. A solução para tal quadro desolador tem envolvido tanto a *limpeza* das demonstrações financeiras dessas empresas como, em vários casos, a injeção maciça de recursos financeiros governamentais, o que fez com que várias delas tivessem de atravessar períodos mais ou menos longos de estatização.

Do ponto de vista da *economia real*, a consequência do quadro acima delineado foi o chamado *credit crunch*, ou seja, a redução drástica no nível de liquidez de economias inteiras em vários cantos do planeta. Isso, naturalmente, afetou investimentos, mercados de capitais e até mesmo mercados de dívida para giro de curto e médio prazos. E, na esteira desse processo, milhares de empregos foram perdidos em cada país atingido, em função da expressiva redução da atividade econômica.

Nesse quadro, o setor aeronáutico foi impactado de forma inquestionável. Se nos anos pré-crise (até meados de 2008) chegou a haver até certa exuberância na oferta de financiamento à venda de aeronaves comerciais, tanto novas quanto usadas, a crise fez com que essa situação mudasse de forma preocupante. Instituições financeiras com atuação marcante nesse tipo de mercado, assim como mecanismos de mercado já longamente estabelecidos, como o de títulos de renda fixa, os chamados EETCs,¹ simplesmente desapareceram da noite para o dia [Chaput (2009)].

¹ *Enhanced equipment trust certificates*, mecanismo consolidado há décadas pela legislação financeira dos Estados Unidos.

Assim, com o setor financeiro privado incapaz de responder adequadamente à escassez de crédito que afetou o financiamento de aeronaves, foi uma consequência natural que as agências governamentais de crédito à exportação – conhecidas internacionalmente pela sigla ECAs² – tivessem de suprir tal lacuna em maior ou menor grau. No caso brasileiro, o BNDES e o Fundo Garantidor das Exportações (o FGE, sob a responsabilidade do Ministério da Fazenda) foram chamados a desempenhar tal tipo de papel, para que as exportações de aeronaves fabricadas no país não sofressem redução ainda maior do que aquela advinda do adiamento ou mesmo do cancelamento de diversas entregas.

No entanto, tal incremento de atuação das ECAs, no Brasil e no mundo, tem sido objeto de críticas mais ou menos bem fundamentadas, algumas das quais reproduzidas na próxima seção. O objetivo deste artigo é examinar a evolução recente do posicionamento das ECAs no mercado aeronáutico internacional, com a pretensão de lançar alguma luz sobre o debate em curso e examinar as perspectivas que se apresentam para a evolução do quadro atual no curto prazo.

O quadro histórico

Muito embora, do ponto de vista estrito da teoria econômica, seja concebível que um país tenha considerável base industrial exportadora e prescindir de uma ECA, na prática, essa é uma hipótese de difícil comprovação. No setor aeronáutico, pode-se mesmo afirmar que todos os países de alguma importância na fabricação e na exportação de aeronaves contam com a sua ECA. Tais instituições não pretendem concorrer com o mercado privado de crédito nem inibir seu desenvolvimento. Pelo contrário, seu intuito sempre foi complementá-lo em determinadas circunstâncias e segmentos que ficariam, de outra forma, desatendidos.

Assim, um olhar sobre o passado recente mostrará que a participação dos diversos atores desse mercado apresentou a trajetória especificada no Quadro 1.

Conclui-se, portanto, que a contribuição das ECAs não ultrapassou, na média do período analisado, um quarto do montante requerido pelas

² *Export credit agencies*. Nos Estados Unidos, trata-se do US Ex-Im Bank; na França, da Coface; no Reino Unido, da ECGD; na Alemanha, da Hermes; no Canadá, da EDC, entre outras.

Quadro 1 | Participação das diversas fontes de financiamento no mercado de aeronaves

Fontes de financiamento à venda de aeronaves para as empresas aéreas (2002-2008)	Contribuição anual relativa
Fabricantes de aeronaves	Reduziu-se de 5% para 0%
Recursos próprios ou equivalentes	Oscilou entre 17% e 22%
Dívida bancária	Oscilou entre 20% e 35%
ECAs (agências governamentais de crédito à exportação)	Oscilou entre 10% e 25%
Empresas de <i>leasing</i> de aeronaves	Oscilou entre 25% e 40%

Fonte: Elaborada com base em dados do Seabury Aviation and Aerospace [Chaput (2009)].

empresas aéreas para compor as suas frotas em todo o mundo. É importante notar que o período em tela vai do ano seguinte aos eventos de 11 de setembro de 2001, quando o tráfego aéreo mundial sofreu uma queda brusca, até o ano de início da crise atual, que se tornou claramente manifesta a partir do seu segundo semestre.

Dado que os financiamentos oferecidos diretamente pelos fabricantes são sempre iniciativas de último recurso (sempre feitas de forma pontual e em último caso), tem-se que os créditos oriundos das ECAs parecem ocupar a última ou, no máximo, a penúltima posição efetiva em importância relativa em períodos de razoável normalidade dos mercados. A isso se deve acrescentar que, ao contrário dos demais participantes desse mercado, as ECAs não dispõem, sem exceção, de departamentos comerciais, de *marketing* ou vendas em suas estruturas funcionais. Ou seja, as operações de financiamento que eventualmente realizam são, essencialmente, *levadas* a elas pelos fabricantes de aeronaves de seus respectivos países. Assim, as ECAs podem ser vistas como provedoras de crédito à comercialização de último recurso, ou seja, de linhas de crédito também conhecidas por *backstop*.

No entanto, tais constatações objetivas – isto é, de que as ECAs atuam em nichos de mercado e, assim mesmo, somente quando solicitadas – parecem não ensejar uma percepção incontroversa sobre o papel que lhes cabe e, principalmente, sobre as consequências de sua atuação. Entre as opiniões mais frequentemente expressas pela chamada *sabedoria convencional* (ou senso comum), encontram-se os seguintes exemplos:

ECAs são o fator estabilizador no financiamento de aeronaves; elas atuam de forma anticíclica em relação aos mercados de capitais e de dívida; é nos períodos de desaquecimento da economia que as ECAs têm a sua atuação mais ativa [Weijer apud Littlejohns (1996)];

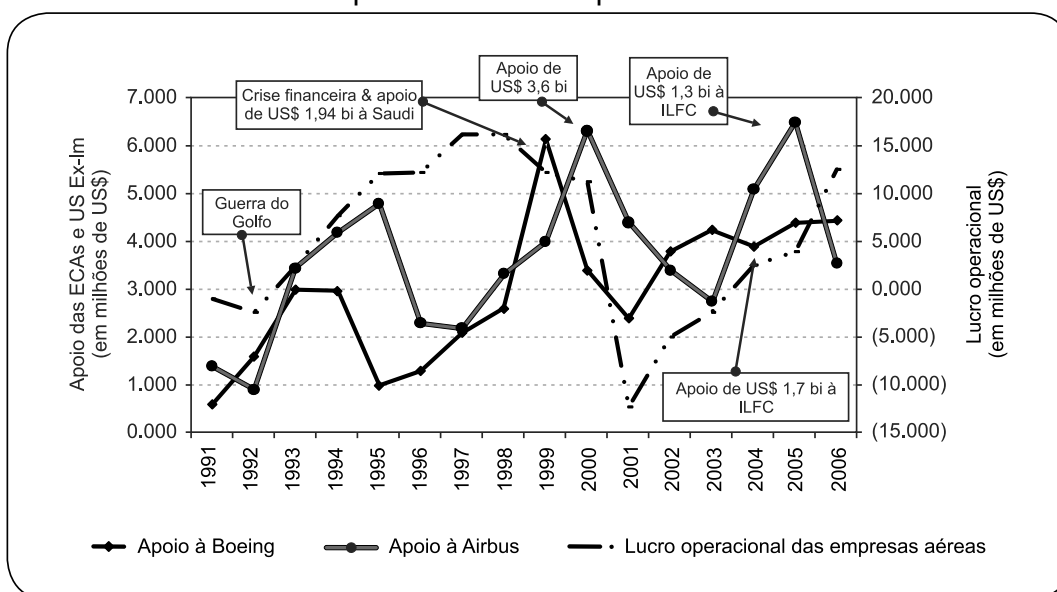
Financiamentos com garantias governamentais geram fortes distorções no mercado [Marcus Ott, Lufthansa (2010)];

Com medo de perder um negócio para a concorrência (ou seja, outra ECA), que poderia oferecer melhores condições financeiras, as ECAs estão atualmente financiando para além das “desafortunadas” empresas aéreas para as quais o mercado privado apresenta restrições de financiamento... [Weijer (2007)].

Portanto, as visões retratadas vão desde o reconhecimento tácito do papel anticíclico das ECAs, passando pela contestação frontal de sua atuação, até considerações sobre o impacto no mercado da eventual concorrência entre elas. Não se trata, assim, de um quadro claro, incontroverso e encorajador como seria desejável para, afinal de contas, entidades governamentais que operam em nome do Estado e com recursos públicos.

Dada assim a controvérsia existente, cabe a pergunta fundamental: será que a atuação das ECAs seria de todo dispensável? O Gráfico 1 sintetiza

Gráfico 1 | Apoio das ECAs europeias à Airbus e do US Ex-Im Bank à Boeing versus lucro operacional das empresas aéreas



Fonte: Weijer (2007).

a atuação das agências em um longo período, precedente à crise atual e *vis-à-vis* o resultado financeiro consolidado das empresas aéreas.

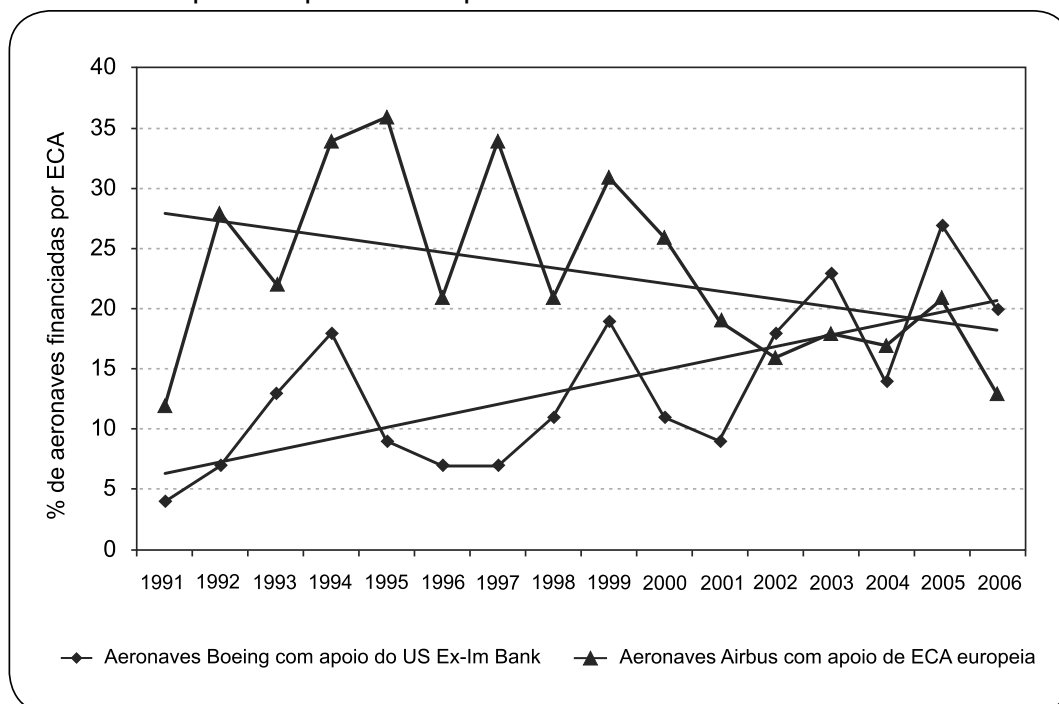
O primeiro ponto a notar é que o apoio das ECAs europeias às exportações da Airbus, assim como o apoio do US Ex-Im Bank às exportações da Boeing, é bastante variável no tempo. Vai de algo em torno de US\$ 1 bilhão até US\$ 6,5 bilhões por ano. O segundo ponto é que os picos do apoio governamental ao financiamento de aeronaves estão sempre defasados em relação aos anos em que as empresas aéreas apresentaram quedas em seus resultados operacionais (tal defasagem situa-se numa faixa de dois a três anos). Como o ciclo que compreende a assinatura do contrato de compra e venda, a produção das aeronaves (do tipo Boeing ou Airbus) e o início das entregas geralmente leva de dois a três anos, isso sugere que são as encomendas feitas nas épocas de *vacas magras* das empresas aéreas que *puxam* a participação das ECAs. As quase exceções a essa regra, representadas pelos picos de 1999 para aeronaves Boeing e de 2000 para aeronaves Airbus, devem-se a casos únicos: um apoio de quase US\$ 2 bilhões do US Ex-Im Bank para a empresa aérea da Arábia Saudita, no primeiro caso, e outro de US\$ 3,6 bilhões das ECAs europeias para aeronaves Airbus adquiridas pela ILFC, uma das maiores arrendadoras de aeronaves do mundo.

Constata-se, assim, que o apoio das ECAs varia bastante conforme as condições econômicas e de saúde financeira do setor aéreo, além de envolver, em alguns casos, negócios de montantes extraordinários para um único cliente. Novamente, tem-se a impressão de que as ECAs agem apenas quando solicitadas e em resposta a pleitos específicos, alguns diriam que suprimindo certas falhas de mercado, sem apresentar, pois, uma atuação sistemática como a do setor financeiro privado. Como visto, tal volatilidade nos desembolsos se expressa também em termos de valores monetários absolutos.

Se, de outro lado, parte-se para o exame da contribuição relativa das ECAs às vendas de Boeing e Airbus, uma nova dimensão é acrescentada à análise, conforme exposto no Gráfico 2.

Ao longo de mais de 15 anos, antes da crise atual, o apoio aos dois maiores fabricantes de aeronaves do mundo por parte das agências governamentais de seus respectivos governos convergiu para o patamar de 20%

Gráfico 2 | Percentual de entregas de aeronaves da Airbus e da Boeing apoiadas por suas respectivas ECAs



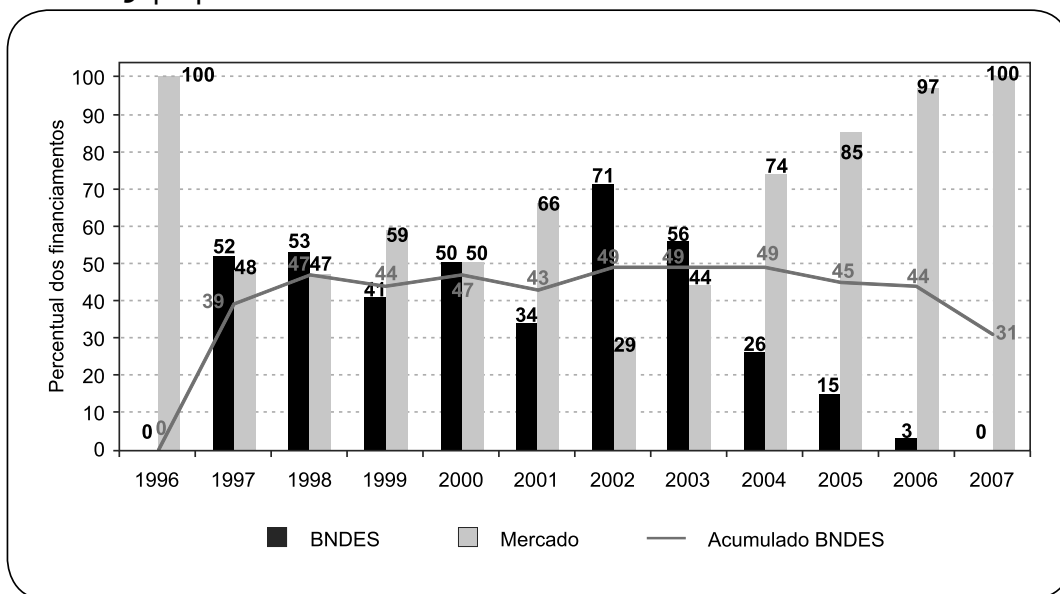
Fonte: Weijer (2007).

das vendas totais. É até compreensível que o apoio oficial à Airbus tenha sido maior nos anos 1990, relativamente ao obtido pela Boeing, pois em épocas mais remotas aquele fabricante tinha uma fatia de mercado bem menor (15% a 30%), o que certamente lhe dificultava o acesso a financiadores privados. No período mais recente, em que Boeing e Airbus dividem em fatias iguais o mercado mundial de aeronaves acima de 130 assentos, a convergência mostrada ocorreu de forma natural (e parece justo, portanto, dar-se o devido reconhecimento aos países europeus pelo que seria uma política industrial bem-sucedida).

Por conseguinte, se em termos absolutos o apoio governamental às vendas de Boeing e Airbus pode ter oscilado razoavelmente ao longo dos anos pré-crise atual, em termos relativos esse apoio claramente convergiu para apenas uma aeronave em cada cinco vendidas nos anos imediatamente anteriores à crise. Parece claro que o mercado de crédito privado poderia conviver – como, aliás, conviveu – em paz com tal situação.

Essa análise não poderia prescindir de ser complementada com o caso do Brasil. O Gráfico 3 procura sintetizar o apoio oficial de crédito à exportação recebido pelo principal fabricante brasileiro de aeronaves.

Gráfico 3 | Apoio do BNDES – Jatos comerciais



Fonte: Embraer.

Não parece difícil constatar que, ao longo do tempo, a evolução do apoio oficial à Embraer deu-se – nos anos pré-crise atual – em moldes não muito diferentes do apoio das ECAs europeias à Airbus. Isto é, na *infância* pós-privatização do fabricante brasileiro, o apoio deu-se em nível bastante substancial, em vista da pequena fatia de mercado dos novos tipos de aeronaves brasileiras em produção naquela época (a família do ERJ-145), o que, evidentemente, não atraía os financiadores privados. É razoavelmente esperado que entrantes precisem de ferramentas adicionais para superar as barreiras à entrada eventualmente erguidas pelos incumbentes.

À medida que as sucessivas famílias de aeronaves comerciais a jato da Embraer alcançavam fatias cada vez maiores de mercado (a família atual de E-Jets E170/190 detém mais de 50% do mercado atual para esse tipo de aeronave), a participação do BNDES foi encolhendo progressivamente, por já não ser mais tão necessária nos anos mais recentes pré-crise atual. E estava em vias de desaparecer ou, no máximo, situar-se na mesma faixa do que ocorreu com as suas congêneres americana e europeia.

Constata-se, assim, que o apoio oficial varia conforme a relativa maturidade das aeronaves financiadas, ou seja, com o grau de aceitação com que os agentes financiadores privados passam – ao longo do tempo – a (re) avaliar seu apetite para esse tipo de financiamento. Isso suscita a pergunta: que outras características desse mercado poderiam indicar alternância

e/ou complementaridade entre o papel desempenhado pelas ECAs e os agentes financiadores privados? Três dessas características parecem se destacar sobremaneira, de acordo com uma pesquisa finalizada no período imediatamente pré-crise [Weijer (2007)].

A primeira diz respeito a que tipo de aeronave é mais frequentemente objeto de financiamento por meio de ECAs: as de fuselagem estreita (*narrow bodies*), geralmente utilizadas para ligações domésticas ou internacionais de curto/médio alcance, ou as de fuselagem larga (*wide bodies*), geralmente empregadas em ligações internacionais de longo curso? A resposta é claramente favorável ao segundo tipo, que apresenta até preços unitários bastante superiores aos do primeiro tipo (US\$ 120 milhões a US\$ 300 milhões *versus* US\$ 40 milhões a US\$ 70 milhões). Mas essa não é exatamente a explicação para tal fato.

Desde meados da década de 1990, uma característica essencial predomina em todo o setor de financiamento de aeronaves, em qualquer ponto do planeta: é o fato de que a garantia oferecida ao financiamento concedido (seja à empresa aérea, seja às empresas especializadas em *leasing* de aeronaves) é, essencialmente, representada pela própria aeronave. Isso se tornou o padrão do mercado desde que a legislação dos Estados Unidos criou, em 1993, o dispositivo legal que permite a retomada da aeronave, em favor do credor, caso a inadimplência financeira já tenha ultrapassado 60 dias de prazo. Isso veio somar-se ao fato de que aeronaves, além de serem bens móveis por excelência, são ainda registráveis. Como a certificação do produto é relativamente harmonizada ao redor do globo, aeronaves têm potencial de recomercialização na maior parte dos países e, por conseguinte, retêm certo valor intrínseco de razoável previsibilidade por até 10 a 15 anos à frente.³ Com isso, os financiadores – agentes privados ou governamentais – passaram a ter uma visão bastante mais apurada dos riscos envolvidos e começaram a desenvolver metodologias adequadas para aquilo que veio se consagrar com o nome de *asset backed finance*, ou seja, financiamento com base no (próprio) ativo. Havendo inadimplência, a aeronave seria retomada em prazo relativamente curto, revendida e, com o

³ Existem hoje no mundo mais de 10 empresas especializadas em produzir estimativas de valores futuros para a recomercialização de praticamente todas as aeronaves comerciais. Elas são conhecidas pelo nome de *appraisers* (avaliadores), dada a natureza da função que desempenham. Ademais, aeronaves geralmente têm vida útil superior a 30 (trinta) anos, o que faz com que prazos de financiamento de 10 ou 15 anos sejam bem conservadores.

valor assim apurado, quitar-se-ia o saldo devedor da porção originalmente financiada do preço à vista da aeronave.

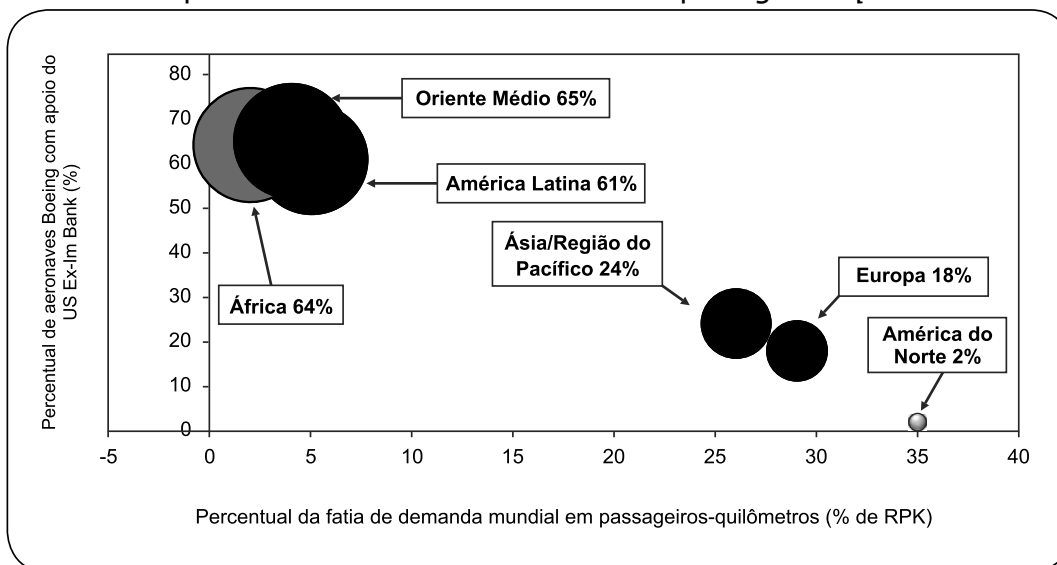
Ocorre que a experiência demonstrou que a recomercialização de aeronaves *narrow body* costuma ser mais rápida e tem menores custos – especialmente de readequação ao novo cliente – do que as aeronaves *wide body*. Assim, os agentes financiadores privados preferem financiar aeronaves do tipo Boeing 737 e Airbus A320 a um Boeing 747 ou a um Airbus A340, por exemplo. Isso fez com que esse último tipo de aeronave passasse, nos anos pré-crise atual, a compor de forma mais robusta as carteiras de financiamento das ECAs americana e europeia.

A segunda característica do mercado levantada na pesquisa pode ser ilustrada com um exemplo tão singelo quanto significativo: por que a Korean Airlines era, até o ano de 2007, a empresa aérea líder em receber apoio do US Ex-Im Bank, com cerca de US\$ 3,5 bilhões contabilizados? A resposta é que aquela empresa tem, como parte significativa de seus negócios, a atividade de carga aérea. No caso da Korean, isso requer a utilização de grandes aeronaves exclusivamente cargueiras, o que significa que ela dispõe de frota considerável de Boeings 747-Freighter. Como o mercado secundário para esse tipo de aeronave é considerado rarefeito, os agentes privados não tiveram, aparentemente, apetite para esse tipo de risco, e a solução foi obter o apoio do US Ex-Im Bank. Novamente, constata-se a seletividade com que os agentes financiadores privados decidem sobre a composição de suas carteiras de financiamento.

A terceira e última característica diz respeito à distribuição geográfica dos financiamentos concedidos, conforme apresentada no Gráfico 4.

Percebe-se, assim, que quase dois terços das aeronaves Boeing vendidas para mercados emergentes – América Latina, Oriente Médio e África – receberam apoio oficial da ECA americana. Já o mercado mais maduro da Ásia/Região do Pacífico necessitou de apoio em menos de um quarto das aeronaves entregues. O apoio do US Ex-Im Bank é pequeno na América do Norte, pois ele não atua em seu mercado doméstico (sobrando, portanto, apenas os mercados do Canadá e México). Tal apoio também é reduzido no continente europeu, não atingindo um quarto das aeronaves Boeing. Isso se deve a um acordo informal celebrado entre a ECA americana e

Gráfico 4 | Proporção de aeronaves com apoio do US Ex-Im Bank versus fatia percentual da demanda mundial em passageiros-quilômetros



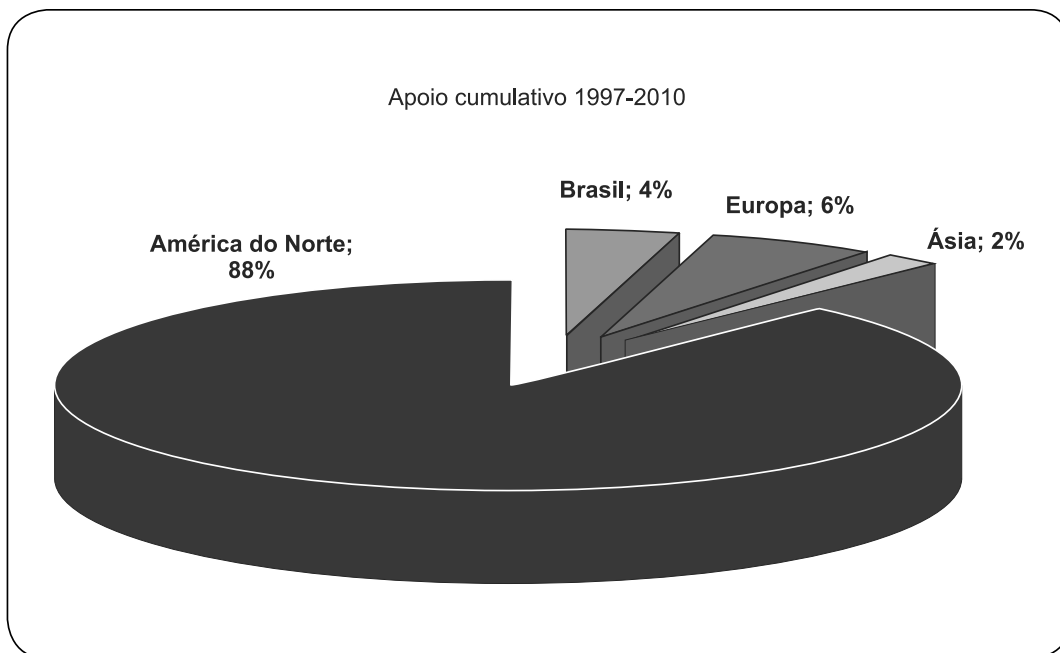
Fonte: Weijer (2007).

suas contrapartes localizadas nos quatro países que integram o consórcio Airbus – denominado *home market rule*. Em virtude de tal entendimento, a ECA americana não apoia vendas da Boeing nos Estados Unidos nem nos países europeus que sediam operações industriais da Airbus – Reino Unido, França, Alemanha e Espanha – e, da mesma forma, as ECAs europeias atuam com respeito a aeronaves Airbus, quando demandadas nos Estados Unidos. De qualquer forma, o quadro geral que se apresenta denota que os agentes de financiamento privado atuam essencialmente nos mercados maduros, enquanto a ECA foca seus recursos em mercados emergentes.

Em contraponto, a distribuição geográfica da atuação do BNDES em apoio à Embraer se dá na mão inversa, como mostra o Gráfico 5.

Nesse caso, e como aqui se trata da carteira acumulada pelo BNDES em mais de uma década de atuação, a inferência é que, embora não houvesse escassez de recursos privados para os mercados em questão, os agentes privados não tiveram apetite substancial para o risco representado pela recomercialização (havendo um eventual inadimplemento) da maior parte das aeronaves da Embraer em boa parte do período abarcado. Certamente, o papel de entrante da Embraer no mercado de aeronaves regionais a jato (até 120 assentos para passageiros) teve influência sobre a capacidade de agentes privados tomarem os riscos financeiros

Gráfico 5 | Distribuição geográfica do apoio do BNDES à exportação de aeronaves brasileiras



Fonte: Weijer (2007).

associados aos ERJ-145. Vale mencionar ainda que o próprio futuro da Embraer, no fim da década de 1990, era algo sobre o qual ainda pesavam dúvidas, em linha com o então declínio ou mesmo falência de outros fabricantes tradicionais de aeronaves regionais (tais como, respectivamente, a sueco-americana Saab-Fairchild e a holandesa Fokker).⁴ Isso se modificou bastante com a nova família dos E-Jets, que consolidou a Embraer pós-privatização e fez com que o apoio do BNDES entrasse em queda nos anos que precederam à crise atual, como já visto. Mas persiste a constatação de que, ao longo do tempo, os agentes financiadores privados têm na seletividade do risco um dos pilares de sua atuação.

O consenso pré-crise

A breve revisão do histórico de atuação das ECAs, *vis-à-vis* a atuação dos agentes financiadores privados, feita na seção anterior, permite que se ponha em perspectiva o real papel por elas desempenhado no período imediatamente pré-crise. A literatura especializada indica que a busca

⁴ Além de tudo o que já se comentou até este ponto acerca da capacidade de retenção de valor no tempo de uma dada aeronave, é importante mencionar que uma primeira causa possível de perda brusca de valor é a falência do fabricante.

do consenso sobre a importância das ECAs poderia se dar ao longo das linhas principais apresentadas nos itens a seguir.

a) No que tange às ECAs:

Se por um lado elas têm de apoiar empresas aéreas com classificação de risco mais elevado, por outro lado seus respectivos governos demandam que atinjam o equilíbrio financeiro, ou mesmo gerem um pequeno lucro. Isto torna atraente para as ECAs financiar algumas das empresas aéreas mais ricas e saudáveis, de forma a obter uma melhor taxa de risco/retorno [Weijer (2007)].

b) No que tange aos agentes financiadores privados:

Os bancos também procuram gerenciar as suas exposições ao setor aeronáutico ao participarem de financiamentos com ponderação de risco reduzida ou mesmo igual a zero, atendendo aos regulamentos de alavancagem financeira. A garantia fornecida por uma ECA é uma das maneiras de se atingir isto [Littlejohns (1996)].

c) No que tange às empresas aéreas:

O apoio proporcionado pelas ECAs também contribui para que as empresas aéreas atinjam o melhor custo financeiro global, quando comparado com outras alternativas de financiamento eventualmente disponíveis [Littlejohns (1996)].

Parece, portanto, razoável que as observações feitas acima levem à montagem de um quadro de relativa harmonia. Neste, as instituições de mercado – o mercado de capitais e os bancos, isto é, os agentes financiadores privados – e as ECAs formariam um tecido orgânico, capaz de avançar e progredir atravessando os ciclos econômicos com relativa segurança. Assim, na parte de crescimento do ciclo, as ECAs complementariam a atuação dos agentes privados, dado o apetite bastante seletivo destes para o risco, o que não quer dizer que os montantes totais de financiamento por eles subscritos seja baixo, muito pelo contrário (ver item a seguir). Já na parte de desaquecimento, ou mesmo de recessão, do ciclo, as ECAs impediriam rupturas significativas, tanto da produção de aeronaves quanto da sua incorporação às empresas aéreas.

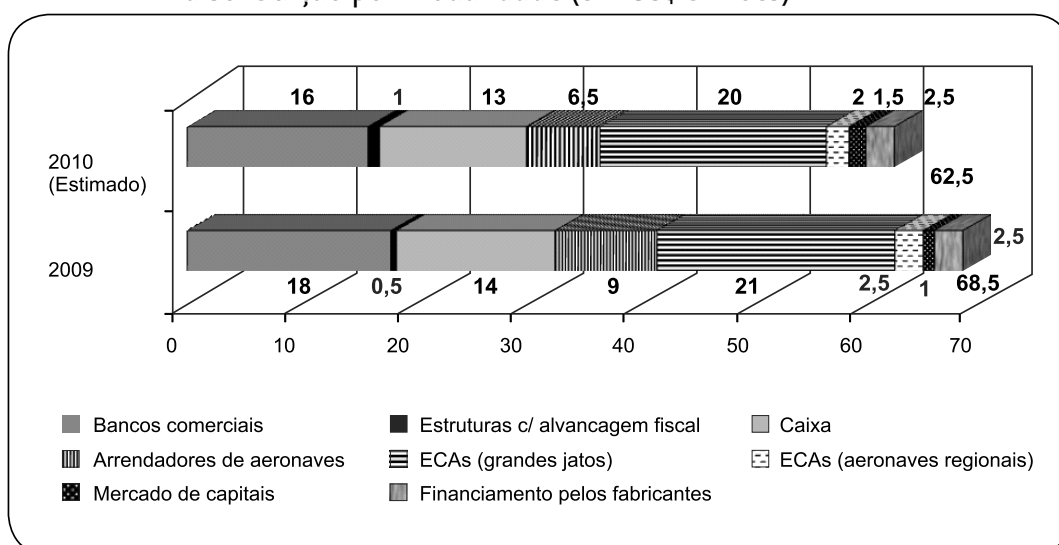
Tal quadro assim delineado, e que encontrava ampla aceitação pelo mercado, tem sido posto em cheque com a deflagração da presente crise, como se verá a seguir.

Os desdobramentos da crise

Com a deflagração da crise de forma mais ampla e perceptível já no segundo semestre de 2008 (o colapso do Banco Lehman Brothers, em 15 de setembro daquele ano, foi seu *marco referencial*), os reflexos para o setor aeronáutico e de transporte aéreo não demoraram a se fazer sentir. O tráfego de passageiros sofreu quedas na faixa de 9% a 15% nos 12 meses seguintes, na escala global, e o de carga aérea afundou entre 18% e 25%. Do ponto de vista das ECAs, o impacto sentido decorreu do fato de que a crise se originou no sistema bancário. Com isso, os agentes financiadores privados viram-se, em maior ou menor grau, impossibilitados de desempenhar o papel que tradicionalmente lhes coube.

O setor de financiamento de aeronaves passou a ser assombrado pelo estigma do chamado *funding gap*, ou seja, o setor como um todo falharia em honrar os compromissos de financiamento assumidos no período pré-crise, por apresentar uma clara deficiência de recursos. Estimativas para 2009 apontavam para a faixa de US\$ 6 bilhões a US\$ 10 bilhões como o tamanho desse *gap* [Whyte (2009)]. O Gráfico 6 ilustra o que ocorreu, assim como tenta estabelecer qual seria o desdobramento para o ano em curso.

Gráfico 6 | Financiamento de aeronaves entregues em 2009-2010 – distribuição por modalidade (em US\$ bilhões)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados disponíveis em Leeuween (2010).

Na prática, o que ocorreu foi um quadro de adaptação à crise, com nuances mais ou menos complexas requeridas pelo ajuste feito. Em resumo:

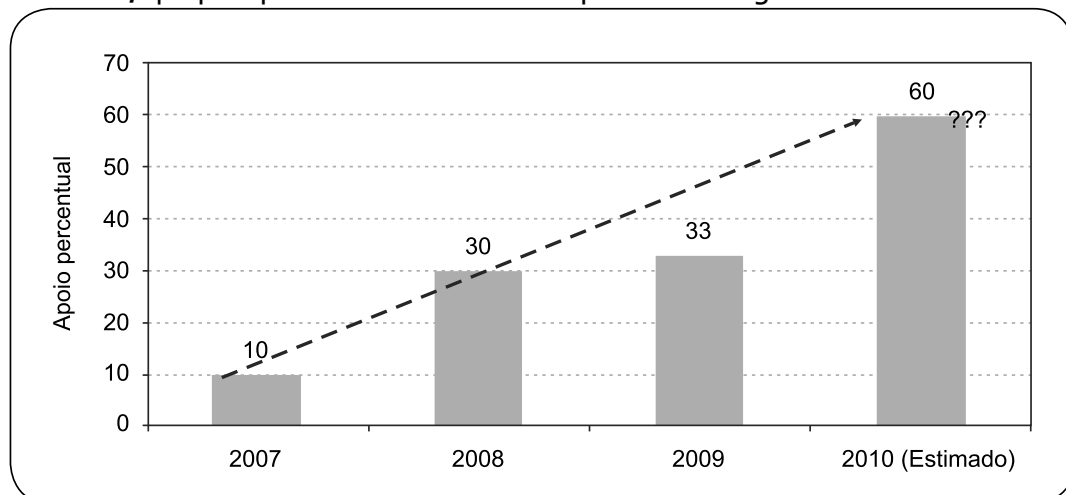
- os principais fabricantes de aeronaves *recalibraram* sua produção. Os *grandes* – Boeing e Airbus – cancelaram os procedimentos de aumento da produção então em curso, ao mesmo tempo em que reativaram seus braços financeiros para financiamento direto às empresas aéreas para casos *pontuais*; os fabricantes de jatos de menor porte ou regionais – Embraer e Bombardier – reduziram sua produção em até 25%. Todos reduziram seus contingentes de mão de obra, por meio de demissões diretas ou de terceirizados;
- em consonância com o quadro do item anterior, diversas empresas aéreas cancelaram ou postergaram (por até 24 meses) o recebimento de novas aeronaves. Outras empresas se reprogramaram para adiantar recebimentos de aeronaves, compensando parcialmente aquelas que as postergaram;
- as ECAs aumentaram dramaticamente a sua atuação. O conjunto das europeias, em apoio à Airbus, e a americana, em apoio à Boeing, praticamente dobraram sua participação anual no financiamento às vendas do setor aeronáutico. Saíram de uma média anual de US\$ 4 bilhões a US\$ 6 bilhões para a faixa de US\$ 9 bilhões a US\$ 11 bilhões. Embora operando com recursos financeiros de muito menor monta, as ECAs de Brasil e Canadá aumentaram substancialmente o percentual de apoio às vendas de seus respectivos fabricantes (ver adiante);
- como as ECAs europeias, assim como o US Ex-Im Bank, operam essencialmente fornecendo garantias de crédito (ao contrário do BNDES e da EDC canadense, que precisam captar e desembolsar recursos para o financiamento de aeronaves), a crise de liquidez gerou consequências diversas: no caso europeu, o governo francês instituiu um *fundo de liquidez* de até € 5 bilhões em apoio às vendas da Airbus; nos Estados Unidos, o US Ex-Im Bank aumentou os seus desembolsos diretos (que até então sempre tiveram um caráter absolutamente residual) e passou, pela primeira vez na história, a garantir operações com títulos do mercado financeiro (e não bancos), como a feita para a empresa Emirates [Ott (2010)].

Conclui-se, portanto, que o “grande ajuste” teve contribuições importantes de todos os participantes. Assim, a quantidade de aeronaves comerciais a jato que teriam sido produzidas e não entregues em 2009 (ou seja, teriam sido *adiadas* para 2010) atingiria um número desprezível (seria inferior a cinco), de acordo com estimativas não oficiais (as únicas existentes) do setor veiculadas em seminário internacional este ano [12th European Airfinance Conference (2010)]. Porém, se for possível abstrair o drama humano dos empregados que perderam seus empregos em todo o mundo em função desse ajuste, parece claro que a contribuição mais substancial para mitigar os efeitos da crise veio justamente das ECAs, principalmente pelo aumento da magnitude de sua atuação em período relativamente curto.

As perspectivas e os desafios

Diante do ocorrido e exposto nas seções anteriores, duas lições parecem surgir da atuação recente das ECAs. A primeira é que elas têm de aumentar o volume do apoio financeiro – seja na forma de garantias, seja na forma de desembolsos – em termos absolutos, em épocas de desaquecimento, ou mesmo de crise, do ciclo econômico. A segunda é que novos instrumentos têm de ser concebidos, desenvolvidos e implantados em face da nova realidade que se mostra. São exemplos disso o *fundo de liquidez* da França e a operação com títulos do mercado de capitais garantida pelo US Ex-Im Bank. As figuras a seguir, Gráficos 7 e 8, ilustram as perspectivas que se apresentam para a atuação de ECAs.

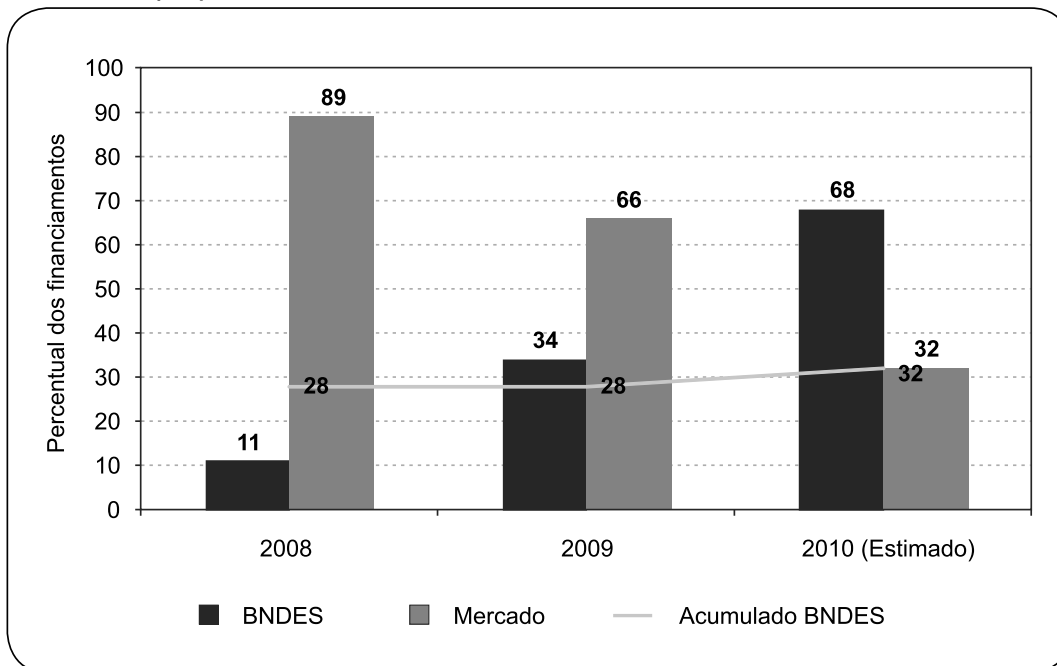
Gráfico 7 | Apoio percentual das ECAs europeias às entregas de aeronaves Airbus



Fonte: Elaboração própria, com base em dados disponíveis em Ott (2010).

Não existe dúvida de que o prognóstico para o conjunto das ECAs europeias é bastante significativo em termos de aumento de sua exposição ao setor aeronáutico. No caso brasileiro, o quadro prospectivo também não é muito diferente, conforme se vislumbra no Gráfico 8.

Gráfico 8 | Apoio do BNDES – Jatos comerciais



Fonte: Embraer.

Em recente pronunciamento público, o vice-presidente financeiro da Embraer, Luiz Carlos Aguiar, parece ter resumido em poucas palavras a situação que está se delineando:

Aguiar diz que, apesar de ainda existir escassez de crédito no mercado para financiamento de aviões, a situação hoje nessa área também está melhor que em 2009. “Temos conseguido controlar bem esse problema e todas as nossas entregas em 2009 foram financiadas. O BNDES, que até o ano passado apoiou 35% das operações de exportação, este ano terá participação ainda maior nos negócios da companhia. O apoio do BNDES deve aumentar para 65% e 35% virá do mercado privado. Para 2011 esperamos uma melhora e já estamos sendo procurados por instituições financeiras privadas, com interesse em nossos aviões novamente”, explicou. Outro indicador positivo para a empresa este ano, segundo o executivo, é que não houve mais nenhum registro de adiamento de entregas de aeronaves ou cancelamento de encomendas [Silveira (2010)].

Se essa é a perspectiva, o que poderia impedir as ECAs de desempenhar adequadamente seu papel daqui para a frente? Ocorre que a atuação presente, por alguns entendida como ideal ou, no mínimo, como harmoniosa, se comparada com a atuação em outros períodos de retração econômica, dá margem para que persistam os questionamentos e desafios historicamente levantados por certos estamentos sociais. Não é por outro motivo que tanto a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com sede em Paris, quanto a Organização Mundial do Comércio (OMC), com sede em Genebra, debruçam-se permanentemente sobre questões do comércio internacional de aeronaves. O restante desta seção expõe a dinâmica da regulação internacional sobre o tema, evidenciando o desafio presente de encontrar o tamanho exato que a atuação das ECAs no setor aeronáutico deve ter.

Com a finalidade de disciplinar a atuação do conjunto das ECAs europeias *vis-à-vis* a atuação do US Ex-Im Bank, os países que estavam por trás de cada uma delas firmaram, no âmbito da OCDE, o Large Aircraft Sector Understanding⁵ (LASU), em 1986. Como o Brasil e o Canadá não fabricavam aeronaves de grande porte, ficaram de fora desse acordo.

Isso fez com que as atuações diferenciadas do BNDES, do Brasil, e da EDC, do Canadá, levassem esses dois países a protocolar suas divergências progressivamente em um painel de solução de controvérsias da OMC, processo que se arrastou por vários anos, desde o fim da década de 1990 até os primeiros anos deste século. As questões entre Brasil e Canadá, no âmbito da OMC, não chegaram a bom termo, apesar de ter sido concedido a cada país o direito de *retaliar comercialmente* o outro em valores que alcançavam centenas de milhões de dólares.

A pacificação de fato só viria com a assinatura do Aircraft Sector Understanding⁶ (ASU), novamente no âmbito da OCDE, em 2007. Apesar de não integrar a OCDE, dada a relevância da Embraer, o Brasil participou ativamente desse novo texto, assim como a grande maioria dos países produtores de aeronaves. Todavia, as regras estabelecidas pelo ASU – que teve a pretensão de instituir regras para apoio financeiro público a quase todas as aeronaves fabricadas no planeta – não são homogêneas. Há um conjunto de regras para as aeronaves de grande porte (essencialmente

⁵ Entendimento Setorial sobre Aeronaves de Grande Porte, numa tradução livre.

⁶ Entendimento Setorial sobre Aeronaves em Geral, numa tradução livre.

Boeing e Airbus) e outro que se aplica a todas as demais – inclusive as fabricadas no Brasil e no Canadá e as da chamada aviação geral (de pequeno porte).

Ocorre que recentemente o fabricante canadense – a Bombardier – lançou o projeto de uma aeronave que, pela faixa de assentos abarcada pelas suas diversas versões (110 a, potencialmente, 149), concorre diretamente com alguns Boeing e Airbus e, parcialmente, com algumas aeronaves da Embraer. Tentativas de estabelecer uma solução rápida ao longo de 2009 fracassaram. Assim, as delegações na OCDE dos países envolvidos – inclusive o Brasil – têm agora o desafio de tentar unificar as regras do ASU até 31 de dezembro do corrente ano.

Além disso, a *crise de liquidez* atual fez com que as regras para o financiamento de aeronaves estabelecidas no ASU se tornassem mais atraentes do que aquilo que, em geral, é oferecido pelos agentes financeiros privados. Isso levou as empresas aéreas dos países afetados pela já mencionada *home market rule*⁷ a reclamar ferozmente: alegam que empresas concorrentes, às vezes até de países limítrofes, desfrutam de um benefício injusto nas suas aquisições de aeronaves. Assim, a questão do *home market rule* acabou por influenciar o processo de busca pela unificação das regras do ASU, o que tem feito com que todo o processo adquira uma complexidade formidável.

Por fim, resta ainda o desafio da implementação do chamado Tratado da Cidade do Cabo, firmado em 2001, conhecido universalmente pela sigla em inglês CTC. A finalidade de tal tratado foi a de uniformizar o regramento jurídico de cada país com as melhores práticas estabelecidas, o que resultaria em segurança jurídica para os financiadores do comércio internacional de bens móveis (de trens a satélites, passando por aeronaves). O Protocolo Aeronáutico do CTC passou a vigorar em 2006 e já foi ratificado por mais de 30 países. É de grande interesse das ECAs, na medida em que estabelece a retomada da aeronave da empresa aérea inadimplente, sem grandes complicações e após um prazo de tratativas e negociações de poucos meses. Assim, no âmbito do ASU, existe até uma diferenciação, com condições financeiras mais vantajosas para os países que aderirem ao CTC.

⁷ Ou seja, Estados Unidos, Reino Unido, França, Alemanha e Espanha.

O desafio de sua implementação, entretanto, permanece: não é sempre cristalino que cada país, oficialmente aderente ao tratado, tenha feito as modificações legais na sua legislação interna, de forma que o regimento prescrito no CTC prevaleça inquestionavelmente numa eventual disputa. E isso é de interesse tanto dos agentes financiadores privados quanto das ECAs.

Conclusões

Um olhar isento sobre os fatos e avaliações aqui apresentados dificilmente deixará de concluir que as ECAs têm desempenhado um papel indispensável ao longo da história, no que tange ao financiamento de aeronaves. E isso ganha ainda mais relevância quando se considera que instituições governamentais não costumam nascer de um dia para o outro, funcionando a todo vapor. Geralmente, levam tempo para se estruturar, atingir a maturidade operacional e, então, apresentar resultados relevantes para as sociedades que as patrocinam.

A crise atual gerou demandas extraordinárias para as ECAs, o que fez com que pelo menos um alto executivo do US Ex-Im Bank declarasse: “...todos nós tivemos de nos desdobrar na medida dos desafios que se nos apresentavam” [Morin (2009)].

Por outro lado, o fato de que a atuação das ECAs teve tanto destaque a ponto de gerar impactos no ASU e o questionamento da *home market rule* significa que o mercado reconhece hoje a magnitude das demandas que recaem sobre elas e que poderiam eventualmente levar as ECAs a extrapolar em muito o nicho em que se encontravam no período pré-crise, ou seja, os 20% da produção dos fabricantes de seus respectivos países. Isso sugere que, apesar de a crise persistir, a economia real – em termos de passageiros-quilômetros transportados, carga aérea etc. – parece estar se recuperando de forma mais rápida e robusta do que o sistema financeiro global privado.

Assim, soa inevitável – e até mesmo desejável – que as ECAs continuem a avançar, dentro de suas possibilidades, para o benefício de todo o setor aeronáutico mundial.

Referências

12th Annual European Airfinance Conference, Dublin, 21 January 2010.

CHAPUT, C. (Seabury Aviation & Aerospace). *Airline liquidity and merger issues*. Apresentado na New York School of International Aviation Finance, Nova York, 15-17 de março de 2009.

LEEUWEN, Bert van (DVB Bank). *The aviation industry in 2009/2010, challenges and opportunities*. Apresentado na 12th Annual European Airfinance Conference, Dublin, 19 de janeiro de 2010.

LITTLEJOHNS, A.; MCGAIRL, S. (eds.). *Aircraft financing*. 3^a ed. Londres: Euromoney Books, 1996.

MORIN, Robert. *Export credit finance: more crucial than ever?*. Apresentado na New York School of International Aviation Finance, Nova York, 15-17 de março de 2009.

OTT, Marcus. *Keynote address, Deutsche Lufthansa AG*. Apresentado na 12th Annual European Airfinance Conference, Dublin, 21 de janeiro de 2010.

SILVEIRA, Virgínia. Embraer já sente lenta recuperação das vendas. *Valor Econômico*, 16 de abril de 2010, p. B6.

WEIJER, J. E. *An analysis of export credit support in commercial aircraft financing*. Cranfield, UK: Air Transport Group, School of Engineering, Cranfield University, set. 2007 (*MSc Thesis*).

WHYTE, Alasdair (moderador). *The 60 billion dollar question: is there a funding gap and who will fill it?*. Painel de discussão na 29th New York Airfinance Conference, Nova York, 20 de abril de 2009.

A música em metamorfose: um mercado em busca de novos modelos de negócio

Gustavo Mello
Marcelo Goldenstein*

Resumo

Ao final de 2009, o BNDES passou a dispor de um novo instrumento para financiar o setor de música, o Programa BNDES para o Desenvolvimento da Economia da Cultura – BNDES Procult. A partir de então, começou a travar maior contato com esse mercado e a interagir com alguns de seus principais interlocutores.

Como fruto dessa primeira abordagem, este artigo traz a público um conjunto de informações, reflexões e dúvidas sobre o mercado de música, que passa por profundas transformações, promovidas principalmente pelas tecnologias digitais.

Aqui buscamos compreender o impacto dessas tecnologias nos diferentes elos dessa cadeia. Também levantamos a *performance* recente da indústria fonográfica no Brasil e no mundo, procurando apontar algumas

* Respectivamente, engenheiro e gerente do Departamento de Cultura, Entretenimento e Turismo da Área Industrial do BNDES.

causas da forte retração por que esta vem passando. Foram ainda elencadas as principais estratégias adotadas pela indústria fonográfica e pelos novos *players* do setor, na busca por modelos alternativos de negócio.

O produto tradicional dessa indústria – o disco – perdeu sua centralidade no negócio da música, tornando-se apenas uma das formas possíveis de comercialização. O futuro da música, portanto, não pode ser associado apenas a esse produto. E como será então estruturado o novo negócio da música? Quem ocupará o papel central na cadeia produtiva? As respostas a essas perguntas ainda estão sendo construídas. E nesse primeiro contato do BNDES com o setor musical, foi possível identificar alguns dos acordos que as compõem.

Introdução

No decorrer da última década, o mercado da música passou por uma profunda transformação que vem alterando, de forma estrutural, sua dinâmica de produção, distribuição e consumo. A introdução das diversas tecnologias digitais alterou irreversivelmente os modelos de negócio vigentes que prosperaram no decorrer do século XX.

A indústria fonográfica, atualmente, está reduzida à metade do faturamento que tinha na virada do século. Isso se deve em grande medida ao intercâmbio ilegal de fonogramas através da internet e à venda de CDs piratas. Mas também pode ser atribuído à sua falta de agilidade para se adaptar à demanda do público que, interconectado, passa a não aceitar consumir música nos antigos padrões impostos pelas gravadoras. Com isso, a indústria fonográfica, controlada mundialmente por quatro grandes conglomerados (Sony, Universal, EMI e Warner), vem perdendo a sua centralidade no negócio da música e busca alternativas para manter sua saúde financeira.

Se a indústria fonográfica minguou, paradoxalmente o consumo de música nunca foi tão elevado. A popularização dos aparelhos portáteis reprodutores de arquivos MP3 – mais especificamente, os iPods – aprofundou o hábito do consumo rotineiro de música. E proliferaram diversos novos modelos de negócio que buscam monetizá-la não mais por meio da venda de discos, mas utilizando as novas tecnologias digitais.

A divulgação e a distribuição da música também passaram a ter a internet como elemento central. Portais como Facebook, MySpace e o

próprio YouTube são instrumentos importantes para lançar novos artistas no mercado global. E, ao alcance de um clique, o cliente já pode consumir a música que quiser, seja por meio dos *downloads* – pagos ou ilegais –, seja pela própria compra do CD.

Com a facilidade de se baixar fonogramas quase instantaneamente para seus iPods, só há, de fato, uma coisa que o amante da música não pode obter via internet: o contato presencial com seus ídolos. As apresentações ao vivo são, assim, insubstituíveis e passam a ser, no século XXI, a principal forma de se remunerar a música. Como, aliás, sempre foi nos séculos anteriores à invenção do fonógrafo por Thomas Edison, em 1877.

Diante desse mundo novo, o que se pode esperar do mercado da música? Por enquanto, muitas dúvidas e poucas certezas, entre elas a de que a música continuará fazendo parte do cotidiano das pessoas e sendo intensamente consumida.

Este artigo está dividido em cinco seções. Na primeira, procura-se descrever a estrutura produtiva do mercado da música, enfatizando os efeitos das tecnologias digitais. Na segunda, é feita uma análise da situação atual da indústria fonográfica, buscando-se compreender os motivos de sua forte retração. Na terceira, serão abordados os novos modelos de negócio na música, enfatizando-se o reposicionamento das gravadoras, a entrada de novos *players* e a criação de novos produtos e serviços. A quarta seção descreve as ações tomadas pelo BNDES para financiar o setor musical. Na quinta seção, tecemos considerações finais e apontamos algumas tendências para o mercado.

Diante das dificuldades em se obter estudos e pesquisas sobre o negócio da música, a metodologia para a elaboração deste artigo baseou-se em entrevistas com diversos agentes do mercado musical. Neste sentido, agradecemos a contribuição de André Midani (ex-executivo do setor fonográfico, tendo dirigido as gravadoras Polygram e Warner no Brasil); Kati Almeida Braga, Olívia Hime e José Celso Guida (Biscoito Fino); Roberto Carvalho (Rob Digital); Felipe Llerena (iMúsica); Léo Feijó (Casa da Matriz); Paulo Rosa e Eduardo Rajo [Associação Brasileira de Produtores de Disco (ABPD)]; Luciana Pegorer [Associação Brasileira de Música Independente (ABMI)]; Kaká Mamoni [Associação Brasileira de Empresários Artísticos (Abeart)]; e Michaela Couto [Associação Brasileira de Editoras Reunidas (ABER)].

Estrutura produtiva

Música: indústria ou serviço?

Durante muito tempo, pensar no mercado da música foi pensar em discos, primeiro nos vinis, depois CDs e, por fim, também em DVDs. Todos produtos da indústria fonográfica, que passou a ser sinônimo de mercado da música.

Mas nem sempre foi assim. Antes da possibilidade de se registrar a música em um meio físico, pelo qual fosse possível efetuar sua posterior reprodução com o auxílio de um equipamento apropriado, a música, desde sua primeira nota ou acorde, há milênios, só podia ser ouvida na presença dos instrumentos e músicos que a produziam.

Os discos de cera, portanto, associados aos primeiros gramofones, vieram quebrar esse paradigma de produção e consumo simultâneos. O rádio veio difundir e ampliar essa possibilidade, caracterizando ainda a música como um serviço, no caso, prestado pelas radiodifusoras.

Mas a massificação da produção de discos desviou o foco da produção musical e do mercado da música para a indústria. Discutir, analisar ou falar do mercado da música se resumiu a refletir sobre a indústria fonográfica. O mais curioso é que, embora não existam dados confiáveis, é usual estimar que o mercado de “música ao vivo”, com seus *shows*, óperas etc., gera mais faturamento que o mercado fonográfico, mesmo no auge deste último na virada do século passado.

No entanto, a explosão de consumo da música digital em outros formatos que não os industriais (CDs e DVDs) e a retração do mercado de produtos fonográficos reposicionaram a visão do que é o mercado da música. Foi sempre um serviço; passou a ser confundido com uma indústria, a fonográfica; e agora a sua vertente serviço emerge do eclipse e volta a ser enxergada, analisada e explorada como o grande filão do mercado.

Esta seção tem o intuito de chamar a atenção do leitor, desde o início, para a diferença entre música e CDs, que durante muito tempo foram tratados como sinônimos. Essa sobreposição distorceu nossa visão e precisa ser corrigida. Música é música, CDs são apenas CDs.

A música, desde as antigas civilizações, sempre foi uma prática cultural da humanidade. Presente em qualquer ritual religioso ou em *performances*

de instrumentistas virtuosos, ela permeia – e ornamenta – a história humana e constitui-se num elemento cultural amplamente difundido. Já a música gravada está associada à Era Industrial e teve seu apogeu no século XX. A atual crise da indústria fonográfica não acarreta, portanto, risco para a atividade musical e pode ser percebida como oportunidade para a criação de modelos de negócio menos concentrados em grandes grupos econômicos, como veremos adiante.

As cadeias produtivas da música

Na tônica do que foi redigido anteriormente, esta subseção irá tratar de duas cadeias produtivas da música: a de espetáculos ao vivo e a fonográfica. Seus principais elos encontram-se descritos a seguir. Ressalte-se que não se trata de duas estruturas produtivas estanques e independentes. Pelo contrário, são compostas por um conjunto de serviços e de atividades industriais que interagem entre si, que participam de ambas as cadeias, enfim, que se relacionam em um formato de rede.

Além dos elos destacados nas seções seguintes, a ambiência na qual a música e suas infinitas atividades se relacionam comporta ainda outros agentes que serão abordados ao longo do artigo. Entre eles podem ser citados o governo e suas políticas públicas; a legislação, com destaque para a de direitos autorais, que também passa por um processo de revisão e adaptação ao mundo digital; e ainda a infraestrutura cultural instalada.

A cadeia de serviços: os espetáculos de música ao vivo

A cadeia produtiva de espetáculos de música ao vivo conta com três elos principais: Fornecedores, Produção e Exibição. Embora aqui prevaleça o paradigma de produção e consumo simultâneos, é possível efetuar uma distinção entre esses dois elementos.

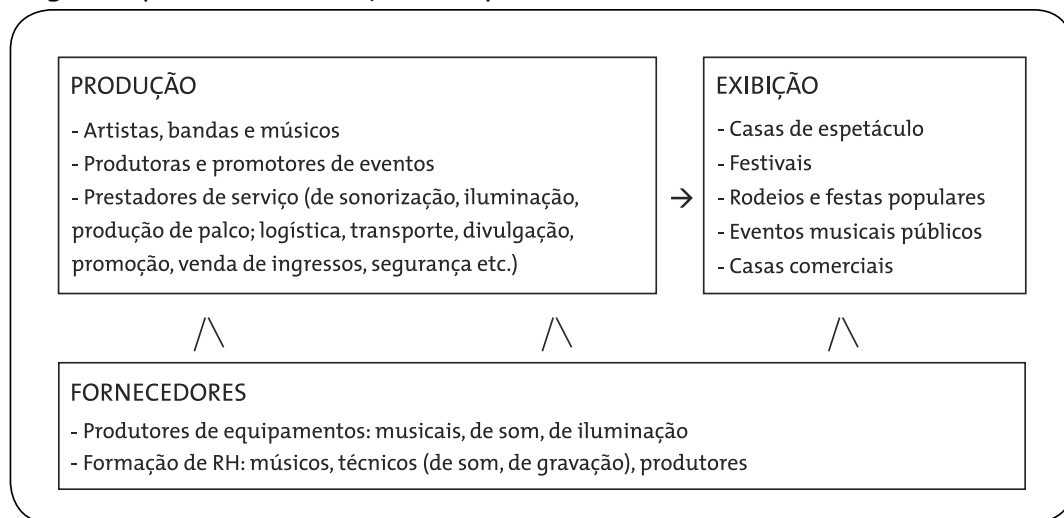
No âmbito do que aqui se intitula “Fornecedores”, destacam-se os fabricantes de equipamentos musicais, de som e de luz, muitos deles produzindo no exterior; e as escolas e unidades de formação de músicos e de outros profissionais, como técnicos e operadores de som, promotores de eventos, gestores e administradores.

Na esfera da “Produção” encontram-se os artistas e suas bandas – pessoas físicas e jurídicas; as produtoras de espetáculos, responsáveis pela

organização do evento; e os prestadores de serviços (de sonorização, de logística, de divulgação etc.).

No elo da “Exibição” classificam-se os locais e as casas de espetáculos, o que inclui as casas noturnas,¹ de ópera, teatros etc.; os festivais, os rodeios, as festas populares, os eventos musicais públicos; e ainda bares, restaurantes e casas comerciais que habitualmente ofereçam apresentações de música ao vivo.

Figura 1 | Cadeia de serviço dos espetáculos ao vivo



Fonte: Elaboração própria.

O artista é o elemento principal das cadeias produtivas da música, mas é o produtor do espetáculo que exerce a função central. Em um processo no qual o custeio e a rentabilidade são dependentes das bilheterias e do apoio de possíveis patrocinadores, o produtor é o regente responsável pela orquestração dos diferentes elementos e elos que devem interagir para que os *shows* musicais aconteçam. São de sua responsabilidade a seleção, a contratação, o pagamento e a coordenação dos serviços necessários à realização do espetáculo, como o local, a criação e montagem do palco, a sonorização, a iluminação, a divulgação, a promoção, a venda de ingressos, a segurança, o transporte etc.

Alguns desses serviços, por vezes, podem ficar a cargo da casa de espetáculos ou, no caso de turnês e eventos isolados, contar com o suporte de parceiros das localidades onde vão ocorrer os *shows*. Mas, mesmo

¹ Estabelecimentos comerciais fechados que se destinam à diversão, ao entretenimento e ao lazer, e onde é permitida a venda de bebidas alcoólicas, como casas de *shows* e danceterias.

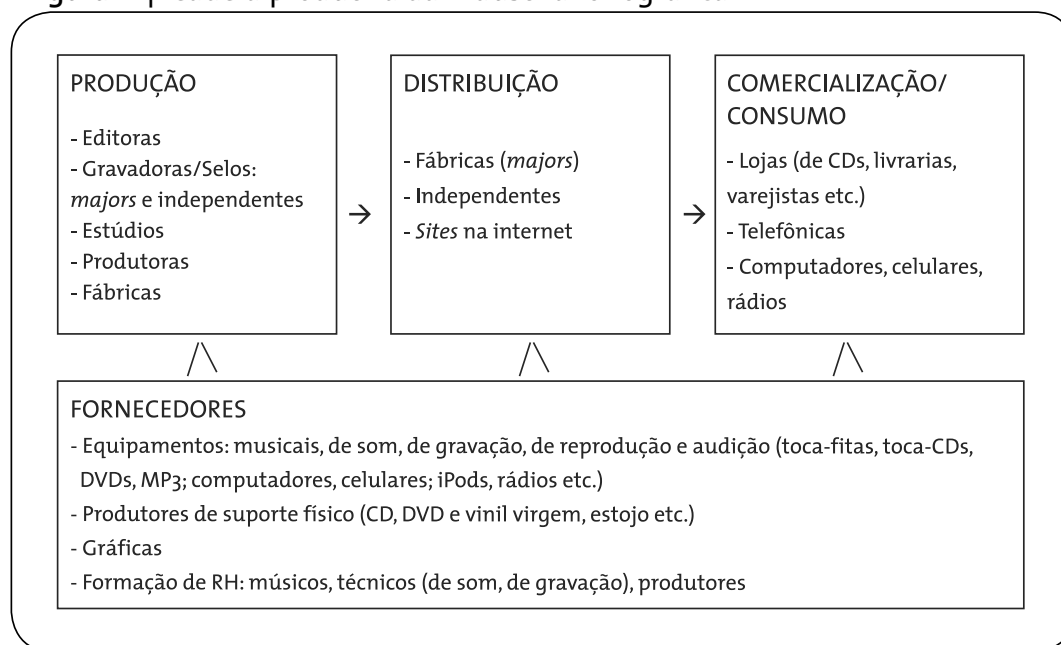
assim, a coordenação e a realização do espetáculo continuam sendo de responsabilidade do produtor.

A cadeia produtiva dos espetáculos ao vivo é pulverizada e regionalizada. Ademais, trata-se de um setor que trabalha com elevado índice de informalidade e baixo nível de organização de classe. Com isso, não há dados ou informações disponíveis de forma agregada, o que dificulta sua apresentação e análise. Trata-se, pois, de uma lacuna a ser sanada.

A cadeia industrial: a indústria fonográfica

A cadeia produtiva industrial da música apresenta quatro elos principais.

Figura 2 | Cadeia produtiva da indústria fonográfica



Fonte: Elaboração própria.

Editoras: são pessoas jurídicas responsáveis pela administração da obra dos compositores e, por força de contratos de edição ou cessão de direitos autorais, passam a deter, parcial ou integralmente, a titularidade patrimonial das obras musicais ou literomusicais, e a exercer o direito sobre a utilização econômica das composições. As editoras acompanham as vendas das músicas gravadas e recolhem das gravadoras, a título de remuneração, um percentual do faturamento dos álbuns, repassando aos compositores uma parcela definida em contrato. Por vezes, as editoras pertencem ao mesmo grupo econômico que as gravadoras.

Cabe mencionar que o simples registro de autoria de uma obra (litero) musical pode ser efetuado por seus compositores em instituições como o Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) ou a Escola de Música da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nesse caso, porém, os compositores não dispõem dos serviços prestados pela editora.

Gravadoras: constituem o núcleo da produção na cadeia fonográfica. São responsáveis pelo efetivo registro das músicas em fonogramas, o que permite transformá-las em faixas de um CD ou comercializá-las individualmente em formato digital. A função das gravadoras abrange o desenvolvimento e a gravação da obra, sua distribuição, sua divulgação e promoção.

Estúdios: unidades devidamente equipadas e acusticamente preparadas para a gravação de obras musicais e a produção de uma matriz com o registro das obras gravadas. Embora haja exceções, as gravadoras não dispõem de estúdios próprios e se utilizam de empresas que prestam esse serviço. Existe uma infinidade de estúdios nos quais é possível efetuar a gravação de obras musicais. A qualidade, contudo, irá depender da atualidade tecnológica dos equipamentos disponíveis e das características acústicas do ambiente.

Fábricas: unidades industriais nas quais se processa a fabricação física de um CD a partir da matriz gerada nos estúdios. O mesmo ocorria, e ainda ocorre, com os LPs de vinil. A diferença é que, por se tratar de tecnologias distintas, tanto as matrizes como os equipamentos das linhas de produção industriais não são os mesmos.

Distribuição: no Brasil, por questões de natureza fiscal, as fábricas se constituem hoje no principal agente da distribuição de CDs e DVDs. Como ainda ocorre no mercado externo, as grandes gravadoras (*majors*) contavam com distribuidoras em seus grupos econômicos, com logística própria de armazenamento e transporte para entrega aos pontos de venda. As gravadoras independentes ainda mantêm seus sistemas de distribuição.

Vendas: ocorrem nas grandes cadeias de lojas de varejo, em livrarias, em bancas de jornal e ainda em lojas especializadas, embora nestas últimas cada vez mais em menores proporções. Alguns comentários são tecidos na seção seguinte.

No plano do comércio digital, a distribuição e as vendas se dão na internet por meio de *sites* especializados, nos quais é possível obter cópias dos fonogramas desejados. Para tanto, os clientes utilizam computadores ou aparelhos de telefonia celular como veículos de acesso aos arquivos digitais.

O impacto da tecnologia digital

As tecnologias digitais foram as propulsoras do processo de reestruturação da indústria fonográfica. E isso se deu em todos os elos da cadeia produtiva. As novas tecnologias alteraram a forma de produzir música, gravá-la, divulgá-la, dar-lhe acesso, comprá-la, vendê-la, consumi-la... A possibilidade de transformar a música gravada em um arquivo digital, associada aos avanços da informática, reduziu os requisitos de capital para a montagem de estúdios de gravação, propiciou a existência de um grande número deles, barateou os custos desse serviço, facilitou enormemente a produção de CDs e permitiu novas formas de comercialização e consumo.

*Todo artista tem que ir aonde o povo está,*² e o povo hoje, sem dúvida, está na internet. E ávido por novidades. A divulgação do trabalho dos músicos, assim, também foi beneficiada pela era digital. O fácil acesso à rede mundial permite a eles a exposição de suas obras em *sites*, *blogs* e espaços na rede constante e intensamente frequentados pelo público consumidor.

Os artistas mais conhecidos têm utilizado *sites* e *blogs* como Facebook, Myspace e Twitter para estabelecer um canal de comunicação direta com seus públicos e cativar seus fãs, das mais variadas e criativas formas. Você quer aprender a tocar tal canção? Entre no *site* da banda e deixe que o próprio guitarrista do grupo mostre como se faz. Um chapéu da banda assinado pelo baterista? É só pedir – e pagar – que ele chega à sua casa. Você quer conversar com o vocalista? Sem problemas: os *chats* estão aí para isso mesmo. *Fácil, extremamente fácil...*³

A distribuição e o comércio também foram profundamente facilitados pela rede mundial, na qual transitam diariamente milhares de fonogramas,

² Trecho de *Bailes da Vida*, de Milton Nascimento e Fernando Brant.

³ Trecho de *Fácil*, de Rogério Flausino e Wilson Sideral.

eliminando a logística de armazenagem e transporte físico das fábricas para as lojas e destas para os consumidores.

Talvez a melhor imagem das mudanças motivadas pela tecnologia digital seja a da transformação de seus pontos de venda de música. A tradicional loja de CDs cedeu lugar a bens eletrônicos como computadores e celulares, que se converteram em verdadeiras “lojas”, nas quais os consumidores sempre “estão”, pois fazem parte de suas rotinas diárias e, sendo portáteis, os acompanham de forma permanente.

Assim, as novas tecnologias digitais, ao impactarem o mercado da música de forma tão abrangente, trouxeram alterações irreversíveis ao modelo de negócio até então vigente.

Mesmo indiretamente, o mercado das casas de espetáculo também está sendo transformado pelo mundo digital, não pela simples adoção das novas tecnologias, mas pelas mudanças que elas trouxeram ao ambiente da música. Em primeiro lugar, a cadeia produtiva de serviços, mesmo que nunca tenha deixado de ser, voltou a ser entendida como o carro-chefe do setor musical. Em segundo lugar, como ficará mais claro ao longo deste artigo, as novas tecnologias propiciam maiores oportunidades para o surgimento de novos artistas e a construção de um maior número de nichos e segmentos do mercado. Estabelece-se assim uma demanda para espaços de apresentação de *shows* adequados a um público mais fragmentado, induzindo ao surgimento de casas de espetáculos de menor porte.

A crise na indústria fonográfica

A performance dos mercados

Os números são inequívocos: na primeira década do século XXI, o mercado fonográfico sofreu uma retração digna das grandes recessões mundiais, embora a economia tenha vivido um período de normalidade até 2008. De acordo com os dados da International Federation of Phonographic Industry (IFPI), o movimento de queda se deu quase que ininterruptamente, exceção feita ao ano de 2004. Vale registrar que os dados analisados contemplam não só a venda de fonogramas em meios físicos, mas também a comercialização de arquivos por meio da internet.

De 2000 a 2003, as vendas no varejo de produtos fonográficos se contraíram de forma constante e acentuada, acumulando uma queda da

ordem de 17% nos mercados mundial e norte-americano. Isso corresponde a uma redução média de 4,6% ao ano naquele quadriênio.

Após uma ligeira recuperação em 2004, a queda de vendas no varejo voltou a ser observada no triênio 2005-2007: 11% no mercado mundial (média de -3,8% a.a.) e 20% nos EUA (média de -7,2% a.a.).

Como resultado, nos oito anos compreendidos de 2000 a 2007, as vendas no varejo global se retraíram em 23%, e em 27% no mercado dos EUA. Ressalte-se que todos esses valores são aferidos em US\$ correntes, portanto, sem considerar efeitos inflacionários – o que encobre parte do encolhimento das vendas –, e, no caso do mercado global, não são computadas também as variações cambiais.

Tabela 1 | Vendas no varejo (físico + digital) (em US\$ milhões)

Ano	Mercado global	Variação (%)	EUA	Variação (%)	Europa	Ásia
1999	38.671,2		14.251,4	8,0	12.442,2	7.824,2
2000	36.936,6	-4,5	14.042,0	-1,5	11.293,1	7.806,0
2001	34.492,1	-6,6	13.739,1	-2,2	10.936,0	6.788,0
2002	32.281,2	-6,4	12.609,3	-8,2	11.126,2	5.964,5
2003	32.012,2	-0,8	11.847,9	-6,0	11.785,1	5.791,1
2004	33.613,6	5,0	12.847,2	8,4	12.346,0	6.240,9
2005	33.456,0	-0,5	12.269,0	-4,5	nd	nd
2006	31.813,0	-4,9	11.501,0	-6,3	nd	nd
2007	29.922,0	-5,9	10.394,0	-9,6	nd	nd

Fonte: IFPI.

Os últimos dados divulgados pela IFPI de vendas no varejo referem-se ao ano de 2007.⁴ A partir do Relatório de 2006, contudo, essa instituição passou também a divulgar estatísticas sobre o faturamento das gravadoras, algumas delas resumidas nas tabelas a seguir. Contabilizado então com base nessa receita, destaque-se que, em moeda corrente, a retração do mercado fonográfico no quinquênio 2005-2008 chegou a 37% nos EUA (média de -8,8% a.a.) e a 26% no mercado global (-5,8% a.a.).

⁴ O Relatório da IFPI de 2010 registra uma queda de 7% no mercado global em 2009.

Tabela 2 | Faturamento das gravadoras no mercado dos EUA (em US\$ milhões)

	2005	2006	2007	2008	2009
Meio físico	6.376	5.542	4.559	3.139	2.557
Meio digital	636	1.094	1.530	1.991	2.005
Direitos de <i>performance</i>	6	15	24	55	70
Total	7.018	6.651	6.113	5.185	4.632
Variação (%)	-4,5	-5,2	-8,1	-15,2	-10,7

Fonte: IFPI. *Recording Industry Numbers 2010*.

Tabela 3 | Faturamento das gravadoras no mercado global (em US\$ bilhões)

	2005	2006	2007	2008	2009
Meio físico	20,5	18,5	16,1	13,7	11,9
Meio digital	1,2	2,2	3,0	3,9	4,3
Direitos de <i>performance</i>	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
Total	22,2	21,3	19,7	18,3	17,0
Variação (%)	-3,1	-4,1	-7,5	-7,1	-7,1

Fonte: IFPI. *Recording Industry Numbers 2010*.

Observe-se que o encolhimento do comércio físico de produtos fonográficos e a acentuada expansão dos negócios em formato digital ampliaram a participação desse segmento nas receitas totais das gravadoras. De acordo com os dados divulgados pela IFPI, em 2009 o segmento digital já representou 25,3% dos US\$ 17 bilhões de faturamento global das gravadoras, e 43% no mercado dos Estados Unidos.

O *IFPI Digital Music Report 2010* destaca esses elevados patamares ao compará-los com a fatia de mercado ocupada pelo comércio digital em outros mercados, nesse mesmo ano de 2009, como o da indústria cinematográfica (5%), o do segmento de jornais (4%) e o mercado de revistas (2%).

Esse mesmo relatório chama ainda a atenção para países como Espanha, França e Brasil, tradicionalmente marcados por uma pujante produção doméstica de músicas e de artistas, nos quais o lançamento de novos talentos e de CDs de músicos locais sofreu drástica redução.

É sempre importante destacar a alta participação da música nacional no total do mercado fonográfico brasileiro, de 75% a 80%. De acordo

com as estatísticas disponíveis, apenas Estados Unidos e Japão superam esse patamar.

Por força de nossa diversidade musical, vários segmentos e nichos de mercado só podem ser atendidos pelo produto nacional. É o caso do samba, do choro, da MPB, dos tradicionais ritmos regionais, como o forró, o carimbó e o sertanejo, e ainda de outros mais recentes, como o axé e o tecnobrega paraense. Mesmo o *pop-rock* brasileiro apresenta forte demanda local e, conseqüentemente, elevada participação de mercado.

Porém, no Brasil o cenário fonográfico não foi distinto do mercado internacional. Até mesmo a inflexão pontual ocorrida no ano de 2004 pôde ser observada no mercado brasileiro.

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Discos (ABPD), o período 2002-2009 registrou uma contração de 50% no faturamento das gravadoras (em R\$ correntes), provocada pela impressionante retração de 68% no total de CDs vendidos. Já os DVDs conseguiram expandir o número de unidades vendidas em 86% nesse mesmo período, embora em termos de receitas a expansão tenha sido inferior: apenas 55% em moeda corrente. Por representarem um segmento menor do mercado, os DVDs conseguiram apenas frear moderadamente a queda das vendas. Juntos, o número de CDs e DVDs vendidos se retraiu em 66%, e a receita aferida em moeda corrente contraiu-se em 56%.

O mercado digital, mais recentemente, também vem representando uma pequena válvula de escape para as gravadoras. No ano de 2009, respondeu por 12% de seu retraído faturamento. A internet, pela primeira vez, superou a telefonia celular como principal canal de compras nesse mercado.

Os números apresentados mostram uma tendência, que parece irreversível, de encolhimento do mercado fonográfico. O mercado digital já se constitui uma alternativa real à venda de CDs e DVDs, respondendo, em escopo mundial, por cerca de 25% do mercado total. No entanto, seu crescimento não parece suficiente para recolocar a indústria no patamar que obteve em seu período de apogeu.

Contudo, diante da perplexidade e de todo o pessimismo que esses números possam inspirar, é sempre bom lembrar que, conforme sublinhado na introdução deste artigo, música é música e CDs são CDs. Isso significa que

Tabela 4 | Brasil: vendas totais no mercado fonográfico

Ano	CD (R\$ milhões)	Unidades (milhões)	DVD (R\$ milhões)	Unidades (milhões)	Digital	Total (R\$ milhões)
2002	661	72	65	2,9		726,0
2003	511	52	90	3,5		601,0
2004	526	59	180	7,3		706,0
2005	460,5	46,2	154,7	6,6		615,2
2006	322	31,4	132,1	6,3	8,5	462,6
2007	215	25,4	97,4	5,8	24,3	336,7
2008	216,1	22,4	96,2	5,2	43,5	355,8
2009	215,1	20,3	100,6	5,4	42,8	358,5

Fonte: ABPD.

Tabela 5 | Brasil: total de vendas digitais – internet x celular

	2006		2007		2008		2009	
	(R\$ mil)	(%)	(R\$ mil)	(%)	(R\$ mil)	(%)	(R\$ mil)	(%)
Internet	334,1	4	5.743,7	24	9.683,2	22	25.121,5	59
Celular	8.183,1	96	18.543,5	76	33.820,3	78	17.657,1	41
Total	8.517,2		24.287,2		43.503,5		42.778,6	
Var. %	22,2		21,3		19,7		18,3	

Fonte: ABPD.

o futuro da música será diferente do futuro dos CDs, independentemente do comportamento que o mercado do produto venha a ter.

Mas por que o mercado de CDs se retraiu tanto?

Em um primeiro momento, a comercialização ilegal de produtos copiados e fabricados sem permissão, a chamada pirataria física, foi identificada como a grande responsável pela crise do mercado fonográfico. Nos anos mais recentes, a pirataria digital, configurada pelo enorme fluxo e pela cópia gratuita de fonogramas por meio da internet, passou a ser entendida como a maior causa do prolongamento da queda nas vendas.

Esse compartilhamento passou a ser possível a partir do advento do Napster, em 1999. Registre-se que, nesse mesmo período, se encerrava o ciclo de substituição de antigos álbuns de LPs por novos CDs, o que por

si só já promovia uma redução de patamar no mercado de produtos fonográficos. O fluxo de arquivos de música digital propiciado pelo Napster veio ampliar esse recuo.

O Napster foi o primeiro serviço de compartilhamento de arquivos (*filesharing*) disponível na internet, baseado em um aplicativo revolucionário desenvolvido por um jovem norte-americano de apenas 18 anos. O compartilhamento de arquivos em uma rede de computadores, em geral, dava-se a partir da concentração desses arquivos em um servidor central. O Napster permitiu que tal compartilhamento se desse com arquivos MP3 (de música) localizados em quaisquer dos computadores de uma mesma rede. E com a existência da rede mundial, esse compartilhamento pôde se dar em escala global.

A reação da indústria fonográfica, liderada pela Recording Industry Association of America, foi bastante rápida, e já em 2001 o serviço prestado pelo Napster foi retirado da rede, como resultado de processos por infração à legislação de proteção do direito autoral.

Muitos analistas atribuem a crise da indústria à reação de confrontação ao intercâmbio de arquivos, adotada pelas gravadoras desde o início. Muito mais preocupadas em defender seu posicionamento de mercado, as gravadoras perderam uma oportunidade de adotar as novas tecnologias a seu favor e mudar o seu modelo de negócio, alinhando-o ao perfil do novo consumidor da era digital. Ao tratar o seu próprio cliente potencial como um “criminoso”, a indústria, de acordo com essa análise, teria dado um tiro no próprio pé.

Após intensa luta judicial para tirar o Napster do ar, a indústria não conseguiu evitar o compartilhamento de arquivos. Pelo contrário, o conceito de compartilhamento já havia sido lançado no mercado, provado e aprovado. Novas ferramentas ainda mais poderosas, como Kazaa, eDonkey, Morpheus, Audiogalaxy e, mais recentemente, Emule e BitTorrent,⁵ entre outras, foram desenvolvidas e colocadas à disposição dos internautas, difundindo a prática do *download* ilegal. A chegada da banda larga foi um estímulo adicional a esse procedimento, que se tornou ainda mais ágil e fácil.

⁵ Essas ferramentas utilizam tecnologia conhecida como P2P, do inglês *peer-to-peer*, caracterizada pela descentralização das funções na rede, em que cada ponto realiza tanto funções de servidor quanto de cliente.

É interessante destacar que existem estudos cuja conclusão é de que as vendas da indústria fonográfica não foram afetadas pela difusão do compartilhamento gratuito. Por outro lado, há também pesquisas que defendem a tese de que o *download* ilegal é um elemento-chave no conjunto de fatores responsável pelo declínio do mercado de música gravada.

Na verdade, a pirataria de fato afetou a indústria fonográfica, mas não pode ser imputada apenas a esse fator a grave crise por que passa a indústria. Diversos outros fatores também guardam relação direta com a redução do tamanho da indústria, dentre os quais destacamos:

Conjuntura de mercado: a substituição dos LPs por CDs

A introdução dos CDs no mercado, na década de 1990, estimulou os consumidores a não apenas adquirir novos títulos como a trocar grande parte de sua coleção de antigos LPs por novos CDs. Isso promoveu um aquecimento temporário na demanda, elevando circunstancialmente o faturamento da indústria.

Como consequência, algum encolhimento no mercado de CDs já era esperado por conta da perda de fôlego do segmento de reposição dos álbuns na tecnologia digital, o que de fato ocorreu ao final dos anos 1990. Assim, o ciclo de substituições de LPs por CDs foi responsável tanto pelo alargamento do mercado como por parte de seu posterior estreitamento.

Estratégia de distribuição e fechamento das lojas especializadas

Como forma de reverter a tendência declinante na venda de CDs, as gravadoras intensificaram seus acordos comerciais com as grandes redes de varejo, não especializadas em CDs.

Estas, por sua vez, passaram a adotar políticas extremamente agressivas, reduzindo o preço do produto com o objetivo de massificar as vendas e, por vezes, apenas o de atrair consumidores às suas lojas, independentemente das pequenas margens de lucro ou mesmo de prejuízos com a comercialização de algum CD, isoladamente.

A consequência disso foi o fechamento de lojas especializadas, que não suportaram a concorrência, e, a reboque, a retirada de mercado de diversos títulos que apenas tais pontos de venda dispunham. O resultado desse estrangulamento da oferta para o consumidor foi a dificuldade de encontrar produtos, e até mesmo lojas, em um momento em que os

fonogramas circulavam gratuitamente pela grande rede mundial, com livre acesso para quem os quisesse copiar em formato digital.

Ironicamente, a estratégia de distribuição adotada pelas gravadoras teve como consequência a redução da capilaridade de seus pontos de venda, o que estimulou o consumidor a obter música de forma ilegal.

Estratégia das gravadoras: menos títulos lançados e pouco valor agregado

Nas décadas de 1970 e 1980, as gravadoras possuíam um *cast* de artistas numeroso e estável, investindo em seus talentos e em suas carreiras. Os artistas lançavam diversos discos pela mesma gravadora, que apostava no sucesso de longo prazo. Mesmo que um primeiro disco não tivesse êxito, servia para tornar o artista conhecido pelo público, preparando-o para um próximo álbum, mais maduro artisticamente e com maiores perspectivas comerciais.

Com a concentração da indústria, após intensos movimentos de fusões e aquisições, passaram a ser cobrados resultados de mais curto prazo, iniciando o desmonte da estratégia anterior.

A crise nas vendas, as incertezas de mercado e a redução dos índices de rentabilidade ocorridas a partir do início do século XX exacerbaram esse movimento. As gravadoras buscaram reduzir o número de lançamentos de novos artistas e mesmo de novas tendências musicais, reduzindo o seu *cast* a supostos “sucessos garantidos”. Do ponto de vista agregado, isso representou um estreitamento do mercado, com a redução do número de títulos disponíveis ao consumidor.

Além disso, pouco foi oferecido ao consumidor em termos de novas agregações de valor nos CDs se compararmos com a que se processou nos outros bens de consumo de entretenimento. No caso dos *games*, a sofisticação tanto nas técnicas de vídeo como nas de áudio (trilhas sonoras, ruídos e efeitos especiais) tem sido intensa e extremamente bem recebida pelo mercado. O cinema, outra forma de entretenimento, também conquistou muito mais avanços, seja na produção (com destaque para o 3D), seja nas salas de exibição.

Percepção de preço elevado e indivisibilidade do produto

O preço dos CDs é comumente considerado elevado, tanto por analistas como por consumidores. Com os avanços tecnológicos, o consumidor se

habitua a pagar cada vez menos por bens cada vez mais sofisticados. E isso não ocorre com os CDs.

Esse sentimento de “produto caro” se agrava com o fato de que é necessário pagar por todo o álbum quando, com alguma frequência, apenas algumas canções são desejadas. Tal indivisibilidade inclusive não se coaduna com os novos hábitos e padrões de consumo que começam a se formar na era digital, com a possibilidade cada vez maior de se customizarem os serviços e produtos.

Um novo mercado em formação

Crescimento do consumo de música

Tornou-se comum e consensual afirmar, no Brasil e no mundo, que “nunca se consumiu tanta música”. De fato, o advento da internet viabilizou o livre intercâmbio de arquivos fonográficos em escala mundial e proporcionou o fácil e ilimitado acesso a uma vasta discografia, que em 2009 já superava os 11 milhões de fonogramas acessíveis por meio de mais de 400 serviços legalizados.⁶

Ao mesmo tempo, também vêm se fortalecendo os serviços de oferta de música na internet, por meio dos quais o usuário tem acesso às canções que desejar, porém para consumo imediato (sem *download*), como nos rádios. Esse serviço de *streaming* expandiu-se de forma muito rápida, configurou-se como um novo segmento de ampliação do mercado da música e existe também para diferentes conteúdos, como filmes, *shows* e espetáculos.

O que também contribuiu para sustentar a avaliação corrente da elevação do consumo de música foi a possibilidade, introduzida pelos fabricantes de celulares, de acesso à música por meio de seus aparelhos. Combinando diferenciação de produto, agressividade no mercado e estratégia empresarial para conduzir suas companhias ao mercado de prestação de serviços na rede mundial, fabricantes como a Nokia, com o seu “*comes with music*”, ampliaram ainda mais o acesso a músicas e o seu efetivo consumo.

Os aparelhos de telefonia celular, assim como os iPods, adquiriram a função de instrumentos para acesso, compra e audição, enfim, para o

⁶ International Federation of the Phonographic Industry; *IFPI Digital Music Report 2010*.

consumo de música. Tornaram-se objetos de uso pessoal frequentemente conectados aos ouvidos de usuários que caminham, fazem compras, dirigem, utilizam transportes públicos, se exercitam etc., ao longo de todo o dia, o que reforça as evidências da difusão do hábito de consumo permanente de música e do elevado patamar em que este se encontra.

O comportamento das gravadoras

O fato de o consumo de música ser tão grande como nunca foi é de grande estímulo para as gravadoras. Sem dúvida, o drástico encolhimento do mercado de produtos fonográficos, CDs e DVDs significou uma perda de espaço para essas companhias, mas elas têm buscado novas formas de reaver as receitas perdidas e reforçar seu prestígio e seu poder.

Diante da constatação, ainda que tardia, de que há um novo e irreversível cenário, no qual o canal digital de transações se estabelece como o elemento dinâmico e com elevado potencial de expansão, várias iniciativas já foram tomadas para utilizá-lo como plataforma de negócio, ou seja, para estimular e viabilizar o pagamento pelos arquivos de música copiados e para proibir, ou ao menos inibir, o acesso gratuito.

O comércio digital, que de fato se constituiu uma ameaça às gravadoras por ter abalado seu mercado de produtos físicos, passa a ser entendido como uma oportunidade na medida em que o acervo das *majors* as coloca em posição privilegiada nesse novo modelo de negócio, ou mesmo em qualquer outro. A regulamentação do comércio digital, portanto, fortalece a posição das gravadoras que detêm um monumental portfólio de produtos, os fonogramas de cerca de 70% a 80% de tudo o que se encontra gravado em formato digital e que já circula pela rede.

Com o mercado regulamentado e o *download* gratuito ilegal minimizado, hoje seria muito mais fácil conseguir US\$ 1,00 de cada membro de um conjunto de um milhão de consumidores de música do que vender US\$ 100,00 em CDs a cada um de dez mil compradores.

A pressão das gravadoras e de outros segmentos e instituições pela regulamentação do comércio digital tem contribuído para o avanço da criação de leis apropriadas, que deem conta das novas questões introduzidas pelo comércio na internet, em particular a garantia do direito autoral e da propriedade intelectual. Diversos países vêm definindo suas legislações

relativas ao mercado de música digital, prevendo sanções, quer sobre consumidores, como na França e na Inglaterra, quer sobre provedores (*internet services providers* – ISPs), como é o caso da Espanha.⁷

O fato é que o *download* pago vem crescendo e, conforme já registrado, se tornando cada vez mais relevante nas receitas das gravadoras. O comércio digital nos EUA, seja *on-line* ou via celular, já responde por cerca de 40% das vendas de música daquele que é o maior de todos os mercados nacionais. Pesquisa da Capgemini⁸ englobando EUA, França, Reino Unido e Alemanha estimou que 35% das receitas agregadas do comércio de música nesses países já advêm das plataformas digitais.

E o que estimula ainda mais as gravadoras é que o potencial de crescimento é grande. Esse mesmo estudo estima que 70% do consumo de música naqueles países se dá por meio de canais digitais – contra 35% das receitas; que apenas 18% dos usuários de internet com mais de 13 anos compram regularmente música em formato digital; e que no agregado dos cinco maiores mercados europeus esse percentual é bem menor, 8%.

Na busca por novas fontes de faturamento, o potencial de geração de receitas dos artistas tem sido foco da atenção das gravadoras. Por meio de cláusulas contratuais, as companhias tentam obter o direito de administrar e participar dos resultados dos *shows* de seus contratados, do *merchandising* e da publicidade alavancados pelos artistas, entre outras formas de gerar receita. As gravadoras, assim, buscam um novo papel. Deixam de ser apenas produtoras fonográficas e tentam se transformar em gestoras da carreira de seus contratados, incluindo até seus *sites* e *blogs*.

É claro que nem todos os artistas e bandas aceitam esse tipo de negociação, em particular aqueles que já têm um trabalho mais consolidado e já dispõem de estrutura e profissionais que atendem às suas necessidades. Por sua vez, as gravadoras não têm *expertise* nessas novas funções, demandam aprendizado, mas podem ofertar serviços de qualidade em alguns elos da cadeia, como a distribuição, ou em determinadas atividades, como a promoção de CDs. O mercado certamente irá encontrar os pontos de convergência dos interesses de ambas as partes.

Enfim, após o tomo nas vendas de CDs, as gravadoras estão buscando formas alternativas de fazer caixa e seguindo o conselho do compositor

⁷ A seção “O *download* pago”, a seguir, traz mais informações sobre esse assunto.

⁸ Citada em *IFPI Digital Music Report 2010*.

Paulo Vanzolini: “... reconhece a queda e não desanima, levanta, sacode a poeira e dá a volta por cima”.

Os novos modelos de negócio na música

O download pago

Depois do esvaziamento que o mercado físico de música gravada vivenciou na última década – e prossegue vivenciando –, a busca por caminhos alternativos já produziu evidências de como e onde se inicia o futuro da indústria fonográfica. Ao menos dois segmentos de mercado se delineiam ou já se configuram como potenciais mercados dinâmicos: o *download* de fonogramas e o *streaming*, tanto de música como de vídeos de música.

De imediato, duas questões se colocam diante das expectativas de evolução do comércio digital. A primeira diz respeito a que parcela do compartilhamento de fonogramas na rede deixará de ser gratuita e se converterá em comércio – em receita.

A evolução do *download* pago irá depender da capacidade de atração do usuário para esse serviço por parte dos vendedores de fonogramas; do poder de coerção das legislações nacionais, de sua abrangência e da capacidade de se manterem atualizadas diante das inovações que proliferam no comércio digital; e ainda da adesão dos provedores de serviços da internet.

As gravadoras, detentoras dos fonogramas, têm empreendido esforços para melhor explorar o comércio digital. Algumas de suas recentes iniciativas podem ser citadas: o recuo no DRM (*digital rights management*), a diferenciação de produtos vendidos somente em formato digital e uma nova política de preços flexíveis.

O DRM é um mecanismo encontrado em aparelhos e equipamentos digitais ou mesmo em CDs que, entre outras características, pode impedir a reprodução de qualquer fonograma e inviabilizar que o mesmo seja escutado em diferentes tipos de equipamento. Um CD ou um fonograma, mesmo que comprado legalmente, pode ser impedido de ser copiado, e assim se torna impossível sua reprodução em diferentes equipamentos como iPods, celulares e PCs, por exemplo.

Após polêmicas jurídicas e alguma rejeição por parte dos compradores, as gravadoras recuaram dessa opção e passaram a oferecer um crescente

número de títulos em fonogramas que permitem a reprodução (*DRM-free*) e a transferência dos arquivos para distintos aparelhos eletrônicos.

A oferta de álbuns digitais com filmes, fotos, informações e outras diferenciações agregadas, os *deluxe* ou *premium albums*, é uma aposta da indústria para ampliar suas vendas na rede. Quando adotada no mercado físico de CDs, essa estratégia de maior agregação de valor ao produto não promoveu os resultados esperados. Já no mercado digital, a expectativa é de que o comportamento das vendas seja crescente, em particular com os fãs de cada artista e de cada banda. Independentemente dos resultados, essa iniciativa é mais uma evidência da decisiva investida das gravadoras no mercado de *downloads*.

As legislações antipirataria na internet

As leis da sociedade digital estão sendo construídas em quase todos os países, em um processo que requer o entendimento amplo da questão, muita discussão e, portanto, tempo. A imprensa tem divulgado as iniciativas adotadas, em particular aquelas sobre regulação do comércio digital na rede. Países como França, Espanha, Portugal, Inglaterra, Alemanha, Suíça, Coreia do Sul, Taiwan, EUA e outros têm municiado as páginas dos principais diários do mundo com notícias sobre leis, projetos de leis e decisões judiciais sobre o tema.

Na França e na Inglaterra, por exemplo, a legislação caminha na direção de punir os usuários, os consumidores que, ao copiar conteúdos sem respeitar direitos de cópia (*copyright*) e/ou de propriedade intelectual, infringem a lei.

A norma francesa instituiu a criação de um organismo de controle ao qual caberá advertir os internautas infratores e, em última instância, ao poder judiciário, a quem caberá definir e aplicar a punição. Por sua vez, os ingleses colocam maior ênfase no papel das empresas provedoras de serviço de acesso à rede, às quais caberá implementar restrições técnicas para inibir e dificultar o fluxo ilegal de arquivos.

Em substituição ao modelo de punição dos usuários, a Espanha, mais do que induzir a colaboração dos provedores, optou por torná-los passíveis de penalidades. Por intermédio de sua nova lei da economia sustentável, o governo espanhol pretende contar com um instrumento legal que lhe permita fechar *sites* e endereços da rede que abriguem, sem

a devida permissão, enlaces de conteúdos digitais sujeitos ao pagamento de direitos, como músicas, filmes e videogames.

A IFPI, que reúne cerca de 1.400 afiliados de 66 países, entre os quais 45 associações nacionais – como a brasileira ABPD –, também entende que os provedores de serviço da internet (PSIs) “são parte da solução da pirataria em grande escala”. Em seu *site* – www.ifpi.org – são frequentemente divulgadas notícias sobre vitórias judiciais contra a pirataria na internet.

Em 13 de maio de 2010, por exemplo, divulgava a decisão da Corte Federal dos EUA contra o serviço de compartilhamento de arquivos na rede Limewire, por induzir seus usuários a violação dos direitos de cópia. Já em 28 de maio, destacava a decisão da Suprema Corte dinamarquesa de obrigar o provedor Telenor, o segundo maior daquele país, a continuar bloqueando o acesso de seus usuários ao serviço The Pirate Bay.

Por ter uma vibrante economia criativa, os norte-americanos são particularmente ameaçados pela reprodução, distribuição e venda não autorizadas dos produtos de suas indústrias, como a cinematográfica, a fonográfica e a de videogames. Diante disso, o Congresso instituiu um grupo de parlamentares, The Congressional International Anti-Piracy Caucus, para tratar dos interesses daquele país, em escala mundial, na proteção da propriedade intelectual e no combate à pirataria.

No Brasil, apesar de iniciativas parlamentares, ainda não se dispõe de instrumentos legais específicos contra a chamada pirataria digital. Esse fato, contudo, não impediu, por exemplo, a decisão judicial da 6ª Câmara Cível do Tribunal de Justiça do Paraná de proibir uma empresa de disponibilizar um *software* de tecnologia P2P sem dispositivos que vedassem o compartilhamento de arquivos de música das companhias fonográficas que moveram a ação.

Enfim, o mundo inteiro se mobiliza para conter a chamada pirataria digital, que, por sua vez, se adapta e se sofisticada diante das novas exigências legais. É uma queda de braço que deve persistir por longo tempo, envolvendo muita inteligência e criatividade. O que se pode concluir de concreto é que a livre cópia de arquivos na rede será dificultada e que uma parcela crescente do público será assim induzida a optar pelo comércio legalizado.

Streaming

A segunda questão relativa às expectativas de evolução do comércio digital deriva de uma possível mudança de hábito do consumidor. O avanço tecnológico vai tornando possível ouvir a música que se quer na hora e no local que se desejar (“*music how, when, where you want*”). Essa garantia de acesso imediato poderá arrefecer, ou mesmo eliminar, a necessidade do consumidor de possuir fonogramas e, assim, interferir no volume do comércio digital de música.

Os serviços de *streaming* são prestados por *sites* nos quais os usuários não apenas podem ouvir música, como ainda podem selecionar seus repertórios em um processo interativo com o provedor do serviço. O *streaming* vem se expandindo de forma acelerada com base em um modelo de negócio no qual a inserção de publicidade e a verba de patrocinadores tornam gratuita a oferta de música para o consumidor. Alternativamente, o usuário pode optar por pagar pelo serviço por meio de assinaturas, da ordem de US\$ 10 mensais, o que lhe poupa a exposição a mensagens publicitárias.

O Spotify, um dos líderes de mercado, já havia superado a marca de sete milhões de usuários em 2009, em seis diferentes países, o que demonstra a ampla aceitação desse serviço.⁹ Outros sites de destaque são o Rhapsody, Pandora, Emusic, MOG e Last FM.

Uma das grandes vantagens do *streaming* para as gravadoras é a garantia de recebimento dos valores relativos aos direitos autorais, que são recolhidos pelos próprios *sites* prestadores do serviço. Entretanto, as gravadoras têm tentado negociar com estas alterações nos modelos de negócio que privilegiem o pagamento de taxa de assinatura pelos usuários em detrimento do serviço gratuito, alegando que apenas as verbas de publicidade acarretam uma remuneração demasiadamente baixa.

A entrada do Spotify nos EUA, de acordo com algumas fontes, dependeria exatamente da mudança de modelo. Como a permissão das gravadoras para o uso de seus fonogramas em serviço de *streaming* limita-se a alguns países europeus, este só poderá ser prestado no mercado norte-americano após negociação com as proprietárias dos fonogramas, que, ao que parece, querem uma melhor remuneração.

⁹ Informação veiculada pelo jornal *Valor Econômico*, em 21.6.2010, registra que, de acordo com a ComScore, empresa que acompanha a audiência na mídia digital, o Spotify conta com 7,7 milhões de usuários registrados na Europa, quantidade quase 10 vezes maior que a audiência do Rhapsody, maior serviço de assinatura de músicas nos Estados Unidos, criado há nove anos.

Esse canal de monetização da música vem sendo empregado também, como já registrado anteriormente, para outros conteúdos, como filmes, *shows* e espetáculos. Atentas a esse segmento do mercado digital, as gravadoras já dedicam especial atenção ao consumo *on-line* de vídeos de música, que têm atraído o interesse crescente dos consumidores. De acordo com a IFPI, um terço dos internautas europeus declara assistir a vídeos de música, grátis ou pagos, na rede.

O *streaming* é visto por alguns analistas e investidores como uma ferramenta que deverá sufocar o mercado de *downloads*. De acordo com eles, o *streaming* induzirá o consumidor a uma mudança de hábito que minimizará sua necessidade de possuir os fonogramas. Além disso, por também ser um serviço gratuito, constitui-se em um instrumento mais eficiente para persuadir os consumidores a abandonarem práticas de *download* gratuito. De acordo com esse ponto de vista, é mais fácil estimulá-los a deixar de compartilhar arquivos na rede oferecendo as músicas que desejam escutar do que convencê-los a pagar por elas.

O hábito de se consumir *streaming* se popularizou com o YouTube, do Grupo Google. Desde o ano de 2006, as principais gravadoras possuem contratos de licenciamento com o YouTube, passando a receber receita a cada visualização de seu conteúdo. No momento, elas tentam negociar com o Google uma revisão do pagamento que recebem do popular *site* de vídeos.

Assim, ocorre um debate no mercado sobre qual dos dois modelos, *download* pago ou *streaming*, terá futuro. Essa é uma dúvida que os atuais investidores, conforme revelado por suas opções de investimento, já superaram.

Não se trata de modelos antagônicos, mas cada um foca em um tipo diferente de consumidor: o que deseja ter o fonograma e o que pode abrir mão disso. Qual dos dois tipos de consumidor será majoritário? Haverá no futuro apenas um tipo? O outro modelo então estará fadado ao fracasso?

Em princípio, nada impede que se opte por prestar os dois serviços e atender os dois tipos de consumidor. Contudo, ao menos por enquanto, essa opção ainda não é usual. Mas em um mercado tão dinâmico, a adoção dessa estratégia pode ser apenas uma questão de tempo.

Infelizmente, os principais serviços de *download* e de *streaming* internacionais não estão disponíveis no Brasil. Para isso contribuem fortemente a complexidade e as dificuldades de se negociar com os representantes legais dos fonogramas no país, o que torna elevados os custos de transação.

No caso, por exemplo, da iTunes Store, da Apple, há uma loja virtual brasileira, inaugurada em 2008, mas que se destina a comercializar unicamente aplicativos para iPhone. A empresa vem expandindo para vários países sua loja virtual de música, mas, até o momento, o Brasil continua fora dos planos.

Da mesma forma, ao tentar se cadastrar nos principais serviços internacionais de *streaming* de música, o usuário brasileiro recebe invariavelmente a mesma mensagem: “Devido a restrições de licenciamento, este serviço não está disponível para o seu país.”

A gestão de carreira dos artistas contratados

Além das modalidades de monetização da música descritas nas seções anteriores, outras fontes de receita vêm sendo buscadas pelas gravadoras, que não incluem necessariamente a venda de CDs, como a gestão da carreira de artistas, o que inclui *shows*, publicidade, *merchandising*, estruturação de *sites* e *blogs* etc.

Os artistas e os grupos musicais representam a verdadeira fonte de receitas para as gravadoras. Enquanto os CDs eram vendidos em grande escala, essas empresas se contentavam em faturar apenas no que consideravam ser o seu negócio, a música gravada e comercializada no suporte físico dos CDs. Porém, com a retração iniciada na virada do século e a consequente busca de alternativas em outros segmentos de mercado, os artistas passaram a ser vistos com todo o seu potencial de geração de faturamento.

Um bom exemplo disso é a associação da imagem ou da produção musical de artistas a marcas de grandes empresas. Esse filão, tradicionalmente explorado pela publicidade, agora vem sendo trabalhado também pelas próprias gravadoras, que já contam em seus quadros com profissionais dedicados a esse tipo de negócio e a similares, como *merchandising*.

Há uma convergência de interesses. Artistas, bandas e músicos – o setor musical – necessitam financiar suas atividades. Por outro lado, o objetivo de algumas empresas de penetrar ou se consolidar em deter-

minados segmentos de mercado ou de público as conduz ao emprego da imagem de personalidades com as quais haja uma forte identificação por parte desse grupamento que se deseja alcançar. Essa estratégia evoluiu do antigo modelo identificado como o do “garoto-propaganda”, no qual a imagem era explorada apenas em peças publicitárias, para um enfoque mais abrangente que inclui, por exemplo, o efetivo apoio à carreira de desportistas e à produção musical de artistas, englobando CDs, DVDs, *shows* e até turnês.

A música sempre se apresentou como um elemento de forte apelo ao público e, por essa razão, tem sido crescentemente utilizada como elemento difusor de marcas que buscam, por meio de artistas, fortalecer suas imagens e/ou a de seus produtos. Companhias telefônicas, de aviação comercial, de produção de alimentos, de cosméticos, fabricantes de celulares, mineradoras, não importando o ramo de atividade, têm utilizado o investimento em produções artísticas como ponte para obter reconhecimento por parte do público.

Esses recursos que vêm irrigando o setor musical são agora alvo das grandes gravadoras que buscam, por meio de contratos com seus artistas, também se beneficiar desse fluxo. Exemplo concreto disso foi a criação pela Sony da agência SBX com o objetivo exclusivo de criar parcerias comerciais entre artistas e marcas, bem como da empresa Day One Entertainment, que se propõe a ser uma desenvolvedora de talentos, gerindo toda a carreira dos novos artistas.

Games

Os jogos de música surgiram como um novo fenômeno que pode se transformar em um forte segmento do mercado de jogos eletrônicos. No primeiro semestre de 2008, preencheram 15% das vendas de *games* nos EUA. O mais popular, o Guitar Hero, em menos de três anos de existência suplantou as marcas de US\$ 1 bilhão e de 23 milhões de cópias vendidas naquele mercado. Assim como outros jogos eletrônicos de música, ele oferece o *download* de fonogramas e de álbuns e assim constitui mais um canal de monetização para a música. A Microsoft registrou vendas mensais de 3,8 milhões de músicas por meio do Xbox Live.¹⁰

¹⁰ IFPI. Relatório de 2009, p. 12.

A sonorização de jogos eletrônicos tradicionais também vem alimentando o mercado da música. A existência de uma geração de músicos jogadores (*gamers*) facilita o desafio de criar e executar a sincronização de trilhas sonoras para os videogames. Conforme registrado no Relatório de 2009 da IFPI, as receitas da Universal Music UK com jogos já superam as geradas com filmes e só perdem para as de publicidade.

Os espetáculos ao vivo

Mesmo nos anos dourados da indústria fonográfica, poucos foram os artistas que conseguiram auferir rendimentos consideráveis com a venda de discos. A gravação dos fonogramas tem a importante função de registrar o trabalho, assim como a edição e impressão dos livros. Porém, a maior parte dos rendimentos dos músicos é originada de suas apresentações ao vivo. E isso tem se exacerbado com a crise da indústria fonográfica.

Uma das principais tendências do mercado da música tem sido a criação de novos modelos de negócio no segmento dos *shows*. E para conseguir se lançar no mercado, os artistas têm utilizado as gravações fonográficas prioritariamente como um instrumento de divulgação de seu talento.

Um exemplo marcante é o fenômeno do tecnobrega, no estado do Pará, que surgiu em 2002 e se fortalece a cada ano. Lá, os CDs são produzidos em estúdios caseiros, com baixíssimo custo, copiados em larga escala e distribuídos pelos vendedores ambulantes, com absoluto consentimento dos artistas. No modelo do tecnobrega, a principal função do CD para os artistas não é a receita de sua venda. Os CDs servem principalmente para divulgar a banda, torná-la regionalmente conhecida e atrair público para os *shows*, conhecidos como “festas de aparelhagem”.

O tecnobrega é um gênero originado do brega tradicional, que incorporou outros elementos da tradição regional e ainda influências da música caribenha. Com forte apelo de mercado regional, formou-se uma grande estrutura, que viabiliza a produção, a distribuição e o consumo locais, com foco nas apresentações ao vivo.

Estima-se em cerca de R\$ 10 milhões o faturamento mensal dos *shows* de tecnobrega na região de Belém do Pará. Estima-se ainda que sejam vendidos nos próprios shows e nas ruas, pelos camelôs, mais de um milhão de CDs por mês.

Outro exemplo marcante é o da Lapa, no Rio de Janeiro. Bairro decadente até o final do século XX, foi alçado a um dos principais pontos da noite da cidade a partir da proliferação de casas de espetáculos de pequeno porte, oferecendo – da mesma forma que no tecnobrega – um gênero musical regional, esquecido pela grande indústria fonográfica. No caso, o samba e o chorinho cariocas.

As casas de espetáculos da Lapa – que já somam algumas dezenas, de pequeno e médio portes – tornaram-se referências musicais e atrações turísticas internacionais. Possibilitaram a recuperação econômica de um bairro tradicional da cidade, movimentando grande quantidade de recursos e gerando empregos. E ainda foram fundamentais para o resgate do rico patrimônio musical do Rio de Janeiro, garantindo espaço de trabalho e renda para uma grande quantidade de novos artistas da cidade.

O financiamento do BNDES ao setor musical

Sem fugir à regra das demais atividades que compõem a economia da cultura, o segmento da música também enfrenta dificuldades no quesito financiamento. Crédito caro, elevadas exigências de garantias, dependência de patrocinadores e custeio subordinado ao fluxo futuro das bilheterias são elementos quase permanentes no cenário vivenciado por grande parte dos agentes do setor musical. A destacada exceção fica por conta das grandes gravadoras, que dispõem de canais intrafirma para a alavancagem de recursos.

Nesse contexto, a presença de instrumentos financeiros diversificados oferecidos pelo BNDES pode levar às cadeias produtivas da música um impulso extremamente favorável. Adicionalmente, o papel de agente de transformações desempenhado pelo BNDES poderá estender sua contribuição à maior profissionalização e formalização do setor.

O desembolso do BNDES ao setor musical

Os desembolsos para o setor ao longo dos últimos cinco anos foram efetuados utilizando-se produtos financeiros aplicáveis a todos os setores da economia, pois o BNDES não dispunha de instrumento financeiro específico para a música. Atingiram o valor total de apenas R\$ 20,5 milhões de reais, como mostra a Tabela 7, classificada pelos principais CNAEs referentes às atividades musicais:

Tabela 7 | Desembolsos do BNDES para o setor musical – 2005-2009, por CNAE

Segmento	2005	2006	2007	2008	2009	1º sem. 2010	Total
Atividades de gravação de som e de edição de música	108	0	923	244	523	419	2.217
Comércio de instrumentos musicais e acessórios	0	0	7	770	2.089	1.363	4.229
Comércio varejista de discos, CDs, DVDs e fitas	0	0	59	308	959	1.099	2.425
Atividades de rádio	423	291	595	1.156	2.748	1.549	6.763
Produção musical	0	0	40	72	142	367	621
ATV, som e iluminação	0	0	74	701	1.700	1.722	4.197
Total	531	291	1.698	3.251	8.162	6.519	20.451

Fonte: Elaboração própria.

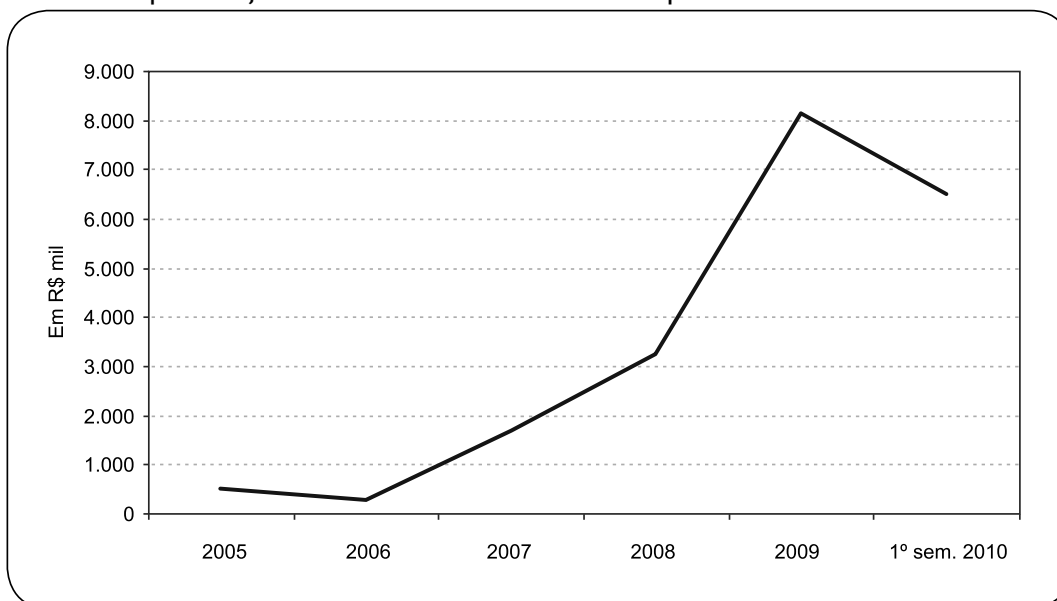
Agregando-se os diversos segmentos que compõem a chamada Economia da Cultura, o BNDES desembolsou nestes cinco anos o valor total de cerca de R\$ 500 milhões. O setor musical, tradicionalmente, se autofinancia, não utilizando crédito público nem privado na maior parte de seus investimentos. Assim, respondeu por apenas 4% dos desembolsos para os demais segmentos da Economia da Cultura.

No entanto, como mostra o gráfico a seguir, a curva dos desembolsos do BNDES é crescente. Em 2005 e 2006 foram desembolsados por volta de R\$ 500 mil, porém, esse valor ampliou-se continuamente a partir de 2007, atingindo R\$ 8 milhões em 2009 e R\$ 6,5 milhões no primeiro semestre de 2010.

Isso se deve, em parte, à decisão do BNDES de incorporar a Economia da Cultura à sua missão, deixando de tratar setores como o audiovisual e o musical apenas sob a ótica de patrocínio, mas também como um negócio.¹¹

¹¹ Para mais informações acerca do apoio do BNDES à Economia da Cultura, veja o artigo “A economia da cultura, o BNDES e o desenvolvimento sustentável”, publicado na *BNDES Setorial* de setembro de 2009 e disponível para *download* no portal do Banco.

Gráfico 1 | Evolução dos desembolsos do BNDES para o setor musical



Fonte: Elaboração própria.

Mesmo antes do lançamento do BNDES-Procult em 2009, que passou a dispor de linhas de financiamento direto para o segmento cultural, algumas medidas foram implementadas visando ampliar a utilização de outros produtos do Banco pelo setor cultural.

Uma das ações mais efetivas foi a inclusão, a partir de 2007, de diversos bens culturais como itens passíveis de financiamento pelo Cartão BNDES. Esse produto, destinado primordialmente à pequena e média empresa, mostrou-se ágil e adequado, e foi o principal responsável pela elevação do nível de desembolsos, como mostra a Tabela 8.

Dentre os bens culturais que podem ser financiados por meio do Cartão BNDES destacamos:

- Produção: instrumentos musicais e seus acessórios, aparelhos de equalização e amplificação de som, microfones profissionais, CDs e DVDs gravados.
- Shows: estruturas para montagem de eventos, equipamentos para iluminação de eventos, banheiros portáteis.
- DVD: câmeras cinematográficas, tripés, guias, aparelhos para edição de imagem e som, telas de projeção e outros equipamentos audiovisuais.

O BNDES está continuamente avaliando a inclusão de novos bens e serviços como itens passíveis de financiamento por meio do Cartão BNDES.

Tabela 8 | Desembolsos do Sistema BNDES para o setor musical: por produto

Ano	BNDES Automático	Cartão BNDES	Finame	Total
2005	100	93	338	531
2006	0	24	267	291
2007	77	875	746	1.698
2008	15	2.397	839	3.251
2009	444	6.816	901	8.162
1º sem/2010	252	5.043	1.224	6.519
Total	888	15.248	4.315	20.451

Fonte: Elaboração própria.

O BNDES Procult

Em dezembro de 2009 o BNDES elevou seu programa Procult, até então dedicado exclusivamente à cadeia produtiva do audiovisual, a um novo patamar. Agora denominado Programa BNDES para o Desenvolvimento da Economia da Cultura – BNDES Procult –, tornou-se o principal instrumento de apoio do Banco a todo o setor cultural.¹²

O Programa se propõe a fortalecer a capacidade do setor fonográfico de investir na produção de conteúdo musical brasileiro. Pretende ainda estimular a sua profissionalização, assim como o desenvolvimento de novos modelos empresariais e canais de distribuição.

Ademais, o apoio financeiro visa garantir a diversidade cultural dessa indústria criativa e intangível, que, com seus diversos estilos, origens e influências, é uma das manifestações artísticas mais presentes na cultura brasileira, cabendo destacar a absoluta liderança da música brasileira no mercado doméstico e ainda o seu imenso potencial de exportação.

Dentre os itens de investimento financiáveis para a indústria fonográfica brasileira destacamos:

- a produção de obras fonográficas brasileiras;

¹² O BNDES Procult fornece apoio financeiro às atividades culturais nos segmentos de Patrimônio Cultural; Audiovisual; Editorial e Livrarias; Fonográfico; Espetáculos ao vivo e Videojogos.

- a distribuição, divulgação e comercialização de obras fonográficas brasileiras no país e no exterior;
- a aquisição de direitos relacionados a obras fonográficas brasileiras;
- a implantação, modernização e expansão da infraestrutura para a produção de obras fonográficas no país; e
- o desenvolvimento e a implantação de novos modelos de negócio para a comercialização de obras fonográficas brasileiras, inclusive adaptação para comercialização em novas mídias.

Em sintonia com o momento que atravessa o setor musical, não apenas a indústria fonográfica como também o segmento de espetáculos ao vivo foram incluídos como uma das frentes de atuação eleitas pelo novo programa.

O BNDES Procult se destina a financiar, no segmento de espetáculos ao vivo:

- a produção e coprodução de espetáculos musicais;
- a distribuição, divulgação e comercialização de espetáculos no país e no exterior; e
- a implantação, modernização, expansão e reforma de casas de espetáculo no país, entre outros empreendimentos.

Como visto anteriormente, dadas as profundas transformações por que vem passando a indústria fonográfica em todo o mundo, seu futuro ainda não se encontra totalmente delineado. No entanto, trata-se de uma indústria de alto potencial de lucratividade. O sucesso da inserção de uma empresa nessa atividade dependerá da estratégia que ela adotará no que tange às novas tecnologias e às tendências do mercado externo. Indubitavelmente, a produção de conteúdo musical continuará a ser demandada, sob a forma de mídia física, digital ou de *shows* ao vivo.

Nesse sentido, o BNDES entendeu que poderia se tornar um *player* importante para o setor musical, incentivando as empresas a utilizar o instrumento do crédito de longo prazo para alavancar os seus investimentos, visando estimular e atenuar os riscos de novos modelos de negócio alinhados com as novas tendências nesse setor em total reestruturação. O BNDES espera ainda contribuir com a formalização e profissionalização da cadeia produtiva da música.

Conclusões

Tendências no mercado da música¹³

Escrever sobre tendências sempre requer uma certa dose de ousadia, em particular quando se trata de um cenário de intensa transformação, de mimetismo ao meio ambiente digital, como é atualmente o do mercado da música. Porém, sem querer cometer excessos premonitórios, algumas tendências já podem ser consideradas de longo prazo. Embora o futuro sempre guarde surpresas para aqueles que tentam antecipá-lo, vamos a elas.

1. A música continuará sendo consumida e produzida de forma intensiva.
2. A flexibilidade e a mobilidade que o formato digital confere à música gravada propiciarão o surgimento de novas oportunidades de exploração comercial e de uso da música. A grande aceitação por parte dos consumidores e a facilidade de sua adoção como fator de diferenciação de produtos deverão sustentar essa tendência.
3. O padrão digital permanecerá por longo tempo. A ampliação do emprego do formato digital a uma gama cada vez maior de produtos fortalece esse padrão e lhe garante longa vida. Essa convergência digital aliada ao alargamento das bandas de transmissão de dados facilita e incrementa o comércio de produtos digitais na rede.
4. As vendas de música digital serão crescentes e suplantarão as de CDs. A facilidade e a flexibilidade oferecidas por essa forma de comércio continuarão atraindo consumidores do mercado de CDs para o de fonogramas. O avanço das medidas legais contra o compartilhamento de arquivos na rede estimulará ainda mais essa migração.
5. A geração de renda com a música gravada, contudo, será uma parte menor do negócio. A possibilidade de aquisição de fonogramas e não de álbuns inteiros¹⁴ e a possibilidade crescente de escutar a música que se deseja, onde e quando se quer, oferecida pelos serviços de *streaming*, contribuirão para o ainda observado encolhimento do mercado de música gravada.

¹³ Uma improvável parceria de Noel Rosa e Wilson Batista caracterizaria bem esta seção: do *Palpite Infeliz* (Noel Rosa) a *Acertei no Milhar* (Wilson Batista e Geraldo Pereira).

¹⁴ Essa nova realidade poderá até mesmo mudar a centenária lógica da indústria fonográfica de produção de discos para a gravação de fonogramas, isoladamente.

6. Outras formas de produção de receitas a partir dos fonogramas continuarão sendo perseguidas pelas gravadoras, mas que não deverão repor o mercado a seus antigos patamares. O acervo de fonogramas das principais gravadoras é um ativo da maior importância e valia, um trunfo que possibilitará posicioná-las bem nos novos negócios que se delineiem no mercado de música gravada.
7. Novos modelos de negócios continuarão a ser buscados pelas gravadoras como forma de melhor explorar também o potencial de geração de receita de seus elencos.
8. O mercado de apresentações de música ao vivo, agregando os seus mais variados segmentos, será o grande gerador de renda e ocupação no setor da música. Na sua busca por novas fontes de receitas, as próprias gravadoras, inclusive as menores, também investirão nesse mercado, em um primeiro momento, limitando-se a seus respectivos elencos, mas podendo expandir seus serviços a outros artistas.¹⁵
9. A internet continuará sendo um veículo crescentemente utilizado para a divulgação de artistas, para a interação com o público e com os fãs, e assim contribuirá para o surgimento de novos valores e para o fortalecimento de uma tendência de maior fragmentação e segmentação do mercado. Os artistas de grandes plateias se tornarão mais raros, cedendo espaço a um número maior de músicos de menor público.
10. As casas de espetáculo também se moldarão à realidade de um mercado consumidor mais segmentado, formado por nichos. Assim, deverão existir cada vez mais oportunidades para casas de médio e pequeno portes e menos mercado para as voltadas às grandes plateias. De comum, as casas de espetáculos – de todos os portes – precisarão ser flexíveis para garantir alta taxa de ocupação: flexibilidade de programação musical, de programação artística e mesmo nas formas de sua utilização.

¹⁵ A Sony e a Som Livre firmaram uma parceria, divulgada pelo jornal *Valor Econômico* em 21 de junho de 2010, para o lançamento internacional de uma artista brasileira. Entre os serviços previstos, além da divulgação, promoção e distribuição, a Sony se responsabilizará pela organização de *shows* em outros países, o que pode ser o indicador de um novo negócio para as grandes gravadoras no mercado da música.

O BNDES acompanha toda a transformação por que passa o setor e pretende, por meio de seus vários produtos, em especial o BNDES Procult, contribuir para a (re)estruturação do mercado musical no Brasil, viabilizando a implementação dos novos modelos de negócio e valorizando o conteúdo musical nacional com imenso potencial para ser exportado, independentemente do formato de sua veiculação.

Particular atenção deverá ser dada ao mercado de música ao vivo e à busca de maior interação com os principais agentes desse segmento, com vistas à oferta de crédito adequado às necessidades dessa cadeia produtiva.

O que inferir para outros produtos digitais?

Tudo o que pode ser digitalizado, isto é, traduzido ou transformado para a linguagem digital, pode trafegar pela internet e se reproduzir em qualquer equipamento que esteja a ela conectado. Por enquanto, isso já é realidade para áudio e vídeo: música, filmes, jogos, textos, imagens, livros, revistas etc.

A transição do consumo físico para o consumo no formato digital requer o convencimento do consumidor quanto às vantagens que o segundo apresenta. Como já foi ressaltado ao longo deste artigo, características como a maior facilidade de obtenção, de compra, de transporte e de consumo (móvel) foram suficientes para atrair os usuários de CDs para os fonogramas digitais.¹⁶ Vantagens semelhantes também seduzirão, ou não, os leitores e os consumidores de jogos, de filmes e de outros produtos que se formatem em arquivos digitais.

Cada produto desses, contudo, concorre com outros produtos e/ou serviços similares, embora diferenciados. Por exemplo, os fonogramas competem com CDs e serviços de *streaming*; e os filmes digitais da rede, com DVDs (comprados ou alugados), com a programação de filmes e *shows* exibidos na TV e no cinema e, ainda, com os espetáculos ao vivo, cada um com suas peculiaridades, suas diferenciações, que podem ser mais ou menos valorizadas pelos consumidores.

¹⁶ Estimativa da Asociación de Productores de Música de España (Promusicae), cerca de 1,6 bilhão de músicas foram baixadas ilegalmente na Espanha em 2008, contra cerca de dois milhões (0,13%) de *downloads* legais.

A experiência dos filmes em 3D, o tamanho das telas e os efeitos especiais de algumas salas de exibição constituem vantagens que diferenciam as projeções de cinema das exibições domésticas de filmes por meio de DVDs ou de arquivos obtidos na rede. Mesmo assim, estima-se que 13,7 milhões de cópias de filmes foram compartilhadas em redes P2P na França apenas no mês de maio de 2008, enquanto as bilheterias das salas de exibição francesas registravam 12,2 milhões de ingressos vendidos nesse mesmo mês.¹⁷

A indústria editorial também já enfrenta o comércio ilegal de livros na rede. Embora o acervo de obras digitalizadas ainda seja reduzido e a limitação da língua reduza o universo de consumidores, os prejuízos já começam a ser contabilizados. O periódico espanhol *El País* noticiou em 8 de abril de 2010 que a pirataria digital de livros já supera a de fotocópias ilegais, e que a Federación de Gremios de Editores de España calculou perda de faturamento da ordem de € 150 milhões em 2009, por conta do comércio ilegal na rede.

“Tudo o que é sólido desmancha no ar”, mas se for digital ganha formato e circula na rede. E como “o que cai na rede é peixe”, pode ser fígado por qualquer um. Ou melhor, pode ser copiado por qualquer um e aumentar o acervo de arquivos disponíveis para compartilhamento.

Todo produto em formato digital pode circular na rede e ser compartilhado, ser copiado gratuitamente, com procedimentos em geral mais simples do que os que são necessários para comprá-lo. E essas vantagens tendem a convencer o consumidor a optar pela cópia ilegal.

A aposta dos ofertantes é a de que penalidades legais, campanhas informativas e modelos de venda mais atrativos ao consumidor poderão levá-lo a rever seus hábitos.

Referências

ALBUQUERQUE, Thiago F. G. *Uma breve história do P2P*, 2003. Monografia (Curso de Segurança de Dados) – Universidade de Brasília. Departamento de Ciência da Computação. Disponível em: <<http://www.cic.unb.br/~pedro/trabs/p2p.html>>. Acesso em: 20.4.2010.

¹⁷ Equancy and Co and Tera Consultants, em *IFPI 2009 Report*.

ABPD – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE DISCOS. *Mercado fonográfico brasileiro*. Disponível em: < http://www.abpd.org.br/estatisticas_mercado_brasil.asp>. Acesso em: inúmeras datas.

BAIXACULTURA. *Ofensiva mundial contra a “pirataria” digital*. Disponível em: <<http://baixacultura.org/2009/09/18/ofensiva-mundial-contra-a-pirataria-digital/>>. Acesso em: 8.3.2010.

BOSAVAGE, Jennifer. *Google prestes a entrar no mercado de música?* Disponível em: <<http://www.resellerweb.com.br/noticias/index.asp?cod=61988>>. Acesso em: 21.10.2009.

EL PAÍS. *‘En tierra hostil’ declara la guerra a la piratería*. Disponível em: <www.elpais.com>. Acesso em: 25.5.2010.

———. *Estados Unidos coloca España entre los cinco países con más piratería*. Disponível em: <www.elpais.com>. Acesso em: 20.5.2010.

———. *La piratería causa pérdidas de 1.700 millones y 13.200 empleos al año, según la industria*. Disponível em: <www.elpais.com>. Acesso em: 24.3.2010.

IDG Now. *Em 2009, venda por internet, celular e outros meios aumentou 12%; distribuição digital já representa 27% do mercado mundial*. Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br/mercado/2010/01/22/mercado-de-musica-digital-cresce-mas-pirataria-ainda-prejudica-industria/>>. Acesso em: 8.3.2010.

IFPI – INTERNATIONAL FEDERATION OF THE PHONOGRAPHIC INDUSTRY. *Danish Supreme Court Decision: ISP’s Are Part of the Solution to Internet Piracy*. Disponível em: <http://www.ifpi.org/content/section_news/20100528.html>. Acesso em: 28.5.2010.

———. *Digital music report 2010*. Disponível em: <<http://www.ifpi.org/content/library/DMR2010.pdf> e vários anos>. Acesso em: inúmeras datas.

———. *IFPI publishes recording industry numbers 2010*. Disponível em: <http://www.ifpi.org/content/section_news/20100428.html>. Acesso em: inúmeras datas.

———. *Music market statistics*. Disponível em: <http://www.ifpi.org/content/section_statistics/index.html>. Acesso em: inúmeras datas.

———. *Recording industry in numbers 2010*. Arquivo PDF.

———. *US ruling against Limewire sends clear message internationally*. Disponível em: http://www.ifpi.org/content/section_news/20100513.html. Acesso em: 13/5/2010.

IOL. *Combate à pirataria digital intensifica-se em 2009*. Disponível em: <<http://www.musica.iol.pt/internacionais/pirataria-2009-internet/1028279-3322.html>>. Acesso em: 27/5/2010.

KUSEK, David; LEONHARD, Gerd. *The future of music*. Boston: Berklee Press, 2005.

LEMONS, Ronaldo; CASTRO, Oona. *Tecnobrega – o Pará reinventando o negócio da música*. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2008.

MUÑOZ, Ramon. El Gobierno permite que se corten servicios de Internet por la ‘piratería’. Disponível em: <http://www.elpais.com/articulo/economia/Gobierno/permite/corten/servicios/Internet/pirateria/elpepucul/20091201elpepico_2/Tes>. Acesso em: 24.3.2010.

PORTELA, Lino. *En cinco años esto desaparece. No habrá ni canciones ni música*. Disponível em: <http://www.elpais.com/articulo/cultura/anos/desaparece/habra/canciones/musica/elpepucul/20091201elpepucul_4/Tes>. Acesso em: 8.3.2010.

SOM LIVRE retoma esforço de internacionalização. *Valor Econômico*. Rio de Janeiro, 21.6.2010.

SPOTIFY tenta furar ‘bloqueio’ nos EUA. *Valor Econômico*. Rio de Janeiro, 21.6.2010.

TERUEL, Ana. *Luz verde definitiva para la ley antipiratería francesa*. Disponível em: <http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/Luz/verde/definitiva/ley/antipirateria/francesa/elpeputec/20090922elpeputec_2/Tes>. Acesso em: 24/3/2010.

TUBELLA, Patricia. *Reino Unido cortará Internet a quienes descarguen contenidos protegidos*. Disponível em: <http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Reino/Unido/cortara/Internet/quienes/descarguen/contenidos/protegidos/elpepiscoc/20090826elpepiscoc_5/Tes>. Acesso em: 8.3.2010.

As florestas e o painel de mudanças climáticas da ONU

André Luiz F. Lemos
Marcos H. F. Vital
Marco Aurélio Cabral Pinto*

Resumo

Mudanças climáticas globais passaram do *status* de previsões científicas ao de concreta e presente realidade, seja de países ricos ou pobres, independentemente de suas ideologias políticas, da força de seus Estados-nação ou de suas trajetórias históricas. Fazem-se prementes políticas de geoengenharia climática (como a redução de emissões, a absorção de CO₂ ou a elevação dos níveis de reflexividade da terra), assim como de mitigações dos deletérios efeitos de tais mudanças. Desde a conferência conhecida como Rio Eco-92 – encontro de nações para prescrever normas multilaterais com fins de evitar e reduzir os efeitos de atividades antrópicas sobre o clima do planeta –, diversos mecanismos de financiamento foram criados a fim

* Respectivamente, estagiário, economista e engenheiro do Departamento de Meio Ambiente da Área de Meio Ambiente do BNDES. Os autores agradecem a colaboração de Márcio Macedo da Costa, Paulo Gustavo Fuchs e Luiz Vítor Constantino e as especiais sugestões do superintendente Sergio Eduardo Weguelin Vieira.

de auxiliar países-membros da convenção, ratificada, de fato, em 1997, com o Protocolo de Quioto. O presente artigo simula qual seria o papel do crescimento das florestas brasileiras (nativas e plantadas) no sequestro de CO₂, chamando a atenção das autoridades para a importância de maior utilização de tais mecanismos. O estudo discorre acerca das regras para que florestas sejam elegíveis aos projetos relacionados ao Protocolo de Quioto, apresenta estudos quantitativos acerca da quantidade de carbono estocado nas florestas nacionais, por bioma, e exercícios algébricos (que avaliam o custo monetário do desmatamento na Amazônia, o custo de sua compensação com reflorestamentos com espécies exóticas, além de estimar a quantidade de recursos financeiros que o país poderia receber, caso reduzisse seus níveis de alteração do uso do solo e de emissões de CO₂ por desmatamento).

Introdução

Mudanças climáticas globais vêm ocorrendo ao longo da história evolutiva do planeta. No entanto, até o século XVIII, estavam relacionadas apenas aos fenômenos naturais, a eventuais atividades vulcânicas ou a extremos climáticos. Após o século XVIII, com o início das “revoluções industriais”, do modo de produção capitalista, da proliferação dos Estados Nacionais e das sociedades de consumo de massa, tais mudanças parecem estar ocorrendo não mais por fenômenos naturais apenas, mas, sobretudo, por atividade humana (antrópica).

As principais atividades antrópicas responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) relacionam-se à agricultura, ao desmatamento e à atividade industrial dependente da energia derivada de combustíveis fósseis.¹ Ademais, os incêndios florestais, a extração predatória de madeira, a expansão de fronteiras agropastoris e a elevação da temperatura global (como o incêndio em Roraima atribuído ao El Niño, em 1988) formam o ponto nevrálgico no tocante às emissões de CO₂ no Brasil.

A partir de dezembro de 2009, mediante a Lei 12.187/09, o Brasil estabeleceu voluntariamente metas para a redução de emissão de gases:

Art. 12. Para alcançar os objetivos da PNMC, o País adotará, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de

¹ Em particular, termoeletricas, transporte rodoviário, siderurgia, cimento e aterros sanitários (lixões).

gases de efeito estufa, com vistas em reduzir entre 36,1% (trinta e seis inteiros e um décimo por cento) e 38,9% (trinta e oito inteiros e nove décimos por cento) suas emissões projetadas até 2020.

Adicionalmente, foi instituído, pela Lei 12.114/09, um fundo destinado à implementação de ações de mitigação de efeitos adversos decorrentes de mudanças no clima e de incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico da indústria brasileira, como recurso complementar para o alcance dos planos setoriais para a redução de gases de efeito estufa.

O objetivo do presente trabalho é, com base nas informações dos estoques e fluxos de carbono nas florestas brasileiras, avaliar as oportunidades que emergem com a criação dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto. Além disso, conjugando os parâmetros de estoque/sequestro de carbono das matas nativas e plantadas no país com as taxas de desmatamento, foi possível estimar as emissões por alterações no uso do solo, assim como os benefícios econômicos associados à manutenção e à expansão da cobertura florestal nativa e plantada brasileira, considerando-se o papel desempenhado pelas florestas na captura de carbono da atmosfera.

Na segunda seção, é apresentado o Marco Regulatório Internacional relativo às florestas, destacando-se: (i) o panorama geral das emissões no mundo; (ii) o perfil das emissões no Brasil; (iii) o papel das florestas dentro do Painel de Mudanças Climáticas da ONU; e (iv) o perfil de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo.

Na terceira seção, são feitas estimativas da quantidade de carbono, por hectare, estocada em florestas nativas brasileiras (em diferentes biomas) e em florestas plantadas com espécies exóticas (*pinus/eucalyptus*).

Dados os coeficientes de retenção de carbono dos ecossistemas nacionais, procura-se identificar, na quarta seção, o potencial nacional para obtenção de créditos de carbono, mediante o somatório do crescimento espontâneo da vegetação nativa (“sequestro ecossistêmico de carbono”) e de possibilidades de obtenção de recursos pela redução do desmatamento e da degradação florestal na Amazônia Legal. As conclusões são apresentadas na quinta e última seção.

Florestas: o marco regulatório internacional²

Panorama geral das emissões no mundo

O consenso científico afirma que as mudanças climáticas estão intimamente associadas aos gases de efeito estufa, em particular: 1) dióxido de carbono (CO₂); 2) metano (CH₄); 3) óxido nitroso (N₂O); e 4) clorofluorcarbonetos (CFC). Desde o período que antecedeu à Revolução Industrial, o nível de CO₂ na atmosfera aumentou de 280 partes por milhão (ppm)³ para cerca de 381,2 ppm; o CH₄, de 700 ppb (partes por bilhão) para 1.745 ppb; e o N₂O, de 280 ppb para 320,1 ppb [Meteorological World Organization e University of Oregon (2006)].

Síntese dos últimos resultados divulgados pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) indica que haverá, no decorrer deste século, aumento de temperatura por todo o planeta, sendo mais severo sobre os continentes do que sobre os oceanos. Entre as possíveis causas, está o acréscimo dos níveis de gases de efeito estufa (GEE), em particular, o CO₂ (Tabela 1).

Tabela 1 | Comparativo dos países emissores de CO₂ de 1990 a 2007

Países	Emissão em mil toneladas de CO ₂ em 1990	Países	Emissão em mil toneladas de CO ₂ em 2007
EUA	4.865.027	China	6.538.367
União Soviética	3.796.526	EUA	5.838.381
China	2.460.744	Índia	1.612.362
Japão	1.153.205	Rússia	1.537.357
Índia	690.577	Japão	1.254.543
Brasil (20)	208.887	Brasil (18)	368.317
Resto do mundo	7.575.045	Resto do mundo	12.169.673

Fonte: *United Nations Statistics Division, millennium development goals indicators.*

² O Painel Internacional de Mudanças Climáticas [International Panel on Climate Change (IPCC)] é o corpo técnico principal da ONU, formado pelo programa ambiental da ONU e a organização meteorológica mundial. Sua função é prover informações técnico-científicas acerca das mudanças do clima e seus possíveis impactos sobre as civilizações.

³ O gás carbônico está presente na atmosfera numa proporção de 0,0037%, ou seja, bem pequena. Por isso, cientistas usam a denominação “partes por milhão”, que significa que, em um milhão de partículas da atmosfera, há 370 partículas de CO₂.

Os dados da Tabela 1 consideram apenas as emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis fósseis e da fabricação de cimento, não considerando as emissões causadas por mudanças e alterações no uso do solo, tal como o desmatamento.

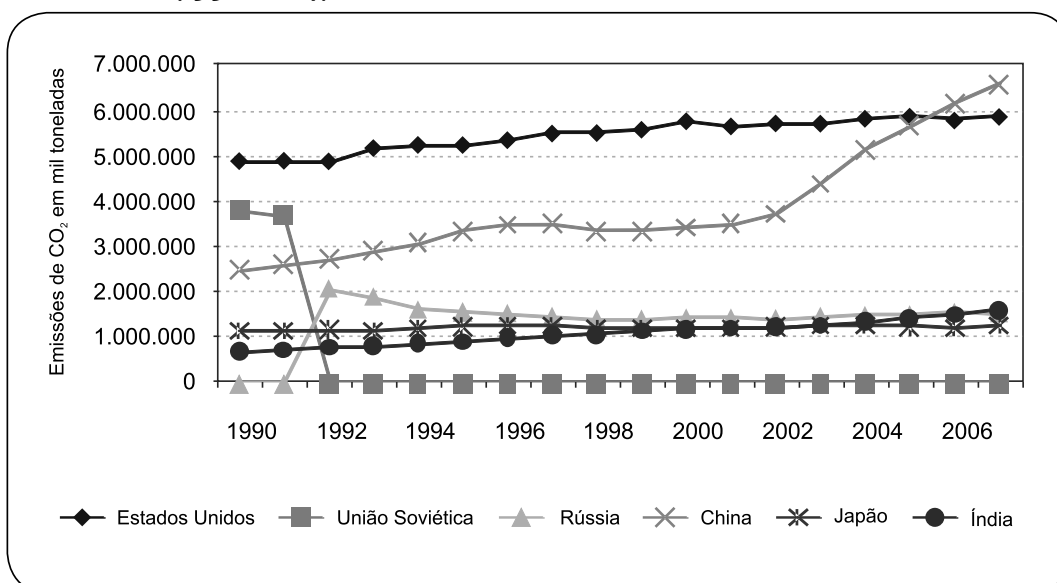
Os Estados Unidos destacam-se entre os países que mais emitem CO₂. Isso se deve à sua pujança econômica, à sua matriz energética e à dinâmica de sua indústria automotiva. Entre 1990 e 2007, o país perdeu a posição para a China, onde o rápido crescimento econômico, aliado às indústrias “sujas” (siderurgia a carvão mineral, celulose, termoeletricas), fez com que as emissões passassem de 2,4 bilhões para 6,5 bilhões de toneladas/ano.

Na Índia, a desregulamentação e o baixo estágio tecnológico das plantas industriais e dos processos de controle ambiental surgem como vilões. O crescimento também é notório. Em 2007, a Índia emitiu o triplo de CO₂ em relação a 1990.

Na Rússia, a grande causa de emissão de CO₂ é a presença de uma política energética ineficaz, na qual se sobressaem grandes centrais térmicas a carvão.

O Brasil emitiu, em 2007, 368 milhões de toneladas de CO₂, posicionando-se na 18ª colocação no rol de países emissores de CO₂. Na contabilidade em questão, estão incluídas apenas as emissões de cunho

Gráfico 1 | Evolução das emissões de CO₂ pelos cinco maiores emissores (1990-2007)



Fonte: ONU (2008).

energético (gás natural, petróleo, biocombustíveis, transportes e termoelétricas), deixando de fora as emissões por desmatamento que, no Brasil, sabidamente, têm papel determinante no volume total emitido pelo país, como mostrado na quarta seção, em Exercício 1: emissões por desmatamento na Amazônia Legal.

É consenso que 50% das emissões nacionais são oriundas de desmatamento. Uma vez que as emissões totais, calculadas pela ONU, incluem somente as origens mencionadas anteriormente – deixando, portanto, o desmatamento e as alterações por uso do solo de fora da contabilidade –, por regra de três simples, estima-se que o Brasil esteja emitindo, no mínimo, cerca de 732 milhões de toneladas de CO₂. O Exercício 1 adiante testa essa hipótese de emissão de CO₂ por desmatamento.

Em todos os casos citados, objetivos de rápido crescimento econômico com necessidade crescente de recursos naturais (renováveis e não renováveis), somados a ciclos de vida mais curtos dos produtos (aumento na velocidade das novidades), têm sido historicamente responsáveis pela degradação do planeta, independentemente do continente, da força dos Estados-nação, de ideologias políticas ou trajetórias históricas.

A análise das emissões *per capita* não faz tanto sentido quando o objetivo é a comparação entre países, uma vez que países pouco ou muito populosos podem ter PIB elevado, como ilustra a Tabela 2.

Vale, porém, sugerir a análise das emissões *per capita* de um mesmo país, ao longo do tempo.

Tabela 2 | Emissões de CO₂ *per capita*

Países	Emissão <i>per capita</i> de CO ₂
Catar	56,2
Emirados Árabes Unidos	32,8
Kuwait	31,2
Bahrein	28,8
Estados Unidos	19,0
China	4,6

Fonte: ONU (2008).

Perfil das emissões no Brasil

Para um banco de fomento, o *trade-off* explícito entre crescimento econômico e preservação de recursos (a um dado estado tecnológico), de um lado, e a melhoria da qualidade ambiental e da rentabilidade de projetos de investimentos (internalização de custos e de externalidades), de outro, é questão central.

Tabela 3 | Comparação entre o perfil das emissões no Brasil e no mundo (2005)

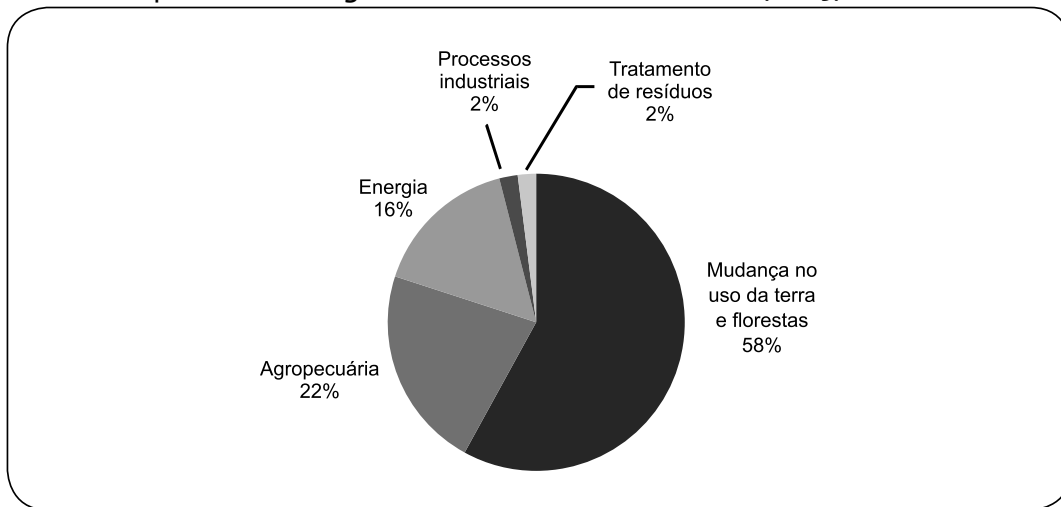
Gás	Mundo		Brasil	
	Mt CO ₂	%	Mt CO ₂	%
CO ₂	28484,80	73,60	366,30	35,60
CH ₄	6407,50	13,50	389,10	37,80
N ₂ O	3285,60	8,50	264,50	25,70
PFC	107,90	0,30	2,90	0,30
HFC	380,60	1,00	3,90	0,40
SF ₆	59,50	0,20	1,70	0,20
Total	38.725,90	97,10	1.028,40	100,00

Fonte: Estudo “Incremento do carvão vegetal renovável na siderurgia brasileira: 2009”.

Como é possível notar com base na Tabela 3, o perfil de emissões do Brasil difere significativamente do resto do mundo, tendo CO₂, CH₄ e N₂O como principais gases de efeito estufa, sendo que, comparativamente ao resto do mundo, o peso relativo de metano e óxido nitroso é perceptivelmente maior. O CH₄ é considerado um dos piores gases, sendo cerca de 20 vezes mais potente que o CO₂ e produzido pela flatulência dos ovinos e bovinos. Se inalado, pode causar asfixia, parada cardíaca, inconsciência e até danos ao sistema nervoso central. O N₂O é ainda mais potente que o metano e sua eficácia é cerca de 230 vezes superior à do CO₂. É produzido nos solos, contribuindo para o aquecimento global.

Parte substancial das emissões nacionais de CO₂ provém do desmatamento e da degradação florestal. Não é à toa que uma das propostas brasileiras para a COP-15, em 2009, em Copenhague, era a redução do desmatamento em 80%, até 2020.

Gráfico 2 | Emissões de gases de efeito estufa no Brasil (2005)



Fonte: MCT.

As emissões nacionais de metano são oriundas, principalmente, de atividades agrossilvipastoris e de lixões a céu aberto, enquanto o óxido nitroso surge pela intensa utilização de nitrogênio sob a forma de fertilizante agrícola.

Assim sendo, a política ambiental de redução das emissões brasileiras deve, por sua vez, ser coerente com o perfil de emissões do país, focando igualmente os setores emissores dos três principais gases supramencionados.

As Conferências das Partes (COPs) e as florestas

Breve histórico

Efeitos adversos esperados para mudanças climáticas provocaram decisões e normatizações que se têm propagado com amplo impacto na esfera internacional. Acordos multilaterais foram firmados.⁴ Antecipando-se às dificuldades de países centrais de cumprir metas de redução de emissões atmosféricas sem comprometimento de bem-estar social, criaram-se no âmbito da COP-07 mecanismos de flexibilização, a saber: (1) Comércio

⁴ O primeiro grande encontro multilateral organizado pela ONU foi a Rio-Eco 92. Nele, estabeleceu-se a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). Após a assinatura da Eco-92, diversas reuniões foram realizadas entre os países participantes da Convenção-Quadro. Tais reuniões ficariam conhecidas como as Conferências das Partes (COPs), dando origem a seus respectivos documentos e relatórios oficiais conhecidos por COP-01, COP-02 e assim por diante.

de Emissões (CE);⁵ (2) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); e (3) Implementação Conjunta (IC).⁶

O Brasil pode se beneficiar com o mercado de carbono, sendo hospedeiro de projetos elegíveis ao MDL, REDD e outros. Uma das modalidades previstas como parte constituinte de projetos MDL consiste no reflorestamento e no estabelecimento de florestas – foco central deste trabalho.

Em 1999, na COP-05,⁷ realizada em Berlim, foram tratadas pela primeira vez as questões relativas ao uso e à mudança do uso do solo e de florestas. Tal documento ficou conhecido como Land Use and Land Use Change and Forestry (LULUCF). As atividades LULUCF até hoje elegíveis no MDL são aquelas que promovem a remoção de gás carbônico da atmosfera, ou seja, florestamento e reflorestamento. Esses conceitos serão mais bem explicados adiante, na seção “MDL e florestas”.

A COP-09 também foi de suma importância para as questões florestais, em especial por versar acerca das REDD. A principal deliberação de interesse nacional é o método criado para cálculo das reduções.

Ainda no que concerne às florestas, vale citar os pilares da COP-13, em 2007, em que se destacam, segundo Cenamo e Pavan (2008):

- 1) Criação de um Plano de Trabalho com o objetivo de definir a amplitude dos incentivos positivos e as abordagens políticas necessárias para lidar com a REDD, mediante a discussão de seus aspectos metodológicos e de suas técnicas, tais como linhas de base e quantificação das reduções de emissões.
- 2) Redução de Emissões do Desmatamento: mecanismos para ajudar países em desenvolvimento com florestas tropicais a reduzirem seu desmatamento.

⁵ O artigo 17 do Protocolo de Quioto determina que os países do denominado Anexo 1 (países desenvolvidos) podem transferir entre si partes de suas quantidades designadas/permitidas de emissões de gases de efeito estufa. Por esse mecanismo de flexibilização, os países que emitirem menos do que o autorizado pelo protocolo podem vender suas cotas excedentes, isto é, seus créditos de carbono. Este é o *comércio de emissões*.

⁶ Já o mecanismo de implementação conjunta foi estabelecido pelo artigo 6 do Protocolo de Quioto, prevendo projetos de caráter bilateral pelos quais Partes do Anexo I ou empresas desses países financiem projetos de redução de emissões em outros países desenvolvidos.

⁷ Em 1997, a terceira Conferência das Partes, em Quioto, culminou com a assinatura de conhecido documento oficial da ONU, o Protocolo de Quioto, obrigando as partes signatárias a reduzir suas emissões em 5,2% em comparação aos níveis de 1990.

Percebe-se, pelo exposto, que a criação de mercado de carbono e a possibilidade de emissão de créditos surgem, no início do século XXI, como fonte adicional de recursos financeiros para países em desenvolvimento com potencial de atividades de florestamento e reflorestamento.

A REDD foi introduzida na COP-11, em dezembro de 2005, pelos governos de Papua Nova Guiné e Costa Rica. O objetivo desse mecanismo é induzir a redução de emissões por degradação e desmatamento, oferecendo recursos aos países não relacionados no Anexo I (“Não Anexo I”). O desmatamento evitado é quantificado e traduzido em créditos de carbono sob a forma de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) – papéis negociáveis – a serem vendidas no mercado internacional de carbono. A ideia central é que esse mecanismo funcione como centro de conservação das florestas, gerando, assim, oportunidades de obtenção de benefícios climáticos para o mundo e recursos financeiros que suportem programas de redução da degradação.

Progressos ocorreram, anos mais tarde, por meio do Plano de Ação de Bali, na COP-13, que reconheceu a importância das florestas para combater as mudanças climáticas e o enorme potencial benéfico que a REDD representa.

Um ano depois, negociadores reuniram-se na COP-14, em Poznan, na Polônia, e concordaram que as atividades de REDD deveriam ser ampliadas, chamando essa abordagem de REDD+, e incluindo, além da contenção do desmatamento e a degradação florestal, a conservação e o aumento dos estoques de carbono florestal e o manejo florestal sustentável.

Para que a REDD seja, de fato, um mecanismo eficaz, será necessário vencer alguns desafios, tais como: De que forma será feita a medição de carbono na área em questão? Quem receberá os pagamentos pela proteção da floresta? Quem financiará tal mecanismo? Existem políticas para proteger os direitos das populações locais e indígenas?

MDL e florestas

Dado que sequestram CO₂ da atmosfera, as florestas funcionam como sumidouros de carbono. Dessa forma, as atividades silvicultoras e de restauração florestal também podem ser beneficiadas com os mecanismos geradores de créditos de carbono.

O IPCC define os seguintes conceitos:

Florestamento é a conversão induzida diretamente pelo Homem, de uma área que não foi florestada por período de pelo menos 50 anos para uma área florestada, através de plantio, semeadura e/ou promoção de fontes naturais de sementes induzida pelo Homem.

Reflorestamento é a conversão induzida diretamente pelo Homem, de área não florestada para área florestada através de plantio, semeadura e/ou promoção de fontes naturais de sementes induzida pelo Homem, em área que era florestada mas que foi convertida para não florestada. Para o primeiro período de compromisso, as atividades de reflorestamento ficarão limitadas aos reflorestamentos ocorridos naquelas áreas que não continham floresta em 31 de dezembro de 1989.

Floresta consiste em área mínima de 0,05 - 1,0 hectares, com cobertura de copa (ou nível de estoque equivalente) de mais de 10-30 por cento, com árvores com potencial de alcançar altura mínima de 2-5 metros na maturidade, *in situ*. Ela pode consistir tanto de formações florestais fechadas, onde árvores de vários estratos e sub-bosque cobrem a maior parte da terra, ou florestas abertas. Formações naturais jovens e todas as plantações que ainda tiverem que alcançar densidade de copa de 10-30 por cento, ou altura de árvore de 2-5 metros são consideradas florestas, assim como áreas que normalmente fazem parte de área florestal que está temporariamente desbastada, como resultado de intervenção humana, ou causas naturais, mas que são esperadas reverter em floresta. [Lopes (2002, p. 59)].

Do total de projetos MDL, em 2010, poucos eram de reflorestamento ou florestamento, principalmente pela falta de conhecimento sobre as metodologias de linha de base e de monitoramento existentes no Comitê Executivo do MDL. Conclui-se que o Brasil, apesar de apresentar condições ideais para plantio de espécies florestais, investe relativamente pouco em empreendimentos dessa natureza.

As fases de implementação de projetos de florestamento e reflorestamento relacionados às atividades de MDL são similares às das atividades de outros projetos de redução de emissões (validação, aprovação, verificação e monitoramento). Entretanto, há particularidades que merecem destaque.

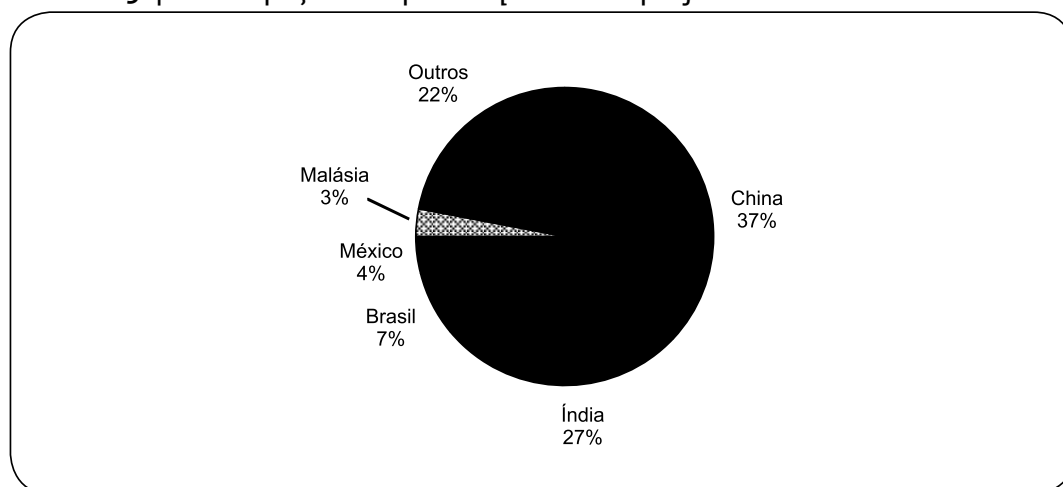
Segundo Frondizi (2009), há diferenças quanto ao tipo de reduções certificadas. Podem-se encontrar RCEs temporários (designados por 20 anos, renováveis por mais duas vezes, totalizando 60 anos) ou permanentes (30 anos).

Uma vez que o protocolo necessita ser ratificado em 2012 pelas nações do Anexo I, a incerteza com relação à sua ratificação (ou não) gera maiores riscos e novas incertezas nos negócios relacionados aos RCEs oriundos de florestas. Ademais, questões como “risco de incêndio” e/ou “pragas” também geram incertezas, conferindo menor liquidez aos RCEs dessa natureza.

Panorama dos projetos de MDL no mundo e no Brasil

Segundo a Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudanças do Clima, em 2010 a China ocupou a primeira posição no *ranking* mundial de projetos desenvolvidos no âmbito do MDL com aproximadamente 2.245 projetos (37%) de um total de 6.096 (Gráfico 3). Em segundo lugar, encontra-se a Índia, com 1.645 projetos (27%), e em terceiro, o Brasil, com 427 (7%). Cabe ressaltar que esse mecanismo é realizado por meio de empresas e governos de países do Anexo I (países industrializados) que não conseguirem cumprir suas metas de redução de emissões de gases, por meio da compra de créditos de carbono em países em desenvolvimento ou, ainda, preferencialmente, do financiamento de projetos que auxiliem na redução da poluição nesses países em desenvolvimento.

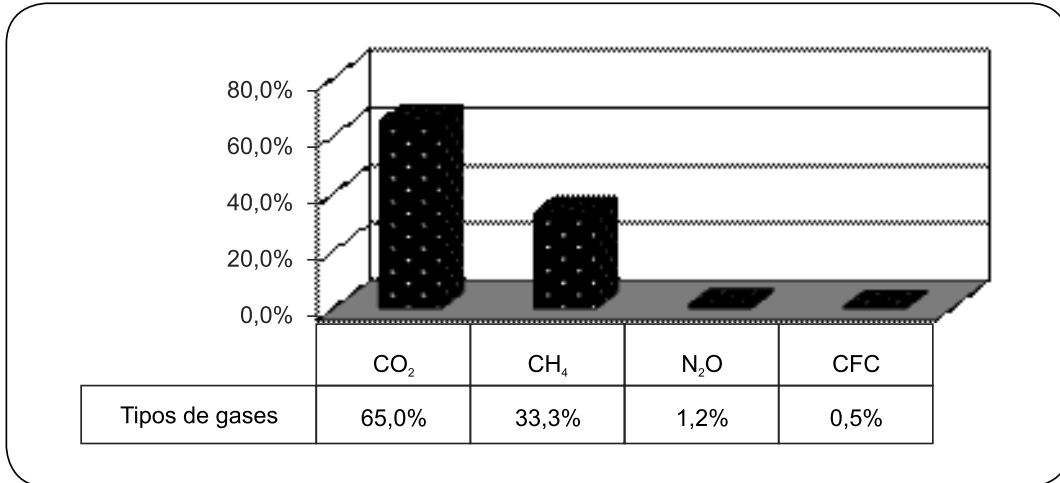
Gráfico 3 | Participação dos países que detêm projetos relacionados ao MDL



Fonte: Brasil (2010).

No Brasil, a distribuição de projetos dessa natureza, por tipo de GEE, pode ser vista no Gráfico 4:

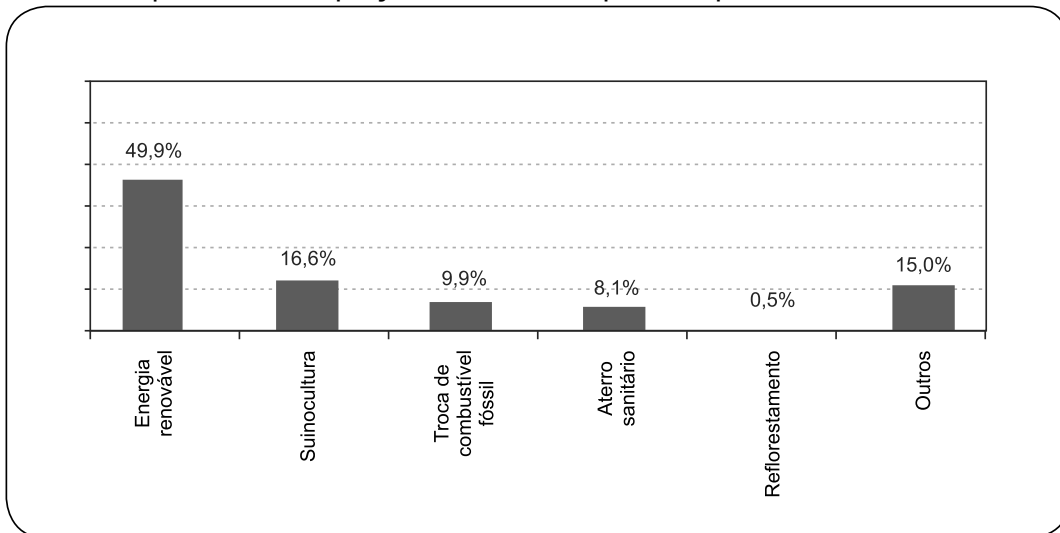
Gráfico 4 | Distribuição das atividades de projetos MDL no Brasil, por tipo de gás



Fonte: Brasil (2010).

Ademais, a distribuição de projetos por setor industrial é mostrada no Gráfico 5, em que os projetos florestais são pouco relevantes.

Gráfico 5 | Número de projetos brasileiros por escopo setorial



Fonte: Brasil (2010).

Com base na análise dos Gráficos 3, 4 e 5, é possível afirmar que o Brasil: (i) explora relativamente pouco as oportunidades surgidas com

o MDL – sugerido pelo próprio país; (ii) os projetos ainda se concentram na redução de emissões de carbono (e não metano ou óxido nitroso, outros importantes gases na matriz nacional de emissões); (iii) os projetos estão concentrados em setor em que o país, naturalmente, já tem vantagens comparativas (energia renovável); e (iv) a pequena porcentagem de projetos de reflorestamento está relacionada à dificuldade de medir o carbono absorvido pelas árvores em crescimento e de se adequar ao critério de adicionalidade.

Estimativas de estoque de carbono em diferentes biomas nacionais e florestas exóticas

Contextualização

Existem diferentes estoques de carbono no planeta, a saber: (i) terrestres (80 mil Gt de carbono);⁸ (ii) oceanos (42 mil Gt de carbono); e (iii) atmosfera (740 Gt de carbono). O montante do carbono atmosférico é pequeno comparativamente ao carbono terrestre e ao carbono nos oceanos. Dessa maneira, pequenas variações de fluxo podem gerar grandes variações no estoque atmosférico.

Parte do estoque terrestre é formada por rochas, carbonatos, carvão mineral e petróleo (entre outras formas de mineralização e fossilização do carbono ao longo de seu longo ciclo geológico) e parte está estocada nas florestas. Estas, por sua vez, além de consistirem em armazenadoras de carbono (outrora fixado pela fotossíntese), seguem como parte integrante do curto ciclo biológico do carbono (tanto pela fotossíntese – de plantas e algas – como pela decomposição da matéria orgânica de vegetais e animais).⁹

Em um sistema econômico global, no qual as emissões ou reduções de carbono passaram a ser precificadas e transacionadas, a quantificação dos estoques contidos em florestas, assim como os fluxos por ela gerados, emergem como condição para a realização das trocas dessa nova *commodity* ambiental.

⁸ Formações geológicas, contendo carbono fóssil e mineral, e os ecossistemas terrestres, formados pela soma biota + solo.

⁹ O ciclo biológico do carbono é relativamente rápido: estima-se que a renovação do carbono atmosférico ocorra a cada 20 anos. Já o ciclo geológico do carbono é muitas vezes originado da combinação ou dissolução do dióxido de carbono em água, formando o ácido carbônico que, posteriormente, transforma-se em carbonatos e, lentamente, em rochas calcárias. Enquanto o ciclo biológico é contabilizado em anos, o ciclo geológico é contabilizado em bilhões de anos, sendo tão antigo quanto o próprio planeta.

Os resultados do efeito do sequestro de carbono pelas florestas podem ser quantificados por meio da estimativa da biomassa da planta acima e abaixo do solo. Isso porque cerca de 50% da biomassa (seja de origem vegetal ou animal) é à base de carbono. No caso dos vegetais, o carbono encontra-se sob a forma de celulose, hemicelulose e outros polímeros naturais à base de elemento químico.

As florestas tropicais úmidas são caracterizadas por alta taxa de produtividade primária,¹⁰ retendo considerável estoque de carbono, principalmente na sua fase de crescimento, quando as árvores removem quantidades significativas de carbono da atmosfera. Essas quantidades são reduzidas gradativamente a taxas quase insignificantes, quando as plantas se tornam “maduras” ou formadas.¹¹

O objetivo da presente seção é fornecer parâmetros e coeficientes de conversão que serão utilizados nos exercícios da seção seguinte.

Estoque global de carbono em vegetação e florestas no mundo

No mundo todo, o estoque de carbono das florestas encontra-se distribuído de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 | Estoque global de carbono na vegetação e no solo (profundidade de 100 cm)

Bioma	Área (10 ⁶ km ²)	Estoques de carbono (Gt de C)		
		Vegetação	Solos	Total
Floresta tropical	17,6	212	216	428
Floresta temperada	10,4	59	100	159
Floresta boreal	13,7	88	471	559
Savanas tropicais	22,5	66	264	330
Campos temperados	12,5	9	295	304
Desertos e semidesertos	45,8	8	191	199
Tundra	9,5	6	121	127
Pântanos	3,5	15	225	240
Terras agrícolas	16	3	128	131
Total	151,5	466	2.011	2.477

Fontes: Watson *et al.* (2000) e Wissenschaftlicher Beirat der Bundersregierung Globale Umweltveraenderungen (1998).

¹⁰ A produtividade primária pode ser definida como a taxa na qual a energia radiante é convertida pela atividade fotossintética e quimiossintética de plantas em substâncias orgânicas.

¹¹ Recentemente, entretanto, tem ocorrido o que engenheiros florestais passaram a denominar “efeito fertilização de CO₂”. Ou seja, mesmo florestas clímax, como a amazônica, que supostamente estariam em equilíbrio, vêm sequestrando carbono após o aumento de sua concentração na atmosfera, aumentando, destarte, a produção de biomassa da floresta.

O total de carbono estocado nos ecossistemas florestais (e que pode ser liberado) representa apenas 3% do estoque atmosférico, mas os fluxos (por emissão ou remoção) causam impactos relevantes nos fluxos entre os estoques terrestre e atmosférico.

Biomass brasileiros

A precisão da estimativa de estoques e fluxos de carbono associados aos biomas brasileiros depende da categorização que será adotada. O IBGE publicou, recentemente, mapa com aproximadamente seis biomas distribuídos no território nacional. O presente trabalho irá adotar seis categorias, a saber: Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Amazônia, Pantanal e Pampa.

Tabela 5 | Extensão dos biomas no Brasil

Biomas continentais brasileiros	Área aproximada (km²)	Área total Brasil (%)
Bioma Amazônia	4.196.943	49,29
Bioma Cerrado	2.036.448	23,92
Bioma Mata Atlântica	1.110.182	13,04
Bioma Caatinga	844.453	9,92
Bioma Pampa	176.496	2,07
Bioma Pantanal	150.355	1,76
Área total Brasil	8.514.877	100,00

Fonte: IBGE.

De acordo com as definições do IBGE:

O Mapa de Vegetação do Brasil reconstitui a situação da vegetação no território brasileiro na época do descobrimento pelos portugueses e mostra que no país ocorrem dois grandes conjuntos vegetacionais: **um florestal**, que ocupa mais de 60% do território nacional, e **outro campestre**.

As formações florestais são constituídas pelas **florestas ombrófilas** (em que não falta umidade durante o ano) e **estacionais** (em que falta umidade num período do ano), **situadas tanto na região amazônica** quanto nas áreas extra-amazônicas, mais precisamente na **Mata Atlântica**.

As formações campestres são constituídas pelas tipologias de vegetação abertas, mapeadas como: **savana**, correspondente ao cerrado que predomina no Brasil central, ocorrendo também em pequenas áreas em outras regiões do país, inclusive na Amazônia; **savana estépica** que inclui a caatinga nordestina, os campos de Roraima, o Pantanal mato-grossense e uma pequena ocorrência no extremo oeste do Rio Grande do Sul; **estepe** que corresponde aos campos, do planalto e da campanha, do extremo sul do Brasil; e a **campinarana**, um tipo de vegetação decorrente da falta de nutrientes minerais no solo e que ocorre na Amazônia, na bacia do rio Negro. [Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169Mapas de Biomas e Vegetação do Brasil]

As estimativas que se seguem focam apenas as formações florestais do país.

Estoque e fluxo de carbono em florestas nativas no Brasil

Existem, basicamente, dois métodos distintos para mensurar o estoque de carbono em florestas. O primeiro, e mais antigo, é o método destrutivo. Com base na amostragem em dada região, define-se o volume/massa de madeira contida num hectare por meio da retirada e da pesagem da madeira. A partir da secagem da madeira, presume-se que uma proporção desta é carbono. De modo geral, o teor de carbono oscila entre 45% e 50% da massa total da biomassa seca. Esse método parece ser o mais adequado quando se trata de cálculos em regiões com muitas espécies distintas. O segundo, denominado indireto, consiste em estimar a biomassa da floresta com base em equações matemáticas (alométricas ou dendométricas) que relacionam o diâmetro do tronco às outras partes da árvore. Esse método é mais apropriado para florestas homogêneas, nas quais a variabilidade entre cada planta é pequena, permitindo o uso de parâmetros da espécie. Do mesmo modo, existem técnicas diferentes para calcular o fluxo anual de carbono das florestas (as torres de medição¹² são um exemplo, as técnicas simples – porém, menos precisas – utilizadas no presente trabalho, outro).

¹² Torres localizadas a dada altura, no meio de um maciço florestal, equipadas com um medidor. No caso, denominado anemômetro sônico 3D.

Amazônia

Estoque de carbono na Amazônia

De acordo com o IBGE (2009):

Na Amazônia, predominam as **florestas ombrófilas¹³ densas e abertas**, com árvores de médio e grande porte, com ocorrência de cipós, bromélias e orquídeas. Maior reserva de diversidade biológica do mundo, a Amazônia é também o maior bioma brasileiro em extensão e ocupa quase metade do território nacional (49,29%). A bacia amazônica ocupa 2/5 da América do Sul e 5% da superfície terrestre. Em área de aproximadamente 6,5 milhões de quilômetros quadrados, abriga a maior rede hidrográfica do planeta, que escoia cerca de 1/5 do volume de água doce do mundo. Sessenta por cento da bacia amazônica se encontra em território brasileiro, onde o Bioma Amazônia ocupa a totalidade de cinco unidades da federação (Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima), grande parte de Rondônia (98,8%), mais da metade de Mato Grosso (54%), além de parte de Maranhão (34%) e Tocantins (9%).

Tabela 6 | Estoques de carbono sobre o solo na Amazônia

Tipo de vegetação	Estoque de carbono (tC/ha)
Floresta ombrófila densa aluvial	129
Floresta ombrófila densa das terras baixas	124
Floresta ombrófila mista	102
Experimento em região densa de Roraima*	156
Ombrófila densa	115
Média de estoque de carbono sobre o solo na Amazônia	125

Fontes: Veloso e Klein (1957a, 1957b, 1961, 1963), *Xaud (2006) e Higuchi (2004).

Castilho (2006), estudando a Amazônia Central, encontrou, acima do solo, resultados que apontam para estoque de biomassa, variando entre 210 t/ha e 426 t/ha, representado por média de 327 t/ha (desvio padrão de 42 t/ha).

¹³ Caracteriza-se por fisionomias ecológicas tropicais com elevada umidade, proporcionando ambientes sombreados.

Fearnside (2002) afirma, com base no programa Radambrasil, que existem, em média, 94 toneladas de carbono por hectare, abaixo dos solos da floresta amazônica, contabilizados à profundidade de 1 metro (desvio padrão: 24,5%).

Fluxos de carbono na Amazônia

Na Amazônia, segundo Fearnside (2002), uma floresta secundária com 10 anos de idade assimila de seis a 10 toneladas de carbono por hectare por ano (doravante, tC/ha/ano); com 20 anos, de 4 a 7 tC/ha/ano; e com 80, a assimilação anual média cai para 2 tC/ha/ano. Acredita-se que, com 100 anos, a floresta atinja o estado de equilíbrio, com taxa de assimilação de 0,97 tC/ha/ano.

Controvérsias metodológicas e diferentes hipóteses científicas levam a dois pontos de vista distintos acerca dos fluxos de carbono na floresta amazônica:

- 1) A floresta amazônica, por ser uma floresta madura (floresta clímax), tem balanço neutro de carbono. Nesse ponto, vale notar que a floresta não tem balanço neutro de metano, posto que emite, mas não absorve.
- 2) A elevação do nível de CO₂ na atmosfera pode estar causando, como um processo de fertilização, elevações na taxa de crescimento da floresta amazônica. Nesse caso, a floresta poderia ter balanço positivo de carbono.

Tian (2000), analisando série de 1990 a 2000, observa que o balanço de carbono da floresta amazônica é muito errático, ora positivo, ora negativo, dependendo de variáveis como incidência de luz solar, concentração de CO₂ na atmosfera e volume pluviométrico.

Mata Atlântica

Estoques de carbono na Mata Atlântica

De acordo com o IBGE (2009):

As florestas extra-amazônicas **coincidem com as formações florestais que compõem a Mata Atlântica**, onde predominam **as florestas estacionais semidecíduais** (em que 20% a 50% das árvores perdem as folhas no período seco do ano) e **as florestas ombrófilas densas e mistas** (com araucária). Em ambos os

conjuntos florestais ocorrem, em menor proporção, florestas estacionais decíduais (em que mais de 50% das árvores perdem folhas no período seco).

A Tabela 7 mostra estimativas de carbono em dois tipos de floresta ombrófila.

Tabela 7 | Estoques de carbono em formações de Mata Atlântica no Brasil

Tipo de vegetação	Estoques de carbono (tC/ha)
Floresta estacional semidecidual	108,6
Floresta ombrófila densa	152,9
Floresta ombrófila mista	102
Média de estoque de carbono sobre o solo na Mata Atlântica	121

Fonte: Embrapa (2009).

Comparando-se a vegetação típica da Mata Atlântica com a vegetação amazônica, percebe-se que:

- 1) A média do estoque de carbono acima do solo na Amazônia é muito próxima da média observada na Mata Atlântica. Ambas as vegetações são milenares. Como o que restou da Mata Atlântica foi a parte densa, a média apresentada para essa vegetação foi maior que para a Amazônia. Esta, em seus locais mais densos, pode estocar até 200 tC/ha, somente de solo. Porém, como o bioma é formado por diferentes tipos de vegetação – como visto na definição do IBGE (capinarana, cerrado, florestas ombrófilas) –, certa dispersão é observada. Assim sendo, o local onde a floresta é desmatada também influencia na liberação de carbono. Muitas vezes, o objetivo do desmatamento é a extração de madeira (por sua nobreza ou por seu volume). Nesses casos, o prejuízo ambiental é maior.
- 2) O desvio médio ou outra unidade de dispersão é bem maior na Mata Atlântica. A explicação está no fato de ela ser mais rica em biodiversidade florística. A razão vem do fato de essa formação florestal ser observada ao longo de todo o litoral brasileiro, o que a submete a diferentes regimes climáticos.

Florestas plantadas como instrumentos de reengenharia climática no Brasil: *carbon sinks*

Em virtude da liderança brasileira na fabricação de celulose de fibra curta de eucalipto e do crescente volume exportado, o país possui ativa e extensa atividade silvicultora. Além disso, a produção de móveis para o mercado interno (à base de chapas de MDF e outros produtos oriundos de plantios de eucaliptos e pinus) também induz a novas plantações e, conseqüentemente, ao sequestro de carbono.

Eucalyptus spp.

Estoques de carbono em florestas de eucalipto

Dada a curta rotatividade do ciclo dos eucaliptais (sete anos), tais florestas encontram-se constantemente em crescimento (não atingem sua idade máxima ou a condição de floresta clímax), sequestrando grande quantidade de carbono. Seu rápido crescimento significa também acelerado processo de fotossíntese e sequestro de carbono.

De acordo com Maestri (2004), a distribuição do teor de carbono em cada parte de uma árvore de eucalipto apresenta-se como segue: copa (525 gC/kg de biomassa); lenho (506 gC/kg de biomassa); casca (479 gC/kg de biomassa); raiz (507 gC/kg de biomassa); e serapilheira (477 gC/kg de biomassa). Ou seja, em média, uma tonelada de eucalipto contém 500 kg de carbono nele estocado. Tal proporção é utilizada como fator de conversão nos exercícios de simulação na próxima seção.

Um eucaliptal com produtividade média de 42 m³/ha/ano (similar à média nacional) produziria 105 tC/ha ao final de 10 anos de crescimento.

Fluxos de carbono em florestas de eucalipto

Analisando a literatura, no intuito de obter a média dos resultados dos experimentos realizados por diversos autores, obtiveram-se os parâmetros da Tabela 8.

Apenas para fins ilustrativos, Correia (2006) afirma que um eucaliptal de baixa produtividade (17 m³/ha/ano) tende a sequestrar, até os nove anos, o valor médio de 9,6 tC/ha. De outro modo, é possível inferir que, sob os níveis médios de produtividade no país (de 42 m³/ha/ano), o sequestro médio de carbono no maciço florestal brasileiro é mais que o dobro do

observado no referido estudo. Note-se que o sequestro de carbono é, portanto, uma função da produtividade florestal.

A floresta cresce de modo contínuo e, de forma geral, apresenta uma seção convexa, de alto crescimento, e outra côncava, na qual começam a atuar produtividades marginais decrescentes do uso da terra. Assim sendo, a curva de acúmulo de carbono acompanha a curva de acúmulo de biomassa florestal.

Pinus taeda

Estoques de carbono em florestas de pínus

A estimativa dos estoques de carbono em partes das plantas, feita com base nas equações dendométricas, utilizou os parâmetros observados na Tabela 8 para a espécie *Pinus taeda*.

Tabela 8 | Equações para a determinação do volume individual de carbono em diferentes compartimentos em *Pinus taeda*

Compartimento	Equação
Fuste	$PCF = 0,1737 PVF$
Folhas	$PCFI = 0,1422 PVFI$
Galhos vivos	$PCGv = 0,1595 PVGv$
Raiz	$PCR = 0,1676 PVR$

Fontes: Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Ecoplan (2003).

Notas: PCF: peso de carbono no fuste; PCFI: peso de carbono nas folhas; PCGV: peso de carbono nos galhos vivos; PVF: peso verde de fuste; PVFI: peso verde de folhas; PVGV: peso verde de galhos vivos; PVR: peso verde de raízes; PCR: peso de carbono na raiz.

Waltzlawick (2005), estudando certa região do Paraná, classificada com clima subtropical úmido mesotérmico, estimou a biomassa contida em povoamentos de *Pinus taeda* L. com 21, 22 e 23 anos de idade em, respectivamente, 299 tC/ha, 271 tC/ha e 280 tC/ha. O acúmulo de carbono orgânico nessas mesmas idades foi de 135 tC/ha, 130 tC/ha e 119tC/ha. Conclusões semelhantes podem ser encontradas em Schumacker (2000).

Vale notar que o pínus é mencionado com destaque no que tange ao acúmulo de carbono, uma vez que o estudo inclui o carbono contido

acima e abaixo do solo, corroborando a importância de se explicitarem metodologias ao apresentar resultados.

Com base florestal de 6,1 milhões de hectares de florestas exóticas plantadas com fins comerciais (4,3 milhões com eucaliptos e 1,8 milhão com pinus), o Brasil possui, numa aproximação, 10,5 milhões de toneladas de carbono estocado por atividades industriais – uma externalidade positiva do setor de celulose, papel, siderurgia a carvão vegetal e móveis à base de chapas e serrados de pinus.

Fluxos de carbono em florestas de pinus

Em função da multiplicidade de métodos para estimar estoques e fluxos de carbono em florestas, optou-se por um modelo algébrico simples, proposto pelos autores deste artigo. Com base em dados do acúmulo de biomassa florestal (dado pela produtividade da floresta e representado por seu incremento médio anual [IMA]) e do coeficiente de conversão tonelada de carbono, definiu-se o fluxo anual de carbono como o produto abaixo:

$$F_c = IMA \times d \times F.C$$

em que F_c = fluxo anual de carbono da floresta

IMA = incremento médio anual

d = densidade básica do pinus

F.C = fator de conversão de biomassa seca em carbono

O IMA de coníferas no Brasil situa-se ao redor de 28 m³/ha/ano. Isso significa que, a cada ano, a floresta aumenta em volume, em média, 28 m³. Considerando a densidade básica do pinus (cerca de 0,48g/cm³), é possível dizer que a cada ano a floresta de pinus acumula 14 toneladas de biomassa por hectare e, portanto, dado o fator de conversão (0,4), 5,6 toneladas de carbono. Como a molécula de CO₂¹⁴ é 3,67 vezes mais pesada que a de carbono, o fluxo anual de sequestro de carbono estimado para a floresta de pinus seria de, aproximadamente, 20,6 toneladas de CO₂/ha/ano.

Considerando apenas a base nacional de florestas plantadas com pinus (1,8 milhão de hectares), ter-se-ia um sequestro anual de 37,1 milhões de toneladas de CO₂ por ano.

¹⁴ Sendo o número atômico dos átomos de carbono e oxigênio, respectivamente, seis e oito prótons, suas massas atômicas são 12 e 16, respectivamente. Como uma molécula de CO₂ possui dois átomos de oxigênio e um de carbono, sua massa molecular é 44. Assim, por regra de três simples, cada tonelada de carbono estocado corresponde, no mínimo, a 3,67 toneladas de CO₂.

Todas as informações citadas nesta seção foram sumariadas na Tabela 9 e servem de premissas para os exercícios propostos.

Exercícios de simulação: LULUCF, REDD e MDL

O objetivo da presente seção é avaliar custos e benefícios econômicos associados à redução do desmatamento e à manutenção e à expansão da cobertura florestal nativa (Amazônia e Mata Atlântica) e plantada brasileira – considerando-se o papel desempenhado na captura de carbono da atmosfera.

Os números apresentados na Tabela 9 foram calculados pela média de estoques e fluxos de carbono apresentados nos artigos de especialistas da área florestal. Como exposto no início da seção anterior, a grande variabilidade de resultados deve-se aos diversos métodos de aferição utilizados pelos analistas. Como visto, deve-se ter em mente que a inclusão ou não do carbono abaixo do solo pode duplicar o valor dos resultados. Os exercícios abaixo não consideram o carbono abaixo do solo. Mas, para tal estimativa, basta multiplicar os valores encontrados por 1 a 1,5 vez os valores encontrados acima do solo e somá-los aos resultados. Isso fornece uma estimativa do efeito de longo prazo sobre a atmosfera.

Tabela 9 | Média de estoques e fluxos de carbono, por bioma, no Brasil, de acordo com especialistas da área florestal

Bioma	Estoque de carbono em toneladas/hectare	Bioma	Fluxo de carbono em toneladas/hectare/ano
Amazônia	125 tC/ha	Amazônia	0,8 tC/ha/ano
Eucalipto	105 tC/ha	Eucalipto	5,5 tC/ha/ano
Pínus	128 tC/ha	Pínus	6,2 tC/ha/ano
Mata Atlântica	121 tC/ha	Mata Atlântica	3,8 tC/ha/ano

Fonte: Elaboração própria.

Os conceitos de geoengenharia ou de engenharia climática surgem como tentativas de criar sumidouros de carbono (*carbon sinks*). Existem, em linhas gerais, duas grandes formas de geoengenharia relacionadas ao CO₂: CDR (Carbon Dioxide Removal) e SRM (Solar Radiation Management).

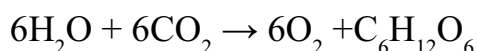
Na primeira, como o nome sugere, busca-se sequestrar/retirar carbono da atmosfera, ao passo que, na segunda, objetiva-se refletir a luz solar na tentativa de resfriar o planeta.¹⁵ No âmbito do CDR, estão inseridas as florestas nativas ou plantadas.

As florestas em crescimento e maduras são dotadas da capacidade de fazer fotossíntese (de energia química por meio da energia eletromagnética do sol em junção com a água e o dióxido de carbono), de respirar (utilizar oxigênio para quebrar moléculas de glicose e devolver CO₂) e de transpirar (liberar água por meio de organelas denominadas estômatos, que, quando abertas, têm a função de capturar CO₂ e permitir a evaporação da água captada pelas raízes para o processo de fotossíntese).

Na fotossíntese, a floresta capta gás carbônico e libera oxigênio, enquanto no processo inverso, de respiração, ela absorve oxigênio, quebra moléculas de polissacarídeos e libera CO₂.

(1) Fotossíntese

A equação simplificada do processo é a formação de glicose.



Existem a fotossíntese líquida e a fotossíntese bruta, conceitos que se aproximam do sequestro líquido de carbono (ora denominado balanço ou fluxo de carbono).

(2) Respiração



Cada simulação foi concebida para responder, especificamente, às seguintes questões:

Exercício 1: qual o atual nível de emissão anual de CO₂ por desmatamento na Amazônia?

Exercício 2: qual a quantidade de recursos que o país poderia receber, por meio do programa de REDD, para cada 1.000 km² de desmatamento evitado?

Exercício 3: quais os recursos necessários que deveriam ser investidos em plantios para compensar as emissões atuais e futuras?

¹⁵ Vide albedo.

Quando a floresta é desmatada, ocorrem, para fins de exercícios relacionados a fluxos de carbono, no mínimo, três efeitos diretos:

- 1) o carbono que estava estocado nas árvores é prematura e novamente inserido no ciclo geral do carbono por queima e emissão de CO_2 – efeito imediato sobre a atmosfera – ou pela deterioração natural da madeira – efeito lento sobre a atmosfera;
- 2) as árvores que diariamente sequestravam gás carbônico e devolviam oxigênio deixam de funcionar como sumidouros naturais;
- 3) o carbono estocado no solo começa a ser liberado.

Exercício 1: Emissões por desmatamento na Amazônia Legal

Qual o atual nível de emissão anual de CO_2 por desmatamento na Amazônia?

Com base na inspeção sobre dados históricos, os níveis de emissão serão calculados em dois cenários distintos: (i) média dos últimos 20 anos; e (ii) média recente, 2006-2009. Esse cálculo contabiliza o produto da área desmatada pelo estoque de carbono encontrado acima do solo e pelo fator de conversão de tonelada de carbono para tonelada de CO_2 (3,67).

$$E_d = H_{a_d} \times C_a \times 3,67, \text{ em que:}$$

E_d = emissões por desmatamento via queimada

H_{a_d} = média do desmatamento em hectares/ano

C_a = estoque médio de carbono por hectare de floresta amazônica

Esses cálculos são válidos apenas sob a hipótese de desmatamento feito por queimada (pirólise do carbono), caso em que se emite muito monóxido e dióxido de carbono direto para a atmosfera. Os leitores são convidados a aventar outras hipóteses, como apenas 50% de desmatamento ocorrendo por queimada e 50%, por exploração predatória. Qualquer outra média ponderada pode ser utilizada, em particular, as que mais se aproximam dos vetores reais de desmatamento no Brasil (retirada de madeira para fabricação de carvão, equivalente à queimada, queimadas para preparação de solo para agricultura, pecuária e extrativismo vegetal). Vale notar que tais vetores se alteram de acordo com o tempo histórico e o momento econômico por que passa a nação.

Desmatamento com base na média dos últimos 20 anos – 17 mil km²/ano (ou 1,7 milhão de hectares)

Com base na média histórica nos últimos 20 anos calculada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), obteve-se como resultado a retirada anual de 212,5 milhões de toneladas de carbono (outrora estocadas) na biomassa florestal acima do solo, o que representa 780 milhões de toneladas de CO₂ emitidos de volta para a atmosfera anualmente. Essa grandeza corresponde apenas ao efeito direto da retirada das árvores que, antes, funcionavam como fixadores de CO₂.¹⁶

Optando-se pela hipótese de que 70% do desmatamento ocorra por queimadas, teríamos 546 milhões de toneladas de CO₂ emitidas por desmatamento na região amazônica. Somados aos 366 milhões apontados pela ONU, os números aproximam-se dos divulgados pela International Energy Agency (IEA).

Vale lembrar, por questões metodológicas, que tal número está subestimado, por não levar em conta:

- 1) o estoque de carbono liberado do solo após a degradação, mas basta duplicar o valor encontrado;
- 2) a decomposição da biomassa restante no sítio em questão, após a queimada ou retirada da madeira, não é levada em consideração (emissão de metano por decomposição – vide Anexo 1); e
- 3) a respiração florestal (autotrófica e heterotrófica).

A inclusão do carbono sob o solo, como visto, pode levar ao dobro do valor ora estimado. A inclusão do metano emitido aumentará o resultado obtido, assim como a inclusão da respiração florestal.

Levando-se em consideração, ainda, outro efeito indireto, qual seja, a quantidade de carbono que, a partir do desflorestamento, deixa de ser sequestrado ao longo de, por exemplo, 10 anos, a floresta deixaria de capturar outros 5 milhões de toneladas de CO₂ nesse período.

¹⁶ Caso as árvores sejam cortadas e vendidas, a retirada de carbono equivale à quantidade estocada. No caso de a floresta ser queimada, vale o raciocínio acima de que a quantidade emitida de CO₂ seria 3,67 vezes maior que a quantidade estocada na floresta.

*Desmatamento com base na média recente (2006-2009) –
11 mil km²/ano (1,1 milhão de hectares)*

Considerando-se a queda recente das estatísticas de desmatamento na região, cuja média anual 2006-2009 foi de 11.154 km², o país emitiu, anualmente, 511,70 milhões de toneladas de CO₂ apenas por desmatamento, naquela região.

Houghton (2000) parece confirmar as estimativas realizadas, afirmando que o desmatamento e a queima de biomassa foram responsáveis por emissões médias na década 1989-1998 de 200±100 milhões de toneladas de carbono por ano (ao redor de 734 milhões de toneladas de CO₂), somente na Amazônia brasileira, levando-se em conta a emissão por queima de biomassa por desmatamento e a decomposição da biomassa que resta após as queimadas.

Exercício 2: REDD – possibilidades de obtenção de recursos pela redução do desmatamento e da degradação florestal na Amazônia Legal

Qual a quantidade de recursos que o país poderia receber, por meio do programa de REDD, para cada 1.000 km² (100.000 ha) de desmatamento evitado?

Considerando-se que o desflorestamento da Amazônia emite em média 458,7 toneladas de CO₂ por hectare ao ano, cada 1.000 km² reduzidos de desmatamento equivaleria à REDD de 45,8 milhões de toneladas de CO₂ por ano.

Isso equivale a 45,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente,¹⁷ retiradas da Amazônia Legal a cada 1.000 km² reduzidos por ano, o que representaria a possibilidade de o Brasil emitir 45,8 milhões de RCEs¹⁸ em decorrência de REDD nas condições assumidas.

Em termos monetários, ao atual preço dos RCEs, o Brasil poderia obter um ingresso de capitais via conta de transações multilaterais entre

¹⁷ Uma vez que cada tipo de GEE tem diferente efeito destruidor sobre a atmosfera (o metano, por exemplo, é 21 vezes mais destrutivo que o CO₂), criou-se a unidade de medida “dióxido de carbono equivalente”, um modo de exprimir o impacto de outros gases sob a forma de CO₂.

¹⁸ As RCEs são contabilizadas por tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO₂). Cada tonelada de dióxido de carbono equivalente que não foi emitida para a atmosfera corresponderá a um crédito de carbono, ou melhor, a uma RCE.

US\$ 320 milhões e US\$ 640 milhões (considerando que o preço da tonelada de dióxido de carbono equivalente tem sido discutido, e os valores propostos têm oscilado entre US\$ 7 e US\$ 14).

É interessante a discussão acerca das condições necessárias para a manutenção da floresta em pé. Intuitivamente, com base na teoria microeconômica neoclássica de escolha do consumidor (empresário), tal condição dependerá do preço relativo (entre a madeira e o carbono), como demonstrado a seguir:

Sejam P_c e P_m os preços do carbono e da madeira, respectivamente, e t a tonelada de madeira (e por conseguinte, de carbono), tem-se que os valores da floresta em pé (VFp) e da floresta desmatada (VFd) são:

$$VFp = P_c * t; \text{ e}$$

$$VFd = P_m * t$$

A condição necessária para que a floresta seja mantida em pé é:

$$VFp > VFd$$

$$VFp - VFd > 0$$

Tomando ainda por definição que, em cada hectare de floresta, a quantidade de madeira é o dobro da quantidade de carbono, tem-se que:

$$P_c * t/2 - P_m * t > 0$$

$$(P_c/2 - P_m) * t > 0$$

Por definição, a biomassa florestal é um valor não negativo, destarte:

$$P_c/2 - P_m > 0 \Rightarrow P_c > 2 * P_m$$

Ou seja, caso a floresta fosse avaliada apenas como reservatório de carbono, o preço deste deveria ser no mínimo duas vezes maior que o preço da madeira, de modo a incentivar a manutenção da floresta sob as hipóteses e premissas assumidas. Sabidamente, há mais complexidade na questão e mais valor na floresta que apenas seu papel de reservatório/sumidouro de carbono.

Uma vez que o preço da tonelada de madeira nativa (ao redor R\$ 50/m³), em 2010, era muito superior ao preço da tonelada de carbono, não existiria incentivo financeiro suficiente para que os proprietários de terras com florestas as mantivessem de pé, apenas para fins de conservação do carbono estocado. Ademais, depois da floresta desmatada, a terra ainda

pode gerar um fluxo de renda (além da venda da madeira) oriundo de atividades agrárias ou pecuárias.

A REDD ainda é um mecanismo em desenvolvimento. Com o agravamento dos problemas climáticos, espera-se que ocorram elevações no preço do carbono. Nesse caso, a REDD poderá vir a ser uma alternativa atraente para que proprietários de terras florestadas as preservem.

Vale notar que os exercícios propostos são baseados em diversas premissas e fatores de conversão, valendo mais o exercício lógico do que o algébrico.

Exercício 3: Necessidade de recursos para fazer contrabalançar o desmatamento observado no país

Quais os recursos necessários que deveriam ser investidos em plantios para compensar as emissões atuais e futuras (horizonte de 10 anos)?

Com base nos dados do Exercício 1, item ii, as emissões por desmatamento e degradação somam cerca de 511,70 milhões de toneladas de CO₂ ao ano.

As florestas nacionais de eucalipto têm produtividade média de 42 m³/ha/ano, o que representa crescimento anual, em termos de biomassa, da ordem de 21 toneladas de madeira ou 10,5 toneladas de carbono estocadas por hectare, por ano (ou seja, sequestro de 38,53 toneladas de CO₂ por hectare, por ano). Em 10 anos de crescimento contínuo, a floresta sequestraria 385 toneladas de CO₂.

Assim sendo, para fazer a compensação de 511,70 milhões de toneladas de CO₂ emitidas pelo desmatamento recente (2006 a 2009) na Amazônia, seria necessária uma política pública para plantio de 1,32 milhão de hectares de florestas de eucalipto ao ano para um período de 10 anos.¹⁹ Naturalmente, mesmo com a extensão territorial brasileira, a triplicação da base de florestas plantadas no país geraria impactos significativos sobre a terra, seu preço e, por consequência, nos preços relativos dos produtos da terra: alimentos e biocombustíveis, em particular.

Considerando o custo de implantação de uma floresta de eucalipto (ao redor de R\$ 4 mil/hectare), seriam necessários R\$ 5,3 bilhões por ano.

¹⁹ O cálculo considerou o crescimento da floresta de eucalipto por 10 anos.

Caso a compensação fosse feita com espécies nativas, ao custo médio de R\$ 16 mil por hectare, o total subiria para quase R\$ 21,26 bilhões/ano.

Ou seja, de acordo com o exercício acima, parece muito mais caro compensar o desmatamento do que reduzi-lo.

Conclusões

O Protocolo de Quioto e seus mecanismos de flexibilização surgem como fontes de recursos para projetos de conservação de florestas, reflorestamento e redução de desmatamento e degradação. Porém, o Brasil tem aproveitado relativamente poucas tais oportunidades. O MDL poderia ser utilizado com maior frequência para financiar reflorestamentos em áreas degradadas por pastagens e outras atividades.

As emissões por desmatamento e degradação na Amazônia Legal foram estimadas em 511,70 milhões a 780 milhões de toneladas por ano (na hipótese de desmatamento por queimada), dependendo da taxa de desmatamento utilizada (11 mil ou 17 mil km² por ano), podendo ainda dobrar, se incluída a liberação do carbono estocado abaixo do solo.

A REDD poderá ser aproveitada pelo governo em conjunto com outras entidades, com a finalidade de angariar recursos que permitam tanto a redução do desmatamento como a própria conservação florestal (REDD+). O país poderia emitir 45,8 milhões de RCEs para cada 1.000 km² de desmatamento evitado, valor aproximado de US\$ 320 milhões a US\$ 640 milhões (dependendo do preço da tonelada de carbono, US\$ 7 ou US\$ 14).

O país possui grande quantidade de carbono estocado em suas florestas, o que significa elevados níveis de CO₂ retirados da atmosfera, sem nenhuma intervenção humana, sendo maior o volume estocado no bioma amazônico que no da Mata Atlântica. Uma vez que o bioma Amazônia é, em termos absolutos, o que possui a maior área intocada de florestas, é premente sua preservação.

Por possuir formações florestais em crescimento e regeneração constantes, o país contribui positivamente para a redução do efeito estufa – não fosse o elevado nível de emissões por desmatamento e degradação. Ou seja, o Brasil tem sistema autônomo de sequestro de carbono, o qual se optou por denominar “sequestro ecossistêmico de carbono” (isto é, independente da interferência humana). Tal argumento poderia ser utilizado

nas discussões internacionais acerca de emissões e imposições de limites às emissões.

Em termos de fluxo, as florestas de rápido crescimento, eucalipto e pínus aparecem sempre em primeiro lugar no *ranking* dos mais eficientes sumidouros florestais de carbono. Estudos apontam, entretanto, a não viabilidade econômica do plantio de florestas de rápido crescimento apenas para fins de sequestro de carbono (pelos atuais preços do carbono e custos de reflorestamento).

De acordo com as estimativas propostas, seria necessário o plantio de base florestal de eucaliptos de 1,32 milhão de hectares por ano crescendo por 10 anos para contrabalançar o desmatamento. O custo de um projeto nacional dessa natureza seria de R\$ 5,3 bilhões/ano, muitas vezes superior ao custo de fortalecimento dos órgãos de controle e gestão ambiental do país.

O desmatamento ou a exploração predatória de madeira impõem diferentes custos à sociedade, valendo citar: o custo de oportunidade de se vender a madeira (quando o desmatamento ocorre por queimada); o custo de perda de biodiversidade (literalmente inestimável ao atual “estado da arte” das ciências econômicas); o custo da emissão de CO₂ (que, cedo ou tarde, será cobrado de todas as nações que já tiverem alcançado certo nível de desenvolvimento ou renda *per capita*); e o custo de oportunidade por não receber créditos, via programas de REDD.

Por todo o exposto, vale levantar a seguinte questão: não seria o momento de aproveitar melhor as possibilidades e oportunidades criadas a partir do Protocolo de Quioto no que concerne ao desflorestamento, florestamento e reflorestamento no Brasil?

Anexo 1

De acordo com a Embrapa, para a avaliação do estoque de carbono de uma tipologia florestal em determinada região, é necessário quantificar a área de ocorrência das diferentes tipologias: florestas primárias e secundárias. Para tanto, utilizam-se sensores remotos, entre eles imagens de satélite, fotografias aéreas, sensores laser e videografia. Essas medidas relacionam os padrões obtidos pelos sensores com as diferentes tipologias vegetacionais existentes, possibilitando a mensuração de áreas heterogêneas por meio de análise (divisão do todo em partes), dividindo-as em pequenos fragmentos mais homogêneos.

Objetivando relacionar as informações contidas nos inventários fitosociológicos com a estimativa de biomassa, foram obtidas informações do diâmetro individual de 34 amostras representativas de diferentes formações arbóreas de variados ecossistemas atlânticos.

Ainda de acordo com o estudo, com base na informação do diâmetro dos espécimes que compõem cada uma das amostras, calculou-se a biomassa da floresta, utilizando-se a equação de Brown (1997):

$$Y = 21,297 - 6,953 (DAP) + 0,740 (DAP^2),$$

em que Y é a biomassa por árvore em kg, e DAP, o diâmetro a 1,3 m de altura do solo, em cm.

Estimativa do estoque de carbono em florestas nativas

Segundo Ueoka (2008), a equação que segue foi utilizada para fazer os cálculos de carbono fixado pelas florestas nativas no Brasil:

$$C = V * A * D * F$$

em que: C = estoque de carbono no campo (tonelada)

V = estoque de volume de madeira (m³/ha)

A = área total de floresta nativa (ha)

D = densidade básica média da madeira de floresta nativa (g/cm³)

F = fator de conversão de uma tonelada de madeira seca para tonelada de carbono, que, de acordo com o Protocolo de Quioto, é igual a 0,5

Já o balanço de carbono será dado pela equação que segue:

$$CF - CE = CC$$

Onde CF = carbono fixado pelo reflorestamento

CE = consumo energético na produção de papel e celulose

CC = crédito de carbono

Estoque de carbono

Biomassa é massa de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal (Sanquetta [2002]). O acúmulo de biomassa em árvores difere em cada local onde é medida, refletindo uma variação causada por fatores ambientais e os inerentes à própria planta. Segundo Caldeira (2002), a acumulação da biomassa é influenciada por todos os fatores que afetam a fotossíntese e a respiração, como luz, temperatura, concentração de CO₂ no ar, umidade e fertilidade do solo. Outros fatores, como fungicidas, inseticidas e doenças, além de aspectos internos que incluem a idade das folhas, sua estrutura, disposição e teor de clorofila, também influenciam na acumulação de biomassa. Carbono captado pode ser quantificado pela estimativa da biomassa da planta acima e abaixo do solo.

Estimativa da biomassa aérea

Para a estimativa da biomassa aérea, geralmente utilizam-se inventários fitossociológicos, que se baseiam nos dados do diâmetro individual das árvores, necessário para estimar a biomassa aérea. Com base no diâmetro dos espécimes que compõem cada uma das amostras fitossociológicas, calculou-se a biomassa da floresta, utilizando-se a equação de Brown:

$$Y = 21,297 - 6,953 (DAP) + 0,740 (DAP^2),$$

em que Y é a biomassa por árvore em kg, e DAP o diâmetro a 1,3 m de altura do solo, em cm.

Estoque de carbono no componente-raiz

Estudos sobre estoque e dinâmica de sistema radicular de espécies arbóreas são escassos e apresentam uma grande variabilidade, dificultando o desenvolvimento de modelos para estimativa de biomassa. Os métodos de estudos e quantificação de raiz podem ser agrupados de

maneira geral em diretos e indiretos e métodos de campo e de recipientes. Como método direto, a escavação ou retirada de todo o sistema radicular é bastante precisa, não apenas para biomassa, mas para estudos ecológicos e fisiológicos. Os métodos indiretos são baseados em alterações na quantidade de água ou nutrientes em diferentes camadas de solo entre sucessivas coletas de amostras [Britez *et al.* (2006)].

Estoque de carbono na serapilheira

A biomassa morta na superfície do solo tem sido avaliada em estudos de ciclagem de nutrientes, em que é quantificada pela queda de serapilheira e o seu acúmulo sobre o solo. A maior parte desses estudos não avalia o acúmulo de material acima de 10 cm de diâmetro, isto é, os troncos de árvores mortas, que podem atingir de 10% a 20% da biomassa acima do solo [Brown (2002)].

A serapilheira exerce um papel fundamental no ciclo do carbono. Sua importância reside na capacidade de acumulação de altos teores de carbono, três vezes maiores que os atmosféricos [Coûteaux e Berg (1995)], e no papel regulador do fluxo dos elementos químicos entre a vegetação, o solo e a atmosfera. A estimativa do estoque de carbono fixado na biomassa das diferentes frações da serapilheira produzida foi calculada por meio da multiplicação dos valores da biomassa seca das amostras pelo fator 0,37 recomendado pelo IPCC.

Estoque de carbono no solo

O estoque de carbono no solo é composto pela adição de material vegetal morto. Os processos de transformação do carbono no solo são fortemente influenciados pelo clima, tipo e qualidade da matéria orgânica e suas associações químicas e físico-químicas com os componentes minerais do solo [Machado (2005)]. Os três principais processos responsáveis pelo sequestro de carbono no solo são humificação, agregação e sedimentação. Um dos fatores mais importantes nesse processo é a agregação do solo realizada pela ação de fungos e substâncias orgânicas provenientes das raízes. Outro fator observado no Brasil foi a adoção do plantio direto.

Referências

- ADUAN, R. E; VILELA, M. F.; KLINK, C. A. Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres. O caso do cerrado brasileiro. *Documentos 105*. Embrapa, 2003.
- BEEDLOW, P. A. *et al.* Rising atmospheric CO₂ and carbon sequestration in forests. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(6): 315-322, 2004.
- BRASIL – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Status* atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo. Última compilação do site da CQNUMC: abril de 2010. Disponível em: <http://www.jmalucelliecmambiental.com.br/images/status_atividades%20_md1.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2009.
- BRITZ, R. M. de *et al.* Estoques e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na floresta atlântica do sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2006, 165 p.
- BROWN, S. Estimating biomass and biomass change in tropical forests: a primer. Rome: FAO, *Forestry Paper*, 134, 1997.
- CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Carbono orgânico em solos florestais. *As florestas e o carbono*. Cap. 10, p. 191-214, Curitiba, 2002.
- CANAVEIRA, P. *Papel dos sumidouros na economia do carbono*. As alterações climáticas e a economia do carbono. Associação da Indústria Papeleira (Celpa), fevereiro de 2006.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. *Características dos projetos brasileiros de MDL e sua representatividade no contexto mundial*. ESALQ-USP, 2006.
- CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Relatório preliminar do estudo incremento do carvão vegetal renovável na siderurgia brasileira*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009, 132 p.
- CORREIA, A. *et al.* *O sequestro de carbono em ecossistemas de pinhal manso no sul de Portugal*. Instituto Superior de Agronomia/Departamento de Engenharia Florestal. Disponível em: <www.apea.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/Doc141.pdf>.
- . *Balanço de carbono no eucaliptal* – Comparação entre o fluxo turbulento de CO₂ e a estimativa do modelo CO₂ FIX V3.1. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Instituto Superior Técnico, 2003.

COÛTEAUX, M. M.; BERG, P. B. B. Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution* 10, p. 63-65, 1995.

FALKOWSKI, P. G. The ocean's invisible forest. *Scientific American*, 2002.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Situación de los bosques del mundo*. Roma, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Estoque e estabilidade do carbono nos solos da Amazônia brasileira. In: TEIXEIRA, W. *et al.* (eds.) *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. CD-Book. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 416 p.

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 80, p. 35-36, 1996.

FRONDIZI, I. M. R. L (coord.). *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL*. Guia de Orientação. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, FIDES, 2009.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Sequestro de CO₂ e o custo de reflorestamento com *Eucalyptus spp* e *Pinus spp* no Brasil. 2003. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/IMG/rtf/doc-23.rtf>.

GEROMINI, M. P. *Análise qualiquantitativa do balanço de carbono em empresa do setor florestal destinada à produção de molduras*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional de Blumenau, 2004.

GRUPO PLANTAR. *Projeto Carbono*. Disponível em <http://www.plantar.com.br/>.

HIGUCHI, N. *et al.* Dinâmica e balanço do carbono na vegetação primária da Amazônia Central. *Floresta* 34. Curitiba: (3)set./dez. 2004, p. 295-304.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169 Mapas de Biomas e Vegetação do Brasil.

———. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18.8.2009.

IETA – INTERNATIONAL EMISSION TRADING ASSOCIATION. *Brazil opens carbon credit market*. Disponível em <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/index.php?IdSitePage=95>.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA. *Novos Cenários Climáticos*. *Relatório do IPCC*, 2007.

KAUFMAN, Y. J. *et al.* Remote sensing of biomass burning in the tropics. In: GOLDAMMER, J. G. (comp.). *Fire in the tropical and subtropical biota*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1990, p. 371-399, 490 p.

LOPES, Ignez Vidigal (coord.). *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: guia de orientação*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002, 90 p.

MACHADO, P. O. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. *Química Nova*, v. 28 (2), p. 239-334, 2005.

MAESTRI, R. *et al.* Viabilidade de um projeto florestal de eucalyptus grandis, considerando o sequestro de carbono. *Floresta*. Curitiba: 34 (3), p. 347-360, set.-dez. 2004.

MIRANDA, A. C. *et al.* Fluxes of carbon, water and energy over Brazilian Cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. *Plant Cell and Environment*, v. 20, n. 3, p. 315-328, 1997.

MOUTINHO P.; NEPSTAD D. As funções ecológicas dos ecossistemas florestais: aplicações para a conservação e uso da biodiversidade amazônica. In: CAPOBIANCO, J. P. *et al.* (orgs). *Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade, Instituto Socioambiental, 2001.

NOBRE C. A; NOBRE, A. D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. *Estudos avançados*, São Paulo, v. 16, n. 45, 2002.

PAIVA, A. O; FARIA, G. E. Estoque de carbono do solo sob cerrado *stricto sensu* no Distrito Federal. Brasil. *Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 1, n. 1, p. 59, 2007.

RIBEIRO, S. C. *et al.* Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 33, n. 5, set./out. 2009.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* *As florestas e o carbono*. Curitiba: SciELO Scientific Electronic Library Online, 2002, p. 119-140.

SANTOS, F. C. C. *et al.* Estimativa do estoque de carbono na biomassa viva acima do solo em floresta secundária de Mata Atlântica – Município Engenheiro Paulo de Frontin, RJ. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, 13 a 17 set. 2009, São Lourenço.

- SCARPINELLA, G. A. *Reflorestamento no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2002, 182 p.
- SILVA, J. E. *et al.* Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil. *Embrapa Cerrados*, jun. 2004.
- SOMMER, R.; DENICH, M.; VLEK, P. L. G. Carbon storage and root penetration in deep soils under small-farmer land-use systems in the Eastern Amazon region, Brazil. *Plant and soils*, v. 219, n. 1-2, mar. 2000.
- TANIZAKI, K. FONSECA. Reducing uncertainties of carbon stock in tropical forest. *Anais do 4th International Symposium Environmental Geochemistry in Tropical Countries*. Búzios, 2004.
- TIAN, H. *Effects of interannual climate variability on carbon storage in Amazonian ecosystems*. The Ecosystems Center, Massachusetts, Woods Hole: Marine Biological Laboratory, 2007.
- UEOKA, K. de S. *Balanço de carbono das indústrias de celulose e papel do Brasil*. (Monografia). UFRRJ, fev. 2008.
- UFPR; ECOPLAN. *Estudo de viabilidade para implantação de florestas fixadoras de carbono: estudo de caso no sul do Estado do Paraná*. Curitiba, 2003, 93 p.
- UNIVERSITY OF OREGON. 2006. *Greenhouse effect*. Disponível em: <<http://zebu.uoregon.edu/1998/es202/113.html>>.
- VALÉRIO, F. A. *et al.* Quantificação de biomassa e do estoque de carbono em área de Mata Atlântica. *Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC*. Florianópolis, jul. 2006.
- WARD, D. E. Field scale measurements of emission from open fires. Trabalho técnico apresentado ao Defense Nuclear Agency Global Effects Review, Defense Nuclear Agency, Washington, D.C., 1986.
- WATSON, R. T. *et al.* Land-use, land-use change and forestry: a special report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 377 p.
- WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; CALDEIRA, M. V. W. Estoque de carbono orgânico e biomassa em *Pinus taeda*. *Biomassa e energia*, v. 2, p. 7-17, 2005.

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN. *Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken im Kyoto-Protokoll: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz.* Bremerhaven: WBGU, 1998. 76 p. Sondergutachten.

Biotecnologia para saúde no Brasil

Carla Reis
João Paulo Pieroni
José Oswaldo Barros de Souza*

Resumo

A indústria farmacêutica nacional vem se movimentando, recentemente, para incorporar competências na produção de medicamentos biológicos. Essa incorporação, embora complexa, é fundamental para a manutenção de sua competitividade no médio e longo prazos, principalmente em face da perspectiva de aumento da concorrência e de redução das margens no segmento de genéricos. Ademais, por causa de seu alto valor, os produtos biotecnológicos respondem por parcela importante dos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) com medicamentos. A produção de biotecnológicos pela indústria nacional também é estratégica por sua capacidade de gerar externalidades, do ponto de vista tecnológico, contribuindo para o desenvolvimento econômico e o dinamismo industrial do país. O presente artigo

* Respectivamente, economistas e gerente do Departamento de Produtos Intermediários Químicos e Farmacêuticos da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem as valiosas contribuições de Pedro Palmeira, Luciana Capanema, Patricia Zendron e Filipe Lage, bem como às instituições visitadas. Erros e omissões remanescentes são de responsabilidade dos autores.

busca reunir elementos para orientar a atuação do BNDES em relação a essa indústria, tendo em conta essas três dimensões.

Introdução

O Complexo Industrial da Saúde (CIS) é peça-chave para o desenvolvimento do país, pois reúne as dimensões econômica e social que definem esse processo. Segundo a abordagem de Gadelha (2009), além de seu caráter destacadamente social, a saúde configura um sistema de inovação e um sistema produtivo com alto potencial de geração de conhecimentos. O amplo espectro de impactos que podem ser gerados a partir de uma intervenção eficaz faz da área de saúde um espaço privilegiado para a política pública. Por essas razões, o CIS é uma das áreas estratégicas da atual política industrial brasileira, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP).

A indústria farmacêutica, uma das principais áreas do CIS, vem passando por transformações relevantes em âmbito mundial ao longo dos últimos 10 anos. Observou-se o progressivo esvaziamento do portfólio de novos produtos das principais empresas multinacionais, ao mesmo tempo em que começaram a expirar patentes de medicamentos muito lucrativos. Enquanto o processo de desenvolvimento de novas drogas se tornava mais complexo e caro, intensificou-se a concentração na indústria farmacêutica mundial, por meio de fusões e aquisições. Nesse contexto, muitas empresas buscaram a incorporação de competências em biotecnologia, visando ao desenvolvimento de novos produtos.

A evolução das técnicas de biotecnologia ao longo das últimas duas décadas aumentou a compreensão sobre os processos biológicos em nível molecular e permitiu a reprodução artificial ou modificada de processos, antes restritos a modelos naturais. O grande potencial para inovação e a crescente difusão da biotecnologia nas diversas cadeias produtivas a tornam cada vez mais estratégica, em especial para a indústria farmacêutica. Pode-se dizer que a biotecnologia constitui-se de um conjunto de áreas do conhecimento, e, para o seu pleno aproveitamento como plataforma tecnológica, são necessárias competências multidisciplinares, por vezes difíceis de reunir dentro de uma organização. Embora não seja possível afirmar se a biotecnologia substituirá totalmente a síntese química como plataforma tecnológica para desenvolvimento e produção na indústria farmacêutica, é inegável sua crescente importância para o setor.

As principais técnicas e aplicações da biotecnologia moderna para a saúde humana, bem como o fenômeno da sua incorporação pela indústria farmacêutica mundial, foram abordadas em Reis *et al.* (2009). O presente artigo pretende dar continuidade ao exame do tema da biotecnologia para a saúde, com foco no caso brasileiro. O objetivo central é contribuir para a discussão sobre políticas públicas de fomento à incorporação da biotecnologia pela indústria farmacêutica nacional, identificando alguns aspectos a serem observados para uma atuação mais efetiva do BNDES na área.

Além de sua importância para a competitividade na indústria farmacêutica, a internalização da produção de biológicos também é fundamental para a política de saúde brasileira. Por isso, a incorporação de seu desenvolvimento e produção no parque industrial nacional é uma oportunidade que deve ser tratada e estimulada pelas políticas públicas. A definição de estratégia para fortalecimento da indústria nacional deve ter em conta essas duas dimensões.

A incorporação da biotecnologia e dos produtos biológicos no portfólio das empresas nacionais é fundamental para a manutenção da sua competitividade no médio e longo prazos, principalmente em face da perspectiva de aumento da concorrência e de redução das margens no segmento de genéricos. Ademais, os produtos biotecnológicos respondem por parcela importante dos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) com medicamentos, por causa de seu alto valor. Além dos medicamentos, outros segmentos, como vacinas e reagentes para diagnóstico, são estratégicos para o país, tanto em função das necessidades sanitárias quanto pela sua capacidade de gerar externalidades, do ponto de vista tecnológico, contribuindo para o desenvolvimento econômico e o dinamismo industrial.

Nesta análise, busca-se compreender: as necessidades da política de saúde do país; as possibilidades dos diversos agentes econômicos, em termos de competência técnica, recursos financeiros e limitações institucionais; as relações entre as instituições públicas, academia, empresas emergentes em biotecnologia e empresas industriais da área de saúde. Procurou-se conhecer as estratégias da indústria nacional para incorporação da produção de biotecnológicos, a atuação da academia e das empresas de base tecnológica e o ambiente institucional em termos de regulação e políticas de fomento. Para tanto, além de revisão bibliográfica, foram

realizadas reuniões com representantes da indústria farmacêutica, de empresas de biotecnologia e de órgãos governamentais.

O presente trabalho baseia-se na abordagem evolucionária da teoria econômica, entendendo a inovação como pilar da competitividade e motor do desenvolvimento econômico e tendo como base a teoria da firma baseada em recursos e competências. A teoria evolucionária inspira-se em Schumpeter (1934), posicionando o progresso técnico como problema econômico central no longo prazo, ressaltando a natureza interativa dos processos de inovação e desenvolvimento tecnológico. Para essa abordagem, são fundamentais a hipótese da incerteza, que permeia o ambiente e as decisões econômicas, e a compreensão de que a inovação se dá no âmbito da firma, a partir de suas interações com o mercado e outras instituições relevantes, e guiada pela necessidade de manter e aumentar sua competitividade.¹

O texto encontra-se assim dividido: além desta introdução, na segunda seção são apresentadas diferenças estruturais entre os processos de desenvolvimento e produção de medicamentos sintéticos e de medicamentos biológicos. A terceira seção trata do mercado de produtos biológicos para saúde e a quarta apresenta aspectos da estrutura produtiva da indústria farmacêutica e das empresas de biotecnologia. A quinta seção aborda o ambiente institucional e as políticas de apoio ao setor, enquanto a sexta destaca a atuação do BNDES. Finalmente, na última seção são apresentadas as considerações finais e as sugestões em relação à atuação do BNDES para o setor.

Desenvolvimento e produção de biológicos para saúde

As técnicas da biotecnologia moderna podem ser utilizadas para diversas aplicações em saúde. Neste artigo, enfatizam-se dois grupos de produtos para saúde que utilizam essas técnicas em sua produção, com o objetivo de identificar possibilidades de inserção para a indústria brasileira. O primeiro grupo é composto das vacinas, preventivas e terapêuticas. O segundo concentra as outras substâncias terapêuticas de base biotecnológica, em especial as proteínas recombinantes, anticorpos monoclonais para uso terapêutico e versões recombinantes de hemoderivados. Outro

¹ Ver Chandler (1966, 1992); Dosi *et al.* (1988); Dosi, Freeman e Fabiani (1995); Freeman (1982); Nelson e Winter (1982); Penrose (1959); Teece e Pisano (1994), entre outros.

grupo importante de produtos biológicos para saúde, que não será tratado neste trabalho, são os reagentes e *kits* utilizados em diagnósticos de análises clínicas.

O processo de produção de um medicamento ou vacina pode ser dividido, *grosso modo*, em três etapas: i) produção do princípio ativo, que é a substância responsável pela ação terapêutica; ii) formulação, fase em que o princípio ativo é misturado a outras substâncias (adjuvantes) visando adequar características do produto final, tais como solubilidade, tempo até o efeito, duração do efeito, absorção e eliminação pelo organismo e estabilidade; e iii) envase, ou seja, o acondicionamento do produto acabado nas quantidades para consumo final.

Na primeira fase, de produção do fármaco ou princípio ativo, encontram-se as principais diferenças entre o produto sintético e o biológico. É a parte mais complexa do processo, no qual, no caso dos biológicos, se utilizam técnicas como fermentação, cultura de tecidos, purificação e sofisticados controles de processo. No processo de obtenção do fármaco sintético ou farmoquímico, são utilizadas reações químicas para combinar substâncias e formar a molécula desejada. Nos biofármacos, de maneira geral, é necessário modificar, por meio de engenharia genética, um sistema vivo de expressão (célula, bactéria, micro-organismo etc.) que vai funcionar como uma minifábrica para produzir a substância desejada (por exemplo, uma proteína ou enzima). Além disso, é preciso multiplicar a população desse sistema de expressão, com vistas a obter quantidades relevantes do produto desejado e em seguida purificar e estabilizar o produto obtido.

A fase de formulação também é diferente nos medicamentos biológicos. Atualmente, ainda não é tão sofisticada como no caso de muitos dos medicamentos sintéticos. Em função disso, a maioria dos biológicos precisa ser administrada por via parenteral,² por injeção ou infusão. No entanto, a tendência é de que a ciência da formulação de biológicos evolua, possibilitando novas formas de administração, combinação de princípios ativos e efeitos diferenciados. No que diz respeito à última fase – o envase –, os produtos biológicos podem necessitar, com mais frequência, de condições controladas de acondicionamento. Além disso, observa-se a maior importância dessa fase na agregação de valor aos

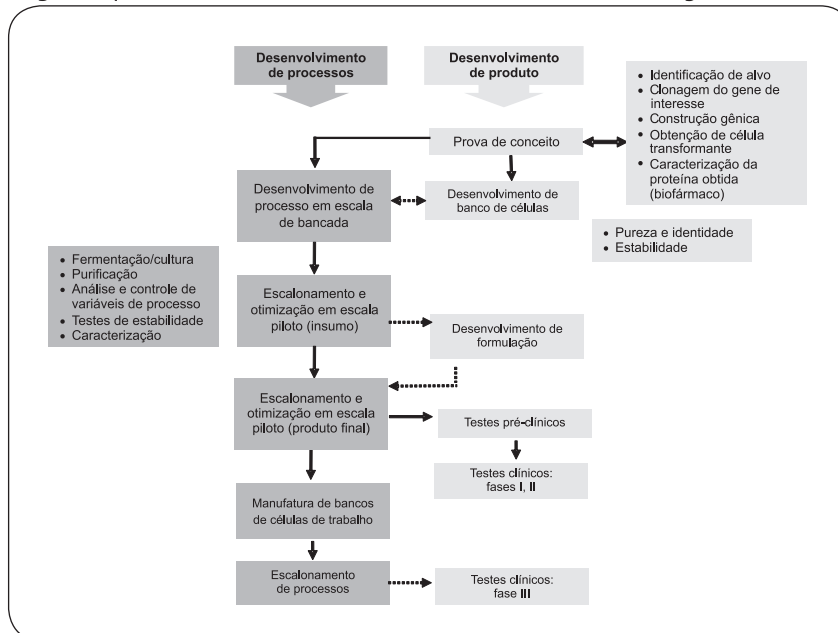
² Via parenteral: outra via que não o tubo digestivo (enteral). Em geral, refere-se à administração direta na corrente sanguínea.

produtos, especialmente com a adoção de dispositivos dedicados para aplicação, tais como seringas prontas para uso.

As diferenças na produção dos princípios ativos refletem-se em um esquema distinto também no desenvolvimento de produto e processo. A Figura 1 retrata as cadeias de desenvolvimento de processo (esquerda, quadros mais escuros) e produto (direita, quadros mais claros) de medicamentos biológicos. Como pode ser observado, nos biológicos os desenvolvimentos de produto e de processo são bastante dependentes, tornando-se, por vezes, difícil separá-los.

O desenvolvimento de processo produtivo e a transposição da escala laboratorial para piloto e desta para a escala industrial são etapas críticas na indústria farmacêutica, pois sua otimização determina a viabilidade econômica do produto. Nos produtos biológicos, a situação é mais complicada. Enquanto os processos farmacêuticos convencionais utilizam cadeias de reações químicas, que muitas vezes podem ser “multiplicadas” para o aumento da escala de produção, os processos biológicos lidam com

Figura 1 | Cadeias de desenvolvimento de medicamentos biológicos



Fonte: Piza (2008).

insumos “vivos” e, frequentemente, são afetados por variáveis desconhecidas ou mais difíceis de serem controladas, dificultando sua reprodução em grande escala.

Além da otimização, variações na linhagem celular original, no modelo de construção gênica ou ainda em parâmetros do processo produtivo podem produzir resultados diferentes dos desejados. A extensão dessas diferenças e seu real impacto na segurança e na eficácia dos produtos finais são objeto de grande discussão por suas implicações de propriedade intelectual e pela possibilidade de estabelecimento de uma política análoga à de medicamentos genéricos para os produtos de base biotecnológica.

Em relação à fase de testes clínicos, os biológicos apresentam vantagens em virtude de suas especificidades em direção ao alvo, previsibilidade de mecanismos de ação e biodisponibilidade. Essas características tornam mais seguro o processo de desenvolvimento, e são esperados menos efeitos colaterais [Kiener (2009)]. Por outro lado, o desenvolvimento de produtos muito específicos, voltados para grupos reduzidos de pacientes, como é o caso de diversos biológicos, enfrenta dificuldades no recrutamento de voluntários para a fase de pesquisa clínica. Ao contrário de países onde os pacientes de testes podem ser remunerados, no Brasil, permite-se apenas o recrutamento de voluntários.

O mercado de produtos biológicos para saúde

Diversos fatores podem ser observados no contexto atual, que apontam para a continuidade da expansão da demanda de produtos para saúde no Brasil. Mudanças demográficas e epidemiológicas observadas nos países desenvolvidos se reproduzem no país, tais como o aumento da expectativa de vida e a redução dos indicadores de mortalidade, que se refletem em envelhecimento populacional, em particular aumento da faixa etária superior a 80 anos. Em termos epidemiológicos, cresce o peso das doenças crônico-degenerativas, como as doenças do sistema circulatório, neurológicas, diabetes e câncer, para as quais, frequentemente, não há medicamentos de cura, mas de controle, que devem ser usados de forma contínua pelo paciente (Tabela 1) [Gadelha (2009)].

Além dos fatores demográficos e epidemiológicos, no caso brasileiro, o aumento do poder aquisitivo da população, principalmente nas faixas

Tabela 1 | Carga da enfermidade³ no Brasil por grandes grupos (em %)

Grupos	Peso - 1998	Peso - 2013
Doenças infecciosas e parasitárias*	23,5	17,1
Doenças crônico-degenerativas	66,3	74,1
Causas externas	10,2	8,8

Fonte: Gadelha (2009), com base no projeto Carga da doença no Brasil. ENSP/Fiocruz/Fiotec, 1999.

*Inclui causas maternas, perinatais e nutricionais.

de menor renda, também contribuiu para a ampliação do acesso a medicamentos, reforçando a demanda privada. E o processo de consolidação do sistema público de saúde, com crescente cobrança pelo atendimento integral aos direitos previstos na Constituição – em alguns casos por meio de processos judiciais – provoca aumento do gasto público.

Outro sinal do dinamismo do mercado de produtos para saúde pode ser notado, em paralelo com o aumento geral da demanda. Trata-se do processo de alteração qualitativa na demanda e criação de novos segmentos, associado à evolução dos protocolos médicos, à utilização crescente de testes de diagnóstico, além de novas práticas assistenciais decorrentes da ampliação da gama de opções terapêuticas proporcionada pelo avanço tecnológico.

A mensuração do mercado farmacêutico no Brasil é bastante complexa por causa da incompatibilidade entre os dados disponíveis. Como fontes de informações sobre o setor, destacam-se o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Conta Satélite da Saúde realizada com a metodologia das Contas Nacionais, o Sindicato da Indústria Farmacêutica do Estado de São Paulo (Sindusfarma), por meio de sua pesquisa em empresas filiadas, e o IMS Health, consultoria independente que realiza pesquisa com os distribuidores (intermediários entre a indústria farmacêutica e as farmácias).

Todos esses indicadores apresentam limitações. A Conta Satélite da Saúde não é uma publicação regular, e os dados disponíveis limitam-se aos anos de 2005 a 2007. Os dados do Sindusfarma, por sua vez, referem-se às informações fornecidas pela indústria e restringem-se ao universo de seus associados. Já os dados do IMS Health não captam as vendas realizadas

³ O conceito de carga da enfermidade refere-se a anos de vida perdidos ajustados por incapacidades, DALY (*disability-adjusted life years*).

por meio de canais que não envolvam as distribuidoras, como as vendas para hospitais e para licitações do SUS. Neste trabalho, foram utilizadas informações das três fontes com vistas a abordar aspectos distintos do setor.

Segundo o estudo Conta Satélite da Saúde do IBGE, o consumo final da economia brasileira em medicamentos no ano de 2007 foi de R\$ 49,5 bilhões, equivalente a 1,9% do produto interno bruto (PIB), dos quais cerca de 90% foram realizados pelas famílias e 10% pela administração pública para distribuição gratuita às famílias.⁴ A participação do setor público, na prática, é maior, uma vez que o método das contas nacionais não registra como consumo final os medicamentos adquiridos pelo SUS para uso em hospitais, bem como as vacinas, os quais são contabilizados como consumo intermediário de serviços de saúde.

As compras de medicamentos no SUS ocorrem no âmbito da Política de Assistência Farmacêutica, que classifica os medicamentos em três componentes: especializado, estratégico e básico. Dentro de cada componente, alguns produtos têm aquisição centralizada – quando o Ministério da Saúde (MS) compra os medicamentos diretamente e os repassa aos estados e municípios – e outros são adquiridos de forma descentralizada, caso em que o MS transfere recursos financeiros aos estados e municípios para financiar integral ou parcialmente as compras de medicamentos.

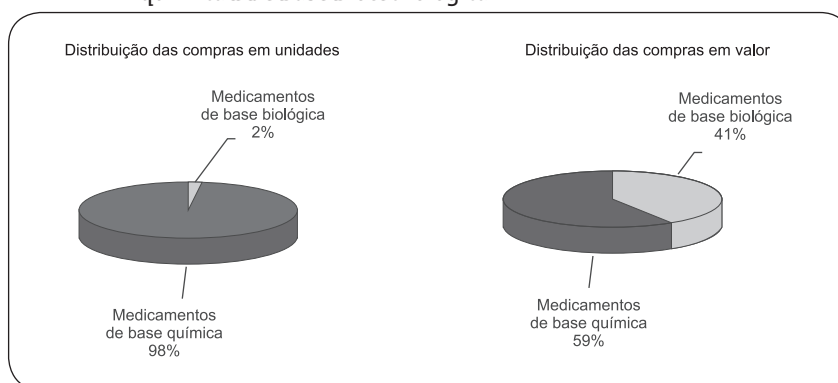
A Assistência Farmacêutica Básica – destinada à compra dos chamados medicamentos essenciais (analgésicos, anti-inflamatórios, vermífugos e antibióticos, entre outros) – ocorre majoritariamente da segunda forma. As compras são realizadas pelos estados e municípios, e a União participa com um valor em reais por pessoa por ano, mediante contrapartidas fixas dos estados e municípios. Produtos considerados estratégicos, de alto custo ou utilizados em procedimentos ambulatoriais são adquiridos de forma centralizada pelo governo federal. Trata-se de medicamentos para doenças de grande impacto social, com grave risco de morte (HIV/Aids, por exemplo), ou medicamentos cuja aquisição representa uma grande carga para o financiamento do sistema público de saúde. Boa parte dos medicamentos biológicos insere-se nesse grupo. Atualmente, o MS adquire e distribui aos estados os medicamentos imiglucerase, imunoglobina, eritropoetina

⁴ Os dois componentes básicos da demanda por medicamentos no Brasil são: a demanda privada, equivalente à soma de gastos das famílias em compras em farmácias e compras das unidades privadas de saúde; e a demanda pública, composta das compras do MS, estados e municípios para uso do SUS.

humana recombinante, interferon alfa, imunossuppressores e outros, de acordo com os quantitativos programados pelos estados.

Os gastos do SUS com medicamentos biológicos são significativos e têm aumentado nos últimos anos. Segundo levantamento do MS, o total de gastos do SUS com medicamentos de alto custo no ano de 2008 foi de R\$ 2,3 bilhões (contra R\$ 513 milhões em 2003). Foram 220 medicamentos destinados ao tratamento de 76 doenças de aproximadamente 730 mil usuários [Ministério da Saúde (2009a)]. Do total, 41% foram gastos com medicamentos biológicos, como mostra o Gráfico 1. Em termos de volume, no entanto, os biológicos respondem por apenas 2%, revelando um grupo de altíssimo valor agregado.

Gráfico 1 | Demanda do Ministério da Saúde por medicamentos de base química e de base biotecnológica



Fonte: Ministério da Saúde (2009a).

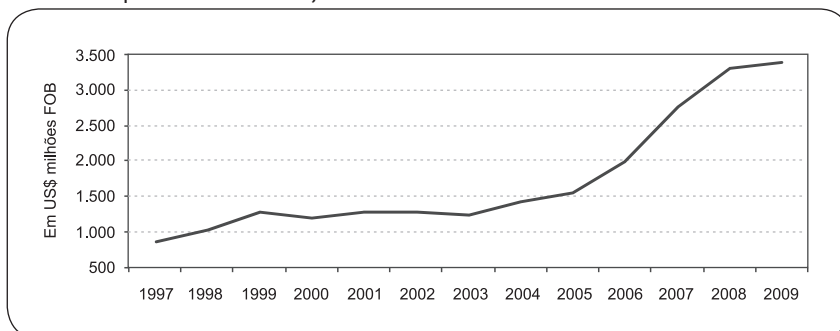
Em função de seu impacto para a Política de Assistência Farmacêutica, o MS caminhou, recentemente, em direção à maior centralização das compras do SUS em medicamentos de alto valor. A Portaria 2.981, de 29 de novembro de 2009, ampliou a lista de medicamentos centralizados do componente especializado da assistência farmacêutica (antigos “medicamentos excepcionais”). A medida objetiva aumentar o poder de barganha do comprador (setor público), permitindo a negociação com preços menores, principalmente de produtos em que a demanda for baixa. Entre os medicamentos que terão compras concentradas, figuram alguns biotecnológicos, como adalimumab e etanercept, infliximabe e

betainterferon. Segundo informações do MS, apenas esses quatro medicamentos representaram, em 2009, gastos de R\$ 500 milhões.

A decisão de concentrar algumas compras também se articula com a Política de Desenvolvimento Produtivo e com o propósito de utilizar o poder de compra do Estado para estimular a produção local, tendo em vista a necessidade estratégica de garantir o suprimento desses produtos à população e o alto déficit observado na balança comercial de produtos para saúde.

O déficit comercial histórico nas indústrias do complexo da saúde vem aumentando de forma explosiva nos últimos anos, sendo mais grave no caso dos princípios ativos, em que, segundo Gadelha (2009), cerca de 85% do consumo interno é proveniente de importações. Na balança comercial de medicamentos, como pode ser observado no Gráfico 2, o déficit cresceu 137% apenas no período dos últimos cinco anos.

Gráfico 2 | Déficit na balança comercial farmacêutica

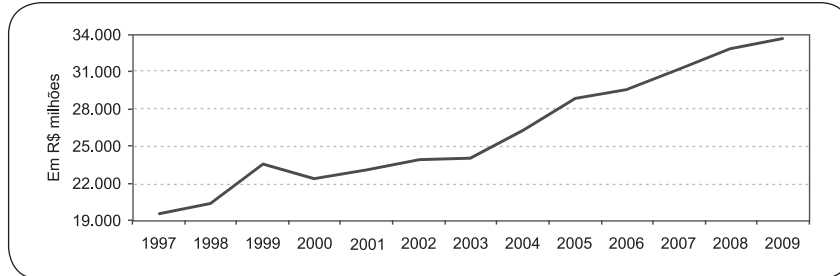


Fonte: Sindusfarma, com base em Sistema Alice/MDIC/Secex.

Nota: Dados referem-se ao Cap. 30 NCM.

Além do impacto na importação, o aumento observado na demanda por produtos farmacêuticos refletiu-se também em crescimento das vendas da indústria instalada no Brasil. Em 2009, as vendas somavam R\$ 33,7 bilhões, segundo pesquisa realizada pelo Sindusfarma. O Gráfico 3 mostra a evolução das vendas da indústria farmacêutica brasileira, em valores constantes de dezembro de 2009. Observa-se que a indústria apresentou expressivo crescimento em termos reais ao longo do período.

Gráfico 3 | Vendas reais no mercado farmacêutico brasileiro (1997 a 2009)

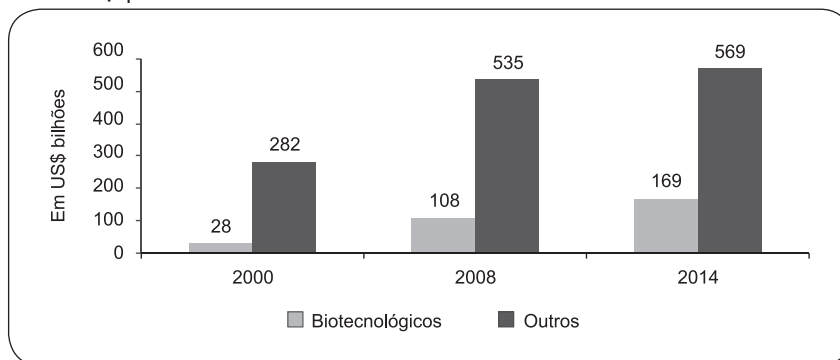


Fonte: Elaboração própria, com base em Sindusfarma.
 Nota: Valores deflacionados pelo IPCA.

Não há dados específicos sobre a venda de medicamentos biológicos pela indústria brasileira. Como a capacidade instalada de produção é próxima de zero, as vendas registradas no país são majoritariamente provenientes de importação. O mercado mundial de medicamentos biológicos, por sua vez, tem mostrado grande dinamismo. Conforme Burrill & Co. (2010), os 30 medicamentos biológicos mais vendidos no mundo apresentaram vendas da ordem de US\$ 42 bilhões em 2008. Com um crescimento esperado de 56,5% entre 2008 e 2014, estima-se que o mercado total de biológicos atinja US\$ 169 bilhões em 2014 (Gráfico 4). De acordo com o mesmo estudo, naquele ano os biológicos serão responsáveis por metade da receita gerada pelos 100 medicamentos mais vendidos.

Em relação às vacinas, o mercado internacional pode ser dividido em duas categorias: as vacinas antigas, cuja tecnologia é de domínio público

Gráfico 4 | Mercado mundial de medicamentos



Fonte: Burrill & Co. (2010), com base em EvaluatePharma.

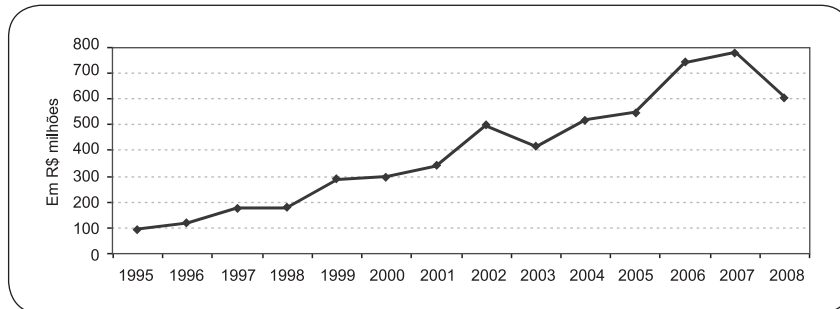
e cujos preços são baixos, e as vacinas novas, protegidas por patentes vigentes e com preços elevados. As vendas globais de vacinas atingiram US\$ 19 bilhões em 2008 e estima-se que atinjam US\$ 39 bilhões em 2013, refletindo um crescimento anual de 15% [Kalorama Information *apud* Burrill & Co. (2010)]. O mesmo estudo estima que haja atualmente mais de 100 novas vacinas em desenvolvimento no mundo.

A recuperação recentemente observada no mercado de vacinas relaciona-se a novas tecnologias de produção que se baseiam em técnicas de biotecnologia moderna. Um exemplo são os sistemas de produção em células em substituição ao sistema tradicional à base de ovos. Os novos sistemas produtivos, além de terem menor potencial para contaminações e geração de reações alérgicas, também têm ciclo de produção muito menor, características que tornam o segmento mais rentável e atrativo ao setor privado. Com essa mudança tecnológica, a produção de vacinas, que ficara à margem da indústria farmacêutica durante algumas décadas, voltou a ser um segmento disputado e altamente concentrado. As quatro maiores empresas farmacêuticas internacionais respondem por cerca de 80% do valor produzido nesse mercado.

No caso brasileiro, o mercado de vacinas caracteriza-se por ser fortemente vinculado à demanda estatal, à exceção de algumas vacinas de última geração voltadas para o mercado privado, para as quais não se dispõe de estimativas de demanda. O valor das compras governamentais é determinado pela dotação orçamentária anual do Programa Nacional de Imunizações (PNI), direcionado ao fornecimento das vacinas tradicionais. O Gráfico 5 mostra o crescimento do orçamento do programa entre 1995 e 2008.

A produção de vacinas no Brasil também está concentrada no setor público, embora não haja restrição legal à produção privada no país. A configuração atual resulta da conjugação de políticas públicas de saúde. De um lado, o PNI, criado em 1973 e dedicado a oferecer vacinação à população contra as principais doenças evitáveis por imunização (poliomielite, tuberculose, sarampo, difteria, tétano, coqueluche, raiva, febre amarela, entre outras). De outro lado, o Programa de Autossuficiência Nacional em Imunobiológicos (Pasni), implementado a partir de 1986 como um plano de substituição progressiva de importações e expansão dos laboratórios oficiais, elaborado a partir de uma crise de abastecimento

Gráfico 5 | Orçamento do Programa Nacional de Imunizações (1995 a 2008)



Fonte: Ministério da Saúde.

de imunobiológicos ocorrida no início da década de 1980 [Gadelha e Temporão (1999)].

Em resumo, o incremento e as mudanças qualitativas observadas no mercado de produtos para saúde podem ser considerados particularmente importantes para a indústria de biológicos. Destacam-se os seguintes fatos:

- As plataformas biotecnológicas têm demonstrado ser boas opções para o desenvolvimento de novos medicamentos para doenças anteriormente intratáveis, em especial para o grupo das crônico-degenerativas, cuja prevalência aumentou em todo o mundo;
- O alto custo de alguns tratamentos com medicamentos biotecnológicos, aliado ao dever constitucional do Estado de prover saúde à população brasileira, gera forte interesse público para incentivar a produção local desses itens;
- O desenvolvimento de novas tecnologias proporcionou um crescimento significativo do mercado mundial de vacinas, com elevação das margens, tornando-o novamente atrativo para a indústria farmacêutica mundial.

Estrutura produtiva

A indústria farmacêutica mundial caracteriza-se por uma estrutura oligopolizada, com poucas empresas de grande porte liderando e atuando globalmente em segmentos específicos de mercado (classes terapêuticas). A principal estratégia de concorrência das líderes é a diferenciação de

produtos, fundamentada em fortes investimentos em P&D e *marketing*, e pela utilização de marcas e patentes para garantia de exclusividade em vendas e lucros extraordinários. Nos últimos 20 anos, o crescimento do setor foi muito elevado, alavancado por crescimento simultâneo nas quantidades vendidas e nos preços e marcado por um processo de concentração por meio de fusões e aquisições.

Conforme estudado em Reis *et al.* (2009), esse processo de concentração relaciona-se com as estratégias adotadas pelas grandes corporações farmacêuticas mundiais para enfrentar as seguintes ameaças: expiração de patentes de medicamentos *blockbuster* com forte impacto negativo na geração de receitas das empresas; aumento da complexidade e do custo dos processos de desenvolvimento e registro de novos produtos e esvaziamento dos *pipelines*; diminuição do ritmo de crescimento do mercado nos países centrais e aumento nos emergentes; importância crescente do segmento de genéricos como gerador de receitas. Como reação, muitas das operações de fusões e aquisições ocorridas nos últimos anos envolveram a busca por novas plataformas tecnológicas para o desenvolvimento de produtos ou a procura por posicionamento em mercados emergentes e no segmento de genéricos, antes ignorado pelas grandes multinacionais.

No Brasil, o mercado farmacêutico é atendido por cerca de 600 empresas, entre laboratórios, importadores e distribuidoras [Gadelha (2009)]. Pesquisa realizada pela consultoria IMS Health com distribuidores de medicamentos no varejo revela que, entre as 20 principais empresas, predominam as multinacionais e destacam-se seis empresas de capital nacional, como mostra a Tabela 2.⁵

A indústria farmacêutica brasileira sofreu transformações significativas nos últimos anos. Ao longo da primeira metade da década de 2000, observou-se fortalecimento da participação das empresas de capital nacional nas vendas do setor, principalmente derivada do crescimento do segmento de genéricos [Capanema (2006)]. No entanto, no contexto das crescentes pressões competitivas e do processo de concentração global, o dinamismo do mercado brasileiro tem atraído a atenção das grandes empresas internacionais, em evidente ameaça de desnacionalização. Destaca-se a aquisição da Medley – quarta maior empresa em vendas e líder

⁵ Em função das limitações anteriormente mencionadas em sua pesquisa, o *ranking* do IMS Health é viesado em favor das empresas que operam majoritariamente no varejo privado.

Tabela 2 | Maiores empresas farmacêuticas no Brasil, por valor de vendas

Companhia	R\$ mil	Participação (%)	Origem do capital
1º EMS Pharma	2.180.779	7,73	Nacional
2º Sanofi-Aventis	1.755.943	6,22	Estrangeiro
3º Ache	1.621.753	5,75	Nacional
4º Medley*	1.522.051	5,39	Estrangeiro
5º Novartis	1.245.757	4,42	Estrangeiro
6º Eurofarma	1.149.187	4,07	Nacional
7º Bayer Corp.	1.083.839	3,84	Estrangeiro
8º Pfizer	832.880	2,95	Estrangeiro
9º Johnson & Johnson Corp.	786.118	2,79	Estrangeiro
10º Smith K. Beecham Co.	725.151	2,57	Estrangeiro
11º Astrazeneca Brasil	692.252	2,45	Estrangeiro
12º Boehringer Ing.	625.775	2,22	Estrangeiro
13º Nycomed Pharma Ltda.	611.561	2,17	Estrangeiro
14º Roche	559.851	1,98	Estrangeiro
15º Biolab-Sanus Farma	558.907	1,98	Nacional
16º DM Ind. Ftca.**	543.100	1,92	Nacional
17º Mantecorp I Q Farm.	538.423	1,91	Nacional
18º Schering Plough	536.277	1,90	Estrangeiro
19º Sandoz do Brasil	532.088	1,89	Estrangeiro
20º Merck	497.811	1,76	Estrangeiro
Top 20 total	28.215.830	65,9	-

Fonte: IMS Health.

*A Medley foi adquirida pela Sanofi-Aventis em abril de 2009.

**A DM pertence ao grupo Hypermarcas, que adquiriu recentemente a Neoquímica, passando a figurar entre os quatro principais grupos farmacêuticos nacionais.

de mercado em genéricos – pela francesa Sanofi-Aventis, em abril de 2009, por R\$ 1,5 bilhão. Em função desses fatores, há razões para esperar outros movimentos de empresas internacionais em busca de aquisições no Brasil.

Algumas das maiores empresas farmacêuticas nacionais têm origem na atividade comercial. Foram formadas por representantes de vendas de multinacionais que tinham boa base de clientes e passaram paulatinamente a envasadores, posteriormente a formuladores de similares e, a partir da Lei 9.787 de 1999, a fabricantes de genéricos. O advento dos genéricos

proporcionou a ampliação do mercado, em relação àquele representado pelos similares, em função da garantia legal de qualidade e intercambiabilidade. Tendo em vista as margens muito altas praticadas pelas empresas proprietárias de patentes e dado o seu desinteresse pelo mercado de genéricos naquele momento, a estratégia de genéricos mostrou-se lucrativa e permitiu o crescimento acelerado das empresas nacionais.

No entanto, o foco em genéricos e a baixa presença de produção farmacêutica no país limitaram a internalização de competências para inovação nas empresas farmacêuticas brasileiras. As atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) realizadas internamente pelo setor produtivo são geralmente restritas à fase de formulação, e as empresas são pouco intensivas em P&D em relação ao padrão mundial do setor. Os últimos dados disponíveis da Pintec/IBGE refletem essa discrepância. Enquanto o setor farmacêutico nacional investiu, em média, 0,7% de sua receita líquida de vendas em atividades internas de P&D no ano de 2005, estima-se que a indústria farmacêutica mundial destine entre 15% e 19% das vendas a essas atividades [Gadelha (2009)].⁶

Recentemente, as empresas nacionais vêm reconhecendo cada vez mais a importância da inovação como estratégia de sobrevivência, crescimento e manutenção de margens no médio e longo prazos. A decisão de inovar representa o dilema de romper ou não com um *modus operandi* estabelecido para tentar construir vantagens competitivas dinâmicas, fundadas em outros pilares. No entanto, além da decisão estratégica, é necessário desenvolver atributos técnicos e organizacionais, alguns codificáveis e outros tácitos, que são obtidos em processo de aprendizado de caráter cumulativo. Além disso, a transformação de competências individuais em capacidade inovativa e diferencial competitivo para a empresa depende também da construção de rotinas e procedimentos internos adequados e da capacidade de lidar com maiores níveis de incerteza tanto mercadológica quanto técnica [Dosi *et al.* (1988) e Nelson e Winter (1982)].

No caso da indústria farmacêutica, a capacidade para inovar está relacionada ao fortalecimento de P&D interno, que não é trivial por ser multidisciplinar e intensivo em ciência e tecnologia. As empresas

⁶ O percentual informado pelas maiores empresas brasileiras situa-se bem acima da média apurada pela Pintec. Por outro lado, acredita-se que parte das despesas informadas pelas *big pharma* como despesas de P&D na realidade estejam associadas a ações de *marketing* dos novos produtos.

nacionais são relativamente jovens e pouco experientes e encontram-se na fase inicial do processo de aprendizado e acumulação de competências. Lançam novos produtos com frequência e são bem-sucedidas na realização de inovações incrementais, mas têm dificuldades com as radicais, como o desenvolvimento de novas moléculas. Além da incerteza inerente ao processo de inovação, os custos elevados associados ao desenvolvimento pré-clínico e clínico também inibem esse tipo de investimento nas empresas de capital nacional. Por fim, a introdução de produtos no mercado requer gastos elevados com atividades de *marketing* especializado para a classe médica.

O movimento embrionário das empresas farmacêuticas nacionais no sentido de intensificar suas atividades inovativas parece se aproveitar dos recursos gerados com a atividade de produção de genéricos e similares [Capanema (2006), Gadelha (2009) e Gadelha *et al.* (2008)]. Por estarem iniciando sua acumulação de conhecimento científico e competências para inovação, observa-se forte complementação do esforço inovativo interno por parcerias em diversos formatos, com outras empresas e com instituições científicas e tecnológicas, dentro e fora do país.

No que tange à estratégia de incorporação dos medicamentos biológicos em suas linhas de produção, duas visões parecem coexistir nas empresas nacionais: uma mais imediatista, que geralmente envolve aquisição de tecnologia de produção de itens conhecidos, e uma perspectiva de mais longo prazo, em que a empresa procura internalizar competências em desenvolvimento de produto e processos, por meio da contratação de equipes científicas e parcerias com instituições de pesquisa e universidades.

No caso da primeira estratégia, a hipótese subjacente é que a transferência de tecnologia representa compra de “curva de aprendizado”, minimizando o tempo até a colocação do produto no mercado e economizando recursos que seriam gastos no processo completo de desenvolvimento. Isso se verifica, principalmente, quando há simplificação substancial dos testes clínicos exigidos para registro, como algumas empresas esperam que ocorra na nova legislação brasileira de registro de biológicos, discutida adiante.

Destacam-se dois riscos importantes associados a essa estratégia: i) a possibilidade de adquirir processos produtivos desatualizados ou ineficientes, que gerariam uma produção com baixa competitividade; e ii) o risco de que a transferência seja parcial, mantendo a empresa dependente de matéria-prima ou de consultoria técnica. Para mitigá-los, é fundamental que a empresa compradora de tecnologia tenha quadros técnicos capazes de realmente absorver e, eventualmente, atualizar ou ajustar a tecnologia, conforme suas necessidades específicas.

O segundo tipo de estratégia envolve prospecção no mercado de plataformas tecnológicas ou produtos em fase de desenvolvimento para estabelecimento de parcerias, ou contratação de equipes para desenvolvimento interno de produtos. Nesse caso, a empresa enfrenta um grau maior de incertezas tecnológicas e de mercado, que pode abranger a pesquisa laboratorial, a transposição para escala piloto, o desenvolvimento do processo produtivo, a proteção intelectual, a realização dos testes pré-clínicos e clínicos completos e a submissão de registro. Além disso, a empresa também terá o ônus de todo o esforço de *marketing* necessário para o lançamento do produto. Todavia, em caso de sucesso, a rentabilidade pode ser maior e mais duradoura, e as competências acumuladas capacitarão a empresa para o desenvolvimento de outros produtos no futuro, contribuindo para sua competitividade e sustentabilidade no longo prazo.

Em outros países, com destaque para a experiência norte-americana, o crescimento da indústria de biotecnologia baseou-se no mercado de capital de risco e fundos de investimento. As empresas de base biotecnológica que surgiram como *spin-offs* de centros de pesquisa ligados a grandes universidades localizaram-se de modo concentrado formando aglomerações. Com isso, foram capazes de aproveitar a infraestrutura disponível nos centros de pesquisa das universidades, bem como usufruir a troca de conhecimento do ambiente acadêmico próximo e posicionar-se em uma vitrine de alto nível para o seu mercado, a saber, a grande indústria, com destaque para as áreas agropecuária, farmacêutica, de energia e química.

Segundo levantamento da Fundação Biominas relativo ao ano de 2009, há 253 empresas privadas de biociências⁷ no Brasil [Biominas (2010)].

⁷ O conceito de empresa de biociências é mais amplo que o de empresa de biotecnologia, envolvendo, por exemplo, empresas que prestam serviços afins, tais como empresas especializadas em ensaios clínicos e pré-clínicos.

De modo geral essas empresas localizam-se em aglomerações ao redor de centros de excelência científica, apresentando a mesma característica de origem em *spin-offs* de universidades, observada em outros países.⁸ O estabelecimento de incubadoras de empresas de base tecnológica contribuiu para organizar e reforçar essa tendência. Cerca de 25% das empresas observadas no país são ou foram incubadas.

Ainda segundo levantamento da Fundação Biominas, o setor é ainda jovem. Cerca de 68% das empresas pesquisadas foram criadas na última década. A maioria das empresas (44%) tem faturamento abaixo de R\$ 1 milhão/ano. E, em média, apenas as empresas de 15 anos ou mais apresentam um faturamento de médio porte, acima de R\$ 10 milhões. A Tabela 3 apresenta os principais produtos e serviços aos quais se dedicam as empresas de biotecnologia identificadas na pesquisa da Fundação Biominas. Como pode ser observado, 39% das empresas atuam em segmentos voltados para saúde humana, sendo 18% dedicadas a pesquisa e desenvolvimento de novas terapias e vacinas. Vale destacar que em outros segmentos, como insumos e segmentos mistos, também há forte interface com a área de saúde humana.

Tabela 3 | Segmentos de atuação das empresas de biotecnologia (em %)

Saúde humana	PD&I de novas terapias e vacinas	18
	Diagnósticos <i>in vitro</i>	13
	CRO (<i>contract research organizations</i>)	8
Agricultura	Controle biológico de pragas	11
	Melhoramento de sementes	9
Misto	Serviços de diagnóstico molecular	10
	PD&I de produtos com múltiplas áreas de atuação	5
Insumos	Reagentes para análises clínicas	8
Meio ambiente	Biorremediação e tratamento de efluentes	8
Saúde animal	Produção de vacinas recombinantes	4
	Serviços de diagnóstico genético animal	4
Bioenergia	Melhoramento de espécies para produção de etanol e biodiesel	4

Fonte: Fundação Biominas.

⁸ A grande maioria localiza-se na região Sudeste (71,9%), sendo que sobressaem São Paulo e Minas Gerais, respondendo em conjunto por 65,2% das empresas do país.

As empresas emergentes de base tecnológica (EBT) de biotecnologia são, em geral, de origem acadêmica e dispõem de boa formação técnica, embora apresentem ainda dificuldades em relação à gestão e ao pouco conhecimento dos mecanismos de registro, produção em larga escala e comercialização. Além dos problemas de inserção no mercado, característicos de seu porte pequeno, parte das dificuldades enfrentadas por essas empresas relaciona-se à predominância da cultura acadêmica em detrimento da visão empresarial. O aumento da demanda por inovações, proveniente da indústria farmacêutica, juntamente com a consolidação da visão empresarial nas EBTs, contribuiria para incrementar a interação entre essas partes, gerando um círculo virtuoso de crescimento para ambas.

Outro tipo de agente econômico relevante para o setor são os grupos de pesquisa ligados a universidades e instituições científicas e tecnológicas (ICT). O Brasil tem competências acadêmicas importantes nos conhecimentos científicos considerados o “núcleo duro” da biotecnologia moderna, quais sejam as áreas de biologia molecular e genômica, tanto em relação aos pesquisadores quanto à infraestrutura laboratorial para pesquisa, especialmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Fonseca (2009) apresenta diversos dados demonstrando como essas competências se refletem em grande número de publicações de cientistas brasileiros no campo da biotecnologia moderna.

No entanto, observa-se que as universidades e ICTs encontram dificuldades para realizar parcerias e atuar na prestação de serviços para a indústria. Como resultado, ficam mais restritas à pesquisa básica, e suas competências científicas acabam sendo pouco aproveitadas para a efetiva geração de inovações. Diversos obstáculos contribuem para limitar essa interação. De um lado, a indústria farmacêutica nacional apenas recentemente intensificou os esforços em inovação, buscando colaborações com grupos de pesquisa. De outro, o modelo institucional vigente nas ICTs raramente contribui para uma atuação mais aplicada, em parceria com empresas.

Algumas instituições reúnem condições diferenciadas que as qualificam para exercer papel de destaque no desenvolvimento da biotecnologia para saúde no Brasil. É o caso de instituições de caráter público, como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e suas unidades e o Instituto Butantan (Butantan). Ambas atuam simultaneamente como empresas produtoras

e centros de pesquisa, de reconhecida excelência científica. A realização desse potencial papel de destaque depende de sua capacidade de conectar essas duas esferas de atuação, fortalecendo o elo do desenvolvimento de produtos com tecnologia própria. Até o momento, embora tenham alcançado avanços relevantes com a internalização de produtos mais complexos em suas linhas de produção, a principal estratégia adotada tem sido transferência de tecnologia, que, conforme já comentado, limita a geração de competências inovativas para as instituições compradoras.

Em síntese, é pouco provável que as EBTs ou os ICTs possam capitanear o processo de inovação em biotecnologia para saúde. Observa-se, pela experiência internacional, que é remota a probabilidade de crescimento das EBTs com incorporação completa das fases de desenvolvimento, produção e comercialização. Como afirma Kim (2005) em sua análise sobre o processo de desenvolvimento sul-coreano, para serem efetivamente introduzidas no mercado e gerar valor, as aptidões tecnológicas precisam estar associadas a aptidões comerciais adequadas. Portanto, é importante que haja ligação das EBTs com a indústria, que tem, de fato, a capacidade de reunir os recursos e as competências necessárias para o desenvolvimento e a comercialização de produtos finais. Se não houver demanda da indústria farmacêutica nacional por essa interação, as EBTs provavelmente buscarão parcerias com empresas no exterior, a fim de viabilizar sua continuidade e seu crescimento.

O ambiente institucional e mecanismos de apoio

Um ambiente institucional propício ao desenvolvimento da indústria de produtos para saúde não se constitui apenas de mecanismos de financiamento à inovação e à produção. A legislação sanitária é fundamental para, simultaneamente, garantir a segurança dos produtos para a população e permitir a entrada de novos concorrentes no mercado, reduzindo os preços e oferecendo produtos alternativos. Além disso, tendo em vista a importância da demanda pública para a indústria de saúde, as compras governamentais também podem ser utilizadas como importante mecanismo de apoio para a indústria.

Observa-se uma crescente convergência entre diferentes vertentes de políticas públicas, indicando a preocupação do Estado com a construção de um ambiente institucional adequado ao desenvolvimento da indústria

de produtos de base biotecnológica para a saúde. Destaca-se a retomada das políticas industriais a partir da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) em 2004, sucedida pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), em vigor desde maio de 2008. A PDP estabelece diretrizes e ações para o desenvolvimento de diversos setores da economia, entre eles o Complexo Industrial da Saúde e a biotecnologia. Por meio de seus fóruns de articulação, as questões relacionadas à competitividade das cadeias produtivas são discutidas com a sociedade civil.

No âmbito da PDP, o acompanhamento das ações relativas à biotecnologia cabe ao Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB). As ações relativas à saúde são acompanhadas pelo Grupo Executivo do Complexo Industrial da Saúde (GECIS). Tanto o CNB quanto o GECIS são instâncias colegiadas deliberativas que congregam representantes de diversos ministérios, órgãos e empresas governamentais e são orientadas para a construção de um ambiente institucional favorável ao desenvolvimento da biotecnologia e da indústria de saúde no país.

No que tange às ações do MS, desde o início do século XX registram-se políticas direcionadas ao desenvolvimento e à produção de bens de interesse para a saúde pública. Nos anos recentes, observa-se que a orientação desse ministério tem sido cada vez mais pautada por uma visão de desenvolvimento industrial, voltada para o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Essa atuação baseia-se em uma lógica de desenvolvimento de tecnologia local para produção de bens estratégicos, objetivando, de forma concomitante, o fornecimento de produtos para o SUS e o fortalecimento do complexo industrial da saúde no país.

Nesse sentido, além do financiamento a projetos de desenvolvimento de produtos específicos (testes para diagnóstico, vacinas, medicamentos e insumos) em instituições públicas, o Ministério da Saúde tem buscado cada vez mais aprimorar formas de uso de seu poder de compra como instrumento de política para o desenvolvimento industrial. Além da já mencionada política de centralização de compras do SUS, inserem-se, nessa linha de atuação, as parcerias entre laboratórios públicos e privados, para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos. Até o momento foram anunciados 18 projetos de parcerias para o desenvolvimento de produtos que geram gastos da ordem de R\$ 850 milhões por ano para o MS [Ministério da Saúde (2009b, 2010)].

Outra iniciativa que merece destaque é a Medida Provisória 495/2010, que flexibiliza a atual lei de licitações (Lei 8.666/1993), estabelecendo margem de preferência de até 25% para aquisição de produtos fabricados no país e prevendo a concessão de margem ainda maior no caso de produtos que tenham sido desenvolvidos com tecnologia nacional. Embora não seja direcionada especificamente para a área de saúde, essa medida, se convertida em lei, poderá ser um importante instrumento de política industrial, permitindo a conjugação de instrumentos de financiamento com a demanda pública.⁹

Com respeito à regulação sanitária, desde a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) em 1999, a produção farmacêutica como um todo ganhou em organização, proporcionando maior segurança e qualidade à população, especialmente após a publicação da regulamentação de Boas Práticas de Fabricação em 2003. A Anvisa vem trabalhando na elaboração de um arcabouço regulatório específico para os produtos de base biotecnológica. A agência está com consultas em aberto para revisão da legislação sobre biológicos, hoje centrada nas RDCs 315/05, 233/05, 323/03 e 46/00. Estão sendo elaboradas três novas normativas.

A discussão subjacente é complexa e entremeada por aspectos técnicos e interesses comerciais. As empresas detentoras de patentes vencidas ou a vencer em medicamentos biológicos “referência” defendem uma legislação sanitária mais restritiva, que trate da mesma forma os produtos inovadores e as “cópias” quanto às exigências para registro. Enquanto isso, as empresas que ainda não estão posicionadas no segmento de biológicos esperam que o novo arcabouço regulatório contemple um trâmite simplificado para o registro de produtos já existentes (não novos). Restringindo a quantidade e a amplitude dos testes exigidos, seriam reduzidos também o custo e o tempo para desenvolvimento e registro dos produtos.

Também não se resolveu ainda se o novo arcabouço regulatório contemplará a possibilidade de transposição do conceito de genérico para os medicamentos biológicos, ou, ao menos, estabelecerá bases para a definição legal de intercambialidade para esses últimos. Essa questão também é fundamental do ponto de vista de política industrial, uma vez que facilitaria o acesso das empresas nacionais a esse mercado, permitindo que elas desenvolvam competências na produção de biológicos, aumentando

⁹ A Medida Provisória 495 foi publicada no Diário Oficial da União em 20 de julho de 2010.

a concorrência e, conseqüentemente, reduzindo os preços. Com isso, não só se ampliaria o acesso da população a medicamentos importantes como também se viabilizaria o adensamento tecnológico do tecido industrial.

Um obstáculo para estabelecer uma regra geral análoga à dos genéricos é o fato de que os medicamentos biológicos são normalmente mais difíceis de caracterizar que os produtos de origem química. A complexidade molecular e os parâmetros como estrutura tridimensional, quantidade de variantes de aminoácidos e outros podem ser alterados por modificações nos processos produtivos. Não é trivial identificar essas diferenças por meio de testes de laboratório e não há consenso sobre as mudanças no perfil de eficácia e segurança dos produtos que poderiam advir de tais variações.

O tratamento dessa questão pelas autoridades sanitárias nos outros países evoluiu recentemente. O órgão regulatório europeu – European Medicines Agency (EMA) – apresenta orientações diferenciadas para o registro dos chamados *similar biological products*. Ao contrário do norteamericano Food and Drug Administration (FDA), que trata todos os novos registros como medicamentos inovadores, exigindo a mesma bateria de testes, o EMA optou por um tratamento caso a caso, em que a aplicação do conceito de “biológico similar” depende da possibilidade de caracterizar o produto e demonstrar a similaridade a um medicamento referência. Além do mesmo princípio ativo, a legislação do EMA estabelece que a forma farmacêutica, a via de administração e a concentração do similar devem ser as mesmas do referência.¹⁰

No caso da Anvisa, a normativa encaminha-se para definir duas vias de registro: individual ou por comparabilidade. Enquanto a via de desenvolvimento individual exigiria a apresentação de resultados de todas as fases de estudos pré-clínicos e clínicos, a via de desenvolvimento por comparabilidade poderia contemplar uma redução do volume e do escopo dos testes necessários, contanto que seja demonstrada a similaridade do produto em via de registro a um produto comparador conhecido e já registrado no país.

¹⁰ Além da Comunidade Europeia, o Canadá também publicou recentemente diretrizes para o registro de biossimilares e os Estados Unidos deram um importante passo na definição de um arcabouço legal para o tratamento dessa questão, por meio do Biologics Price Competition and Innovation Act (BPA), de 30.3.2010.

Apesar dos avanços observados na legislação europeia, nota-se que, mesmo com um trâmite regulatório simplificado, o registro de biológicos similares tem se mostrado mais custoso e demorado que o de genéricos sintéticos. Até o momento, apenas biossimilares de hormônios e proteínas terapêuticas bastante conhecidas foram aprovados. E o mercado para esses produtos ainda apresenta muitas incertezas, visto que preocupações sobre eficácia e segurança limitam a substituição de produtos por médicos e pacientes, podendo levar as empresas a necessitar de estratégia agressiva de *marketing* e vendas, incompatível com o conceito de genéricos. Além disso, permanece o desafio de definir como tratar os biológicos mais complexos, como os anticorpos monoclonais.

No que diz respeito à política de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), o apoio do setor público especificamente voltado para a área de biotecnologia ocorre desde a década de 1970, mediante ações do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), com o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Nessa época, o esforço de inovação caracterizava-se mais como apoio à formação de recursos humanos e à pesquisa nas universidades.

Em 1999, foram criados os Fundos Setoriais (FS), trazendo uma mudança no arcabouço institucional de fomento à inovação no Brasil, ao prever vinculação direta de arrecadação a políticas de ciência, tecnologia e inovação. Além disso, os Fundos Setoriais já nascem com a proposta de promover a integração entre universidades e setor produtivo como forma de levar os conhecimentos científicos ao mercado na forma de inovações. Entre os Fundos Setoriais, foram criados fundos dedicados à biotecnologia (CT Biotec) e à saúde (CT Saúde). No entanto os Fundos Setoriais não trouxeram solução definitiva para o financiamento do apoio à inovação. Apesar do avanço que representam, ainda é necessário aprimorar sua operação para uma atuação mais focada em projetos de caráter estratégico, reduzindo assim a ocorrência de pulverização excessiva de recursos e descontinuidade de políticas.

Por fim, destacam-se ainda duas mudanças legais recentes no contexto do apoio à inovação, quais sejam: a Lei de Inovação (Lei 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei 11.196/2005). A primeira abriu a possibilidade de aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas,

compartilhando com elas custos e riscos inerentes às atividades de P&D e inovação,¹¹ e a segunda determinou a dedução dos gastos com pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica no lucro líquido das empresas para fins de imposto de renda e permitiu subvencionar a contratação de pesquisadores mestres e doutores, por intermédio das agências de fomento de ciência e tecnologia.

Em resumo, a definição de ações de política industrial para o desenvolvimento da indústria de biológicos para saúde não pode ser feita de forma isolada. A articulação das diversas esferas de governo é fundamental para garantir não só fontes de financiamento à pesquisa, ao desenvolvimento e à produção, mas também segurança regulatória e demanda. Observa-se, na última década, um esforço de integração de políticas visando o estabelecimento de condições adequadas ao desenvolvimento da indústria farmacêutica nacional e à incorporação dos produtos biológicos em seu portfólio. Em termos de financiamento, além dos instrumentos já mencionados, destaca-se ainda a atuação do BNDES, examinada na seção a seguir.

A atuação do BNDES

Além do apoio por intermédio de suas linhas de financiamento tradicionais, o BNDES tem atualmente instrumentos diferenciados para incentivar o desenvolvimento da biotecnologia para saúde no país. Na vertente de financiamento a empresas com recursos reembolsáveis, destaca-se o Programa de Apoio ao Complexo Industrial da Saúde (Profarma), criado em 2004. O Profarma visa contribuir para a redução da vulnerabilidade da Política Nacional de Saúde, promovendo a articulação entre as políticas industrial e de saúde, tendo o MS participado ativamente de sua revisão ocorrida em 2007.

No que diz respeito à biotecnologia para saúde, o Profarma conta com um estoque atual de R\$ 20 milhões financiados em 10 operações, conforme exposto na Tabela 4, sendo as operações do Profarma separadas conforme o foco do projeto (produção, inovação ou exportação). É importante notar que são números ainda modestos, dado que as maiores empresas

¹¹ O principal exemplo de aplicação dessa vertente da Lei de Inovação têm sido os editais de subvenção econômica da Finep.

farmacêuticas nacionais apenas recentemente começaram a manifestar interesse em investir na área de biotecnologia.

O Fundo Tecnológico do BNDES (Funtec) destina-se ao apoio de projetos voltados para o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o país. Aporta recursos não reembolsáveis em projetos de ICT em parceria com empresas privadas, que tenham a perspectiva de trazer inovações para o mercado. O Funtec é formado de recursos oriundos do lucro do BNDES e elege anualmente focos prioritários para apoio, em áreas selecionadas, dentre elas, a área de saúde. A biotecnologia para saúde tem se mantido como um tema relevante no âmbito do Funtec nos últimos anos. Para o ano de 2010, um dos focos definidos para apoio na área de saúde é o “desenvolvimento de biofármacos obtidos por tecnologias celulares e/ou recombinantes não produzidos no país”.

Tabela 4 | Apoio do BNDES a projetos de biotecnologia para a saúde*

Instrumento de apoio	Operações	Valor (R\$ mil)
Profarma Produção	3	8.362
Profarma Inovação	5	8.710
Profarma Exportação	2	3.000
BNDESPAR	3	9.491
Funtec	9	112.928
Criatec	5	8.000
Total	27	150.491

Fonte: Elaboração própria.

* Estoque de operações com status de aprovada ou contratada em abril de 2010.

Como mostra a Tabela 4, atualmente há nove projetos aprovados pela Diretoria no âmbito do Funtec na área de biotecnologia para saúde, perfazendo um valor aproximado de R\$ 113 milhões apoiados. Vale destacar que os recursos concedidos pelo Funtec para essas operações em conjunto com as respectivas contrapartidas correspondem a um investimento total de R\$ 200 milhões.

A tabela mostra ainda dados de apoio a empresas por meio de participação acionária direta, através da BNDESPAR.¹² Das três operações em carteira, duas foram realizadas como subcréditos no âmbito do Profarma

¹² A BNDES Participações S.A. (BNDESPAR) é uma subsidiária integral do BNDES voltada para investimento em empresas por meio de participação acionária.

Inovação. Além das operações de aporte de capital de forma direta, recentemente o BNDES tem fortalecido sua atuação em renda variável por meio de fundos. No modelo atual, o BNDES é cotista e a gestão é feita por empresa privada independente. Em tese, a vantagem desse modelo é que o gestor do fundo pode atuar de forma mais próxima, orientando a empresa em relação a diversos aspectos de organização, governança e gestão.

Atualmente, um importante instrumento do BNDES para apoio a empresas emergentes de base tecnológica é o Fundo Criatec, de capital semente. Esse fundo foi lançado em janeiro de 2007 e possui patrimônio de R\$ 100 milhões para investimento, dos quais R\$ 80 milhões provenientes do BNDES. Na área de biotecnologia para saúde, até junho de 2010 o seu Comitê de Investimentos havia aprovado investimentos em cinco empresas em um montante de R\$ 8 milhões.

Além do Criatec, em setembro de 2009 o BNDES aprovou a criação de um novo fundo de investimentos de capital de risco em empresas emergentes voltado para as áreas de biotecnologia e nanotecnologia. A escolha desses dois setores faz parte da estratégia do BNDES de promover e acelerar as atividades de inovação em toda a matriz industrial brasileira e de difundir a inovação como diferencial competitivo nos diversos setores e empresas. Nesse fundo, ainda em processo de constituição, a participação do Banco será de, no máximo, 25% do patrimônio comprometido.

Por fim, o BNDES dispõe ainda de uma linha de crédito rotativo e pré-aprovado voltado às micro, pequenas e médias empresas. O limite do Cartão BNDES é de até R\$ 1 milhão para o financiamento à aquisição de bens e serviços de fornecedores credenciados, com taxas e prazos atrativos. Recentemente, incluiu a possibilidade de financiamento de atividades de inovação e extensão tecnológica, inclusive contrapartida de empresas em projetos cooperativos do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Finep e Sebrae.¹³ Como o levantamento de usuários do Cartão BNDES está atrelado à Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e as empresas que utilizam biotecnologia para saúde não têm uma classificação própria, não é possível filtrar especificamente o segmento usuário dessa tecnologia. Todavia, dadas as características do Cartão, estima-se que seja bastante relevante para as pequenas empresas de base tecnológica.

¹³ A lista completa de bens e serviços credenciados no Cartão BNDES encontra-se em <<http://www.cartaobndes.gov.br>>.

Conforme visto, o BNDES dispõe de uma gama de instrumentos que podem ser utilizados no apoio ao desenvolvimento da biotecnologia para saúde no Brasil. Na seção seguinte, fazem-se algumas considerações à luz do panorama apresentado do segmento, no sentido de aperfeiçoar esses instrumentos ou orientar sua atuação visando à maior efetividade das políticas de financiamento do país.

Considerações finais e propostas para atuação

A passagem do desenvolvimento científico à técnica e desta a tecnologias com viabilidade comercial implica, no caso da biotecnologia, um amplo conjunto de atividades inter-relacionadas que podem ser exercidas por um ou vários agentes. Nos Estados Unidos, diversos fatores contribuíram para uma inter-relação profícua entre academia, empresas nascentes de base tecnológica e grandes corporações, que deu a tônica do modelo de desenvolvimento dessa indústria. Nota-se que o modelo observado naquele país, fortemente baseado em *spin-offs* de universidades e no mercado de capitais, não se repetiu em outros países desenvolvidos. Mesmo nos Estados Unidos, após o estouro da bolha especulativa dos mercados de tecnologia em 2000, as condições de financiamento a empresas emergentes por meio de mercados de capitais tornaram-se mais restritivas.

A linha que separa a indústria de biotecnologia da farmacêutica é cada vez mais tênue. Pode-se dizer que, em detrimento do crescimento orgânico das EBTs incorporando etapas da cadeia produtiva, prevaleceu o modelo de absorção destas pelas grandes empresas farmacêuticas, seja na forma de fusões e aquisições, seja por sua inserção na cadeia de fornecedores da indústria farmacêutica.

No caso brasileiro, há dúvidas sobre o modelo de desenvolvimento que poderá ser adotado. Observa-se que as condições históricas que determinaram a formação da indústria farmacêutica brasileira geraram um conjunto de empresas que apresentam capacidade inovativa ainda limitada. A maioria das empresas nacionais é desverticalizada e suas atividades inovativas restringem-se às etapas de formulação. Até o momento, os resultados operacionais gerados com a estratégia de genéricos foram satisfatórios e permitiram um crescimento acelerado dessas empresas. No entanto, recentemente, algumas empresas começam a manifestar preocupação com sua sustentabilidade de longo prazo, tendo em vista a tendência de aumento da

concorrência e redução das margens no mercado de genéricos. Com isso, nota-se o movimento de empresas visando ao acúmulo de competências para inovação e crescente disposição a investimentos de maior risco.

Uma vez alcançados padrões produtivos avançados, a sustentabilidade da trajetória de desenvolvimento de uma economia depende do chamado *catch-up* estratégico, ou seja, da internalização de capacidade de não apenas usar e assimilar, mas de desenvolver tecnologia, melhorando a apropriação dos resultados do acúmulo de competências tecnológicas. As características de incerteza, cumulatividade, especificidade e dinamismo do processo inovativo fazem com que o progresso técnico nem sempre possa ser alcançado por cópia ou aquisição de tecnologia. Nos processos de transferência de tecnologia, além do risco de incorporação de padrões inadequados à realidade do comprador, sempre há aspectos não codificáveis que ficam à margem da negociação, de modo que os resultados obtidos são, em geral, inferiores àqueles normalmente observados no vendedor. Por sua vez, a capacidade de produzir tecnologia internamente possibilita que esta seja direcionada à solução de gargalos específicos do país, a partir da base de recursos mais adequada.

Amsden (2001), em sua análise sobre os países de industrialização tardia, relaciona a capacidade de desenvolvimento de tecnologias próprias com a existência de grupos nacionais que exerçam papel relevante no cenário mundial da indústria. Na indústria farmacêutica, caracterizada por uma estrutura oligopolizada baseada em pesquisa e desenvolvimento, essa relação é bastante evidente. Os menores *players*, de atuação mais restrita, tendem a desaparecer e são de alguma forma absorvidos pelas grandes corporações. Por isso, é desejável o fomento à incorporação de competências tecnológicas para o fortalecimento das empresas nacionais, visando tanto à sua própria sobrevivência quanto à sustentabilidade do processo de desenvolvimento econômico do país.

A biotecnologia pode ser uma oportunidade importante para essas empresas internalizarem competências tecnológicas. Uma vez que, ao contrário do que ocorre nos produtos de base sintética, há pouca disponibilidade de oferta global de princípios ativos biológicos, as empresas que optarem por entrar nesse negócio dificilmente poderão se limitar às etapas de formulação. Além disso, tudo indica que, mesmo com um trâmite de registro simplificado para os biológicos não inovadores, ainda serão

exigidos resultados clínicos. Assim, pode-se esperar que seja necessário um conhecimento mais abrangente dos processos de desenvolvimento e produção para a colocação de produtos no mercado, contribuindo assim para a ampliação da capacidade de inovação das empresas no médio e longo prazos.

Algumas iniciativas de políticas públicas de apoio ao setor foram tomadas nas décadas passadas tendo como pano de fundo a ideia de que a biotecnologia era um campo novo e promissor, em que era possível o *catch-up* tecnológico e produtivo com as economias mais desenvolvidas. Contudo, a maioria dessas iniciativas voltou-se ao apoio à formação de recursos humanos e projetos de pesquisa em ICTs, com pouca integração com empresas. Por conseguinte, apesar de se ter construído reconhecida competência científica em diversas disciplinas da área de biotecnologia no país, essa competência, em linhas gerais, não se refletiu em desenvolvimento produtivo e inovação.

Por essa perspectiva, mais do que um aumento dos recursos, é necessária uma reavaliação qualitativa das políticas para o segmento com vistas a obter resultados mais efetivos em termos de inovação tecnológica, saúde e desenvolvimento econômico. No caso da indústria de biotecnologia para saúde no Brasil, é preciso apostar nas ações com foco nas empresas industriais, uma vez que são elas que realizam as inovações, a partir de sua introdução no mercado. Segundo essa ótica, o apoio à inovação em EBTs e ICTs deve ser condicionado à articulação com o mercado, em geral por meio da indústria.

Em relação à atuação do BNDES no desenvolvimento da biotecnologia para saúde no país, propõem-se duas vertentes principais de atuação, tendo como foco a indústria farmacêutica: de um lado, o financiamento à construção de capacidade produtiva de medicamentos biológicos não novos na indústria farmacêutica nacional, numa estratégia análoga à dos genéricos, para atender às necessidades já existentes do SUS a preços mais adequados e estimular o acúmulo de competências tecnológicas; de outro lado, a oferta de condições privilegiadas às empresas que se qualificarem ao desenvolvimento de produtos inovadores, especialmente aqueles voltados **às áreas terapêuticas de maior impacto para o SUS** e que tragam **significativo aporte terapêutico**, em termos de tratamentos anteriormente inexistentes ou significativamente mais baratos que os atuais.

As duas linhas são importantes, mas a segunda representa a possibilidade de mudança da inserção do país no mercado global de medicamentos.

Nesse sentido, um tema importante, atualmente em discussão, é a destinação de recursos não reembolsáveis para empresas privadas. A Lei de Inovação deu suporte legal para esse tipo de operação, e o programa de subvenção da Finep é pioneiro nesse sentido. Uma vez que há respaldo legal, é de se esperar que surjam outras iniciativas. O estabelecimento de prioridades muito bem definidas é fundamental nesse tipo de apoio, uma vez que a excessiva abrangência pode diluir esforços e inviabilizar o sucesso das iniciativas. Também é crucial delimitar o foco e estabelecer mecanismos que garantam a reversão dos resultados desses investimentos para a sociedade, limitando a apropriação destes pelos entes privados. No que diz respeito à atuação do BNDES, uma opção seria a utilização de financiamento não reembolsável como instrumento de mitigação do risco para investimentos em inovação do segundo tipo citado.

No que tange às EBTs, há espaço para a expansão dessas empresas, principalmente na prestação de serviços, contanto que consigam inserir-se na estratégia de crescimento da indústria. Isso posto, o apoio ao seu desenvolvimento deve concentrar-se em instrumentos que favoreçam a melhoria de sua gestão, de sua capacidade de avaliar seus próprios projetos e conduzi-los de forma a torná-los atrativos para o mercado. Nesse sentido, os instrumentos do tipo fundo de investimento em participações são muito apropriados. Alguns fundos de capital de risco já estão funcionando no país, mas não é claro como será o mecanismo de saída. Sem mercado de capitais diversificado e sem investidores estratégicos locais, as apostas em fundos de capital semente tenderão a fortalecer EBTs para serem posteriormente adquiridas por empresas transnacionais, podendo levar ao esvaziamento da capacidade tecnológica desenvolvida.

Como forma de evitar essa situação, os fundos com participação do BNDES deveriam prever mecanismos de interação contínua com empresas nacionais que pudessem se tornar possíveis investidoras na ocasião do desinvestimento. Essa prospecção pode ser feita de modo ativo e não apenas na indústria farmacêutica, mas também com empresas de outros setores que possam ter interesse em diversificar suas atividades ou apresentem sinergias, tais como equipamentos médico-odontológicos, produtos veterinários ou higiene e cosméticos. Vale ressaltar que importantes

fundos de investimento em empresas emergentes, no exterior, contam com representantes informais de grandes empresas em seus conselhos consultivos ou científicos.

Por fim, vale lembrar que, além de sua importância para a competitividade das empresas e o desenvolvimento econômico do país, a definição de políticas públicas para a indústria de saúde não pode se descolar do objetivo último, que é melhorar a qualidade de vida da população. Essa perspectiva é fundamental para justificar investimentos que podem representar um aumento de custos no curto prazo, mas geram no médio e longo prazos um saldo positivo de benefícios, consolidando uma indústria mais inovadora que atenda com segurança, eficácia e custo mais baixo às demandas de saúde da população brasileira.

Referências

- ABDI. Documento de gestão da PDP, apresentado na Fiesp em 6.11.2009.
- AMSDEN, A. *The rise of the rest: challenges to the West from late-industrializing economies*. Nova York: Oxford University Press, 2001.
- ASSAD, A. L. D.; AUCÉLIO, J. G. Biotecnologia no Brasil – Recentes esforços. In: SILVEIRA, J. *et al. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Unicamp, 2004.
- BIOMINAS. *Estudo das empresas de biociências*, Belo Horizonte, 2009.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Biotecnologia: cenário internacional e perspectivas para o Brasil. *Estudos BNDES*, março de 1990.
- BURNS, L. R. *The business of healthcare innovation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- BURRILL & Co. *Biotech 2010 life sciences: adapting for success*. São Francisco, 2010.
- CAPANEMA, L.; PALMEIRA FILHO, P. L. Indústria farmacêutica brasileira: reflexões sobre sua estrutura e potencial de investimentos. *Perspectivas do investimento 2007/2010*, p. 163-206. Rio de Janeiro: BNDES, 2007.
- CAPANEMA, L. A indústria farmacêutica brasileira e a atuação do BNDES. *BNDES Setorial*, n. 23, p. 193-216, mar. 2006.

- CARDOSO Jr., J. C. (coord.). Diagnóstico e desempenho recente da política de inovação no Brasil. *Brasil em Desenvolvimento: Estado, Planejamento e Políticas Públicas*, vol. 2, cap. 12. Brasília: Ipea, 2009.
- CHANDLER, A. D. *Strategy and structure*. Nova York: Doubleday & Co., Anchor Books Edition, 1966.
- . What is a firm? *European Economic Review*, n. 36, p. 483-493. S/I: European Economic Association, 1992.
- DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. *Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil*. Brasília: Ipea, 2008.
- DOSI, G. *et al. Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers Limited, 1988.
- DOSI, G.; FREEMAN, C.; FABIANI, S. The process of economic development: introducing some stylised facts and theories on technologies, firms and institutions. *Industrial and corporate change*, v. 3, n. 1, Oxford University Press, 1994.
- ERNST & YOUNG. Beyond Borders: Global Biotechnology Report 2009.
- FONSECA, M. G. D. Documento Setorial: Biotecnologia. *Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil*. Coord.: Eduardo Albuquerque. Rio de Janeiro, 2009.
- FREEMAN, C. *The Economics of industrial innovation*. Londres: Pinter Publishers, 1982.
- GADELHA, C.; TEMPORÃO, J. G. A indústria de vacinas no Brasil: desafios e perspectivas. *Estudo Setorial*, BNDES, 1999.
- GADELHA, C. *et al.* Saúde e inovação: uma abordagem sistêmica das indústrias da saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 9, n. 1, Rio de Janeiro, jan./fev. 2003.
- GADELHA, C. Sistema produtivo: Complexo Industrial da Saúde. *Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil*, Rio de Janeiro, 2009.
- HOMMA, A. *et al.* *Desenvolvimento tecnológico: história, ciências, saúde*. Rio de Janeiro, vol. 10 (suplemento 2): 671-96, 2003.
- KIENER, P. Entrevista. *Nature Drug Discovery*, v. 8, p. 532, jul. 2009.
- KIM, L. *Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia*. Campinas: Unicamp, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Apresentação realizada na X Reunião do Grupo Executivo do Complexo da Saúde (GECIS), em Brasília, em 7 de outubro de 2009a.

———. Apresentação realizada na XI Reunião do Grupo Executivo do Complexo da Saúde (GECIS), em Brasília, em 4 de novembro de 2009b.

———. Apresentação realizada na XII Reunião do Grupo Executivo do Complexo da Saúde (GECIS) em Brasília, em 7 de abril de 2010.

NELSON, R.; WINTER, G. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

OPAS. *O acesso aos medicamentos de alto custo nas Américas: contexto, desafios e perspectivas*. Série Técnica: Medicamentos Essenciais, Acesso e Inovação, Washington, out. 2009.

PENROSE, E. *The theory of the growth of the firm*. Londres: Basil Blackwell, 1959.

PISANO, G. *Science business: the promise, the reality and the future of biotech*. Boston: Harvard Business School Press, 2006.

PIZA, F. *Cadeias de desenvolvimento e de produção de biofármacos no Brasil*. Apresentação realizada na oficina de trabalho Registro de Biofármacos: Análise do Marco Legal à Luz das Necessidades do Desenvolvimento Brasileiro. Brasília, 8.12.2008.

RADAELLI, V. A nova conformação setorial da indústria farmacêutica mundial: redesenho nas pesquisas e ingresso de novos atores. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro (RJ), 7 (2), p. 445-482, jul.-dez. 2008.

REIS C. *et al.* Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica. *BNDES Setorial*, n. 29, p. 359-392, mar. 2009.

REZAIIE, R. *et al.* Brazilian health biotech – Fostering crosstalk between public and private sectors. *Nature Biotechnology*, v. 26, n. 6, jun. 2008.

SCHUMPETER, J. *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard University Press, 1934.

SILVEIRA, J. M. F. J.; FONSECA, M. G. D., DAL POZ, M. E. Biotecnologia no setor de saúde humana: *bio-commodities* e as fábricas biológicas. In: SILVEIRA, J. *et al.* *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Unicamp, 2004.

TEECE, D.; PISANO, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction. *Industrial Corporate Change*, Oxford University Press, v. 3, p. 537-556, 1994.

Sites consultados

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária: <http://www.anvisa.gov.br>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <http://www.ibge.gov.br>

Fiocruz – Fundação Oswaldo Cruz: <http://www.fiocruz.br>

EMA – European Medicines Agency: <http://www.ema.europa.eu>

Datasus – Banco de dados do Sistema Único de Saúde: <http://www.datasus.gov.br>.

Ministério da Saúde: <http://www.saude.gov.br>.

Sindusfarma – Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos do Estado de São Paulo: <http://www.sindusfarma.org.br>.

Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica

Odette Lima Campos*

Resumo

Os impactos socioambientais decorrentes do aproveitamento dos rios da Região Amazônica para geração de energia têm sido amplamente debatidos por todos os setores da sociedade. Pouco se comenta, no entanto, sobre as extensas linhas de transmissão que serão necessárias para escoar a energia produzida nas hidrelétricas da região para o restante do país e para países vizinhos. Na tentativa de avaliar os impactos ambientais associados à implantação de linhas de transmissão de alta tensão na região, foi feito um estudo de caso do trecho em 500 kV entre as subestações de Oriximiná (PA) e de Cariri (AM), que faz parte da interligação Tucuruí-Manaus-Macapá e se estenderá por 556 km, atravessando 12 municípios da margem esquerda do rio Amazonas, uma das regiões mais preservadas do bioma. As análises aqui promovidas visam também avaliar as medidas preventivas e mitigatórias propostas.

* Engenheira do Departamento de Meio Ambiente da Área de Meio Ambiente do BNDES.

Introdução

Linhas de transmissão em alta tensão são comumente utilizadas para transportar a energia gerada em usinas para os centros consumidores. No Brasil, porém, a importância das linhas de transmissão vai além do simples escoamento da energia produzida.

Em função da predominância da hidreletricidade na matriz elétrica nacional – 67,38%, de acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em junho de 2010 –, o abastecimento de energia é altamente dependente do regime de chuvas, que pode apresentar grandes variações sazonais, além de um significativo componente de imprevisibilidade. Como as usinas hidrelétricas estão distribuídas em bacias hidrográficas geograficamente distantes entre si e, portanto, sujeitas a diferentes regimes pluviométricos, as linhas de transmissão exercem a importante função de interligar o parque gerador, possibilitando que a energia produzida em regiões com maior volume de chuvas seja utilizada em outras regiões do país. Essa operação coordenada permite não só mitigar os efeitos das oscilações do regime de chuvas, mas também otimizar a capacidade de geração hidrelétrica nacional em até 20% [Pires (2005)].

Como pode ser observado na Figura 1, que apresenta o mapa dos sistemas de transmissão existentes e previstos para implantação até 2011, embora parte da malha de linhas de transmissão esteja robusta nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, a Região Norte ainda não está conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), o que tem direcionado a expansão do setor para essa região, com destaque para a interligação Tucuruí-Manaus-Macapá e para a LT Porto Velho (RO)-Araraquara (SP), projetada para integrar as usinas do rio Madeira (Santo Antônio e Jirau) ao SIN.

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS),¹ apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na Região Amazônica. Atualmente, o fornecimento de energia para essa

¹ O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é a instituição responsável pela coordenação e o controle das operações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). Criado em 1998, o ONS atua como associação civil de direito privado sem fins lucrativos e é fiscalizado e regulado pela Aneel.

Figura 1 | Sistema de transmissão nacional – horizonte 2011



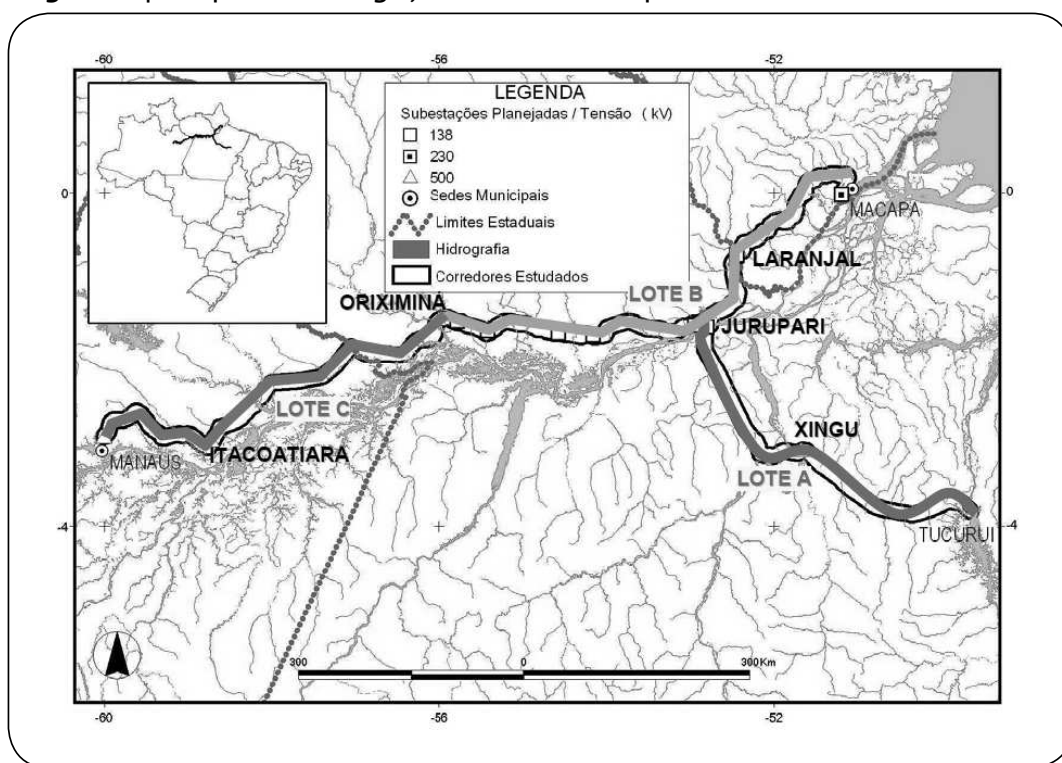
Fonte: ONS (2010).

região depende, em grande parte, de usinas termelétricas a óleo, que apresentam elevado custo de geração e significativos impactos ambientais, principalmente relacionados à emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Embora a Região Norte necessite de melhorias no sistema de abastecimento de energia para promover o seu desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da sua população, essa expansão traz grandes desafios socioambientais, por se tratar de uma região que abriga a riqueza dos ecossistemas da floresta amazônica e da cultura de suas populações tradicionais.

A linha de transmissão escolhida para o estudo de caso é parte da interligação Tucuruí-Manaus-Macapá. Com 556 km de extensão e tensão nominal de 500 kV, o trecho escolhido corresponde ao lote C dessa

interligação e atravessa 12 municípios da margem esquerda do rio Amazonas – três deles no estado do Pará e nove no estado do Amazonas –, conectando as subestações de Oriximiná (PA) e de Cariri (AM), como mostra a Figura 2. Um dos objetivos dessa interligação é permitir que a energia gerada na hidrelétrica de Tucuruí – atualmente a maior usina hidrelétrica totalmente nacional, com capacidade de gerar 8.370 MW – seja utilizada para abastecer capitais e centros regionais nos estados do Amapá, Pará e Amazonas, com a conseqüente desativação de usinas termelétricas a óleo do sistema isolado.

Figura 2 | Mapa da interligação Tucuruí-Macapá-Manaus



Fonte: Aneel.

Esse trecho foi escolhido para análise dos aspectos ambientais por reunir diversos fatores potencialmente causadores de relevantes impactos, tais como: (i) presença de áreas pouco antropizadas, com grandes extensões de floresta natural preservada e ecossistemas relevantes; (ii) necessidade de travessia de áreas alagadas e rios de grande porte que apresentam grandes variações sazonais de nível e vazão;² (iii) ausência de infraestrutura lo-

² A travessia do rio Trombetas, por exemplo, exigirá a construção de torres com 94 m, 145 m e 148 m de altura. Nas áreas de várzea, serão necessárias torres com altura entre 45 m e 69 m.

gística e de serviços; (iv) proximidade de terras indígenas, comunidades quilombolas e unidades de conservação; e (v) proximidade com áreas de conflitos de natureza social, política, econômica e ambiental, gerados principalmente por divergências quanto às formas de uso dos recursos naturais e por interferências no território e na cultura de comunidades tradicionais.

O presente estudo está dividido em quatro seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, são apresentados alguns aspectos relacionados aos processos de licitação e licenciamento ambiental de linhas de transmissão. A terceira seção é dedicada ao estudo de caso, em que são identificados os impactos ambientais do empreendimento sobre a fauna, a flora, o solo, a rede de drenagem, os recursos hídricos e as áreas de proteção legal. As ações propostas para prevenção, mitigação e compensação desses impactos também são avaliadas nessa seção. A quarta seção apresenta as conclusões do estudo e aponta alguns desafios a serem superados para que o desenvolvimento pretendido para a Região Amazônica seja alcançado de forma sustentável.

Licitação e licenciamento ambiental de linhas de transmissão

Segundo o atual modelo do setor elétrico, cabe ao Ministério de Minas e Energia (MME) desenvolver ações estruturantes em relação à expansão e à adequação das instalações de transmissão de energia elétrica que integram a rede básica³ e a rede básica de fronteira.⁴ Essa tarefa, realizada pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (SPE) do MME, em conjunto com o ONS e a Empresa de Pesquisa Energética⁵ (EPE), tem como produto final o documento chamado Consolidação de Obras de RB e RBF, que agrega tanto a visão de operação (ONS) quanto a visão de planejamento (EPE).

³ A rede básica (RB) é formada pelas instalações (linhas de transmissão, barramentos, transformadores de potência e equipamentos de subestação), em tensão igual ou superior a 230 kV, e pelos equipamentos da rede básica de fronteira (RBF).

⁴ A rede básica de fronteira (RBF) é composta pelas instalações de transformação necessárias para rebaixar as altas e extra-altas tensões da transmissão da rede básica – iguais ou superiores a 230 kV – para as tensões de distribuição.

⁵ A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) foi criada pelo Decreto 5.184/2004. Vinculada ao MME, a instituição tem entre suas atribuições realizar estudos sobre a matriz e o potencial energético, o planejamento da expansão e a definição de metas de longo prazo. Sua criação insere-se no processo de reestruturação do setor elétrico iniciado após a crise energética em 2001.

Nesse contexto, o ONS e a EPE emitem anualmente documentos denominados, respectivamente, Plano de Ampliações e Reforços na Rede Básica (PAR) e Programa de Expansão da Transmissão (PET), nos quais são descritos os empreendimentos considerados necessários ao sistema de transmissão do país, segundo a visão de cada entidade. O MME promove então a compatibilização do PAR e do PET com a participação das duas instituições, que auxiliam na construção de uma proposta comum, explicitando dados, critérios, premissas e resultados associados aos documentos produzidos por cada uma.

O documento de Consolidação de Obras de RB e RBF é, portanto, referência para o setor elétrico em relação ao conjunto de obras que serão licitadas na modalidade de leilão e autorizadas pela Aneel. Esse documento é atualizado semestralmente, o que faz com que os leilões de transmissão também tenham periodicidade semestral. Excepcionalmente, podem ser realizados mais leilões que os previstos, dependendo da necessidade de expansão da transmissão para manter o atendimento adequado de energia elétrica.

De acordo com MME (2008), uma vez definidos os empreendimentos a serem licitados, a SPE solicita aos agentes do setor elétrico a elaboração dos relatórios necessários ao processo de licitação, a saber:

- Relatório R2 – Detalhamento da Alternativa de Referência;
- Relatório R3 – Caracterização e Análise Socioambiental;
- Relatório R4 – Caracterização da Rede Existente.

Segundo EPE (2005), é de sua responsabilidade a elaboração desses relatórios, que é feito com apoio dos concessionários. O relatório R2 deve conter o detalhamento das características técnicas da linha de transmissão, visando assegurar a sua exequibilidade do ponto de vista técnico, sem, no entanto, constituir um projeto básico, normalmente conduzido pelas empresas vencedoras do leilão de licitação.

O relatório R3 deve conter a caracterização e a análise socioambiental do corredor⁶ selecionado para o empreendimento e servirá de subsídio aos estudos necessários ao futuro licenciamento ambiental. O objetivo desse

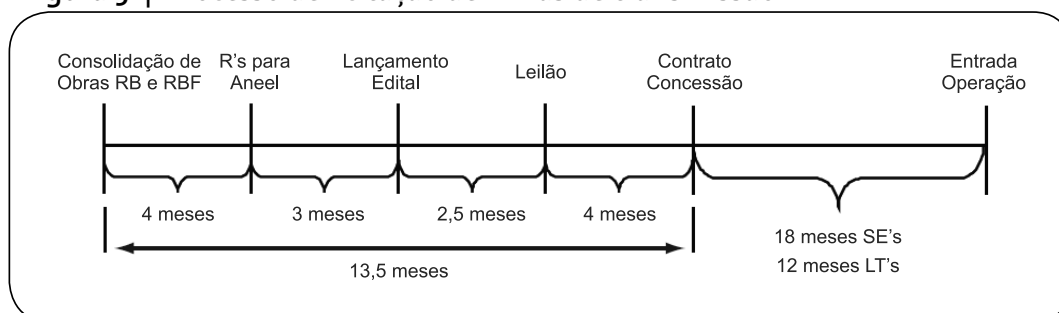
⁶ O corredor é a área prevista para implantação da linha de transmissão e tem cerca de 20 km de largura. É dentro dessa área que será estabelecida posteriormente uma faixa de passagem com largura entre 60 m e 100 m.

documento é avaliar as possíveis dificuldades a serem enfrentadas, pela ótica socioeconômica e ambiental, para a implantação da linha de transmissão, destacando os itens que podem implicar maiores custos ambientais e maiores prazos no processo de licenciamento do empreendimento.

Por fim, o relatório R4 deve apresentar a definição dos requisitos do sistema circunvizinho para assegurar uma operação harmoniosa entre a nova obra e as instalações existentes.

Esses relatórios são encaminhados para a Aneel com o objetivo de subsidiar a condução do processo licitatório e a elaboração do Edital de Leilão.⁷ A distribuição cronológica dos eventos relacionados ao processo de leilão é apresentada na Figura 3, na qual podem ser observados os tempos mínimos para entrada em operação de linhas de transmissão (25,5 meses) e subestações (31,5 meses).

Figura 3 | Processo de licitação de linhas de transmissão



Fonte: MME.

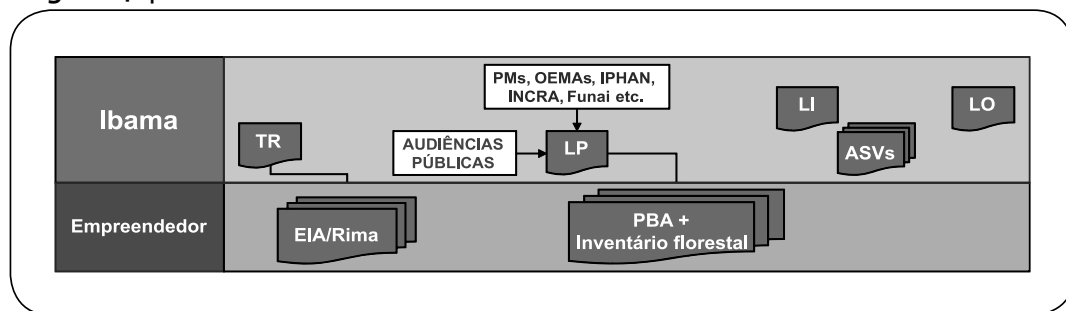
Cabe destacar que linhas de transmissão fazem parte do rol de empreendimentos relacionados pela Resolução Conama 237/97 como potencialmente poluidores e capazes de causar degradação ambiental, motivo pelo qual sua localização, construção e operação dependem de prévio licenciamento do órgão ambiental competente. No entanto, ao contrário do que acontece com usinas hidrelétricas, o processo de licenciamento ambiental de linhas de transmissão só tem início após a celebração do contrato de concessão, sendo de responsabilidade exclusiva da empresa ou do consórcio vencedor do leilão. Assim, linhas de transmissão são licitadas sem que haja licença prévia que ateste sua viabilidade socioambiental.

⁷ Conforme disposto na Lei 9.427, os estudos e projetos que forem aprovados pela Aneel, para inclusão no programa de licitação de concessões, deverão ter seus custos ressarcidos ao executante pelo vencedor da licitação, conforme prefixado no edital.

As estimativas de custos com licenciamento e com ações para prevenção, mitigação e compensação de impactos são realizadas com base em estudos preliminares apresentados no relatório R3.

A Figura 4 apresenta os principais documentos relacionados ao processo de licenciamento. Para cada etapa desse processo, há um conjunto de documentos específicos a serem apresentados pelo empreendedor e analisados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)⁸ para apoiar a avaliação técnica do órgão quanto ao deferimento ou não da licença correspondente.

Figura 4 | Processo de licenciamento



Fonte: Elaboração própria.

O primeiro conjunto de documentos a ser apresentado pelo empreendedor é definido pelo Termo de Referência (TR). Elaborado pelo Ibama, o TR determina escopo, procedimentos e critérios para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), além de listar documentos acessórios necessários à avaliação técnica e administrativa do empreendimento para concessão da licença prévia.⁹

De acordo com Ibama (2009), o EIA deve conter a descrição e a análise dos fatores ambientais e suas interações de modo a caracterizar a situação ambiental das áreas de influência, antes da implantação do empreendimento.

⁸ Segundo a Resolução Conama 237/97, cabe ao Ibama licenciar empreendimentos localizados entre o território nacional e outro país, ou quando os impactos dele provenientes tenham abrangência internacional ou, ainda, quando o empreendimento licenciado abrange dois ou mais estados brasileiros, ou em situações específicas, como a interferência direta em terras indígenas e unidades federais de conservação de domínio da União, quando manipula material radioativo em todos os estágios e quando é referente a bases ou empreendimentos militares. Dessa forma, o Ibama é o órgão ambiental responsável pelo licenciamento da maioria das linhas de transmissão de alta tensão, uma vez que esses empreendimentos normalmente envolvem impactos ambientais em mais de um estado.

⁹ A licença prévia, concedida na fase de planejamento do empreendimento, aprova sua localização e concepção, atesta a viabilidade ambiental e estabelece condicionantes a serem atendidas nas próximas fases de sua implementação. É importante destacar que essa licença não autoriza a instalação do projeto ou o início de suas obras e que sua validade não pode ser superior a cinco anos.

A descrição e a análise devem englobar as variáveis que sofrerão efeitos significativos, diretos ou indiretos, não só durante a fase de implantação, como também durante a fase de operação do empreendimento. O EIA deve propor ainda medidas mitigadoras e de controle ambiental, procurando garantir o uso sustentável dos recursos naturais e apontar o percentual de investimento a ser aplicado para fins de compensação ambiental.¹⁰

Em conformidade com a Resolução Conama 001/86, as informações técnicas e conclusões geradas no EIA devem ser apresentadas em um documento de linguagem apropriada ao entendimento do público: o Relatório de Impacto Ambiental (Rima). A linguagem utilizada no Rima deve ser acessível a todo o conjunto social interessado no empreendimento e deve conter ilustrações, mapas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual que possibilitem a exposição, de forma simples e clara, das consequências ambientais do projeto e suas alternativas, comparando as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

Conforme exigem a Constituição Federal de 1988 e a Resolução Conama 237/97, deve ser dada publicidade ao EIA/Rima e devem ser realizadas audiências públicas com o objetivo de expor o conteúdo desses documentos à sociedade, dirimindo dúvidas e recolhendo críticas e sugestões dos interessados. O Rima é um instrumento fundamental para o alcance dos objetivos dessas audiências.

Durante o processo de licenciamento, as prefeituras da região de implantação da linha de transmissão devem se manifestar sobre a conformidade da localização do empreendimento com a legislação de ocupação e uso do solo do município (Conama 237/97). O Ibama consulta ainda os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs) envolvidos no licenciamento e os órgãos federais de gestão do Patrimônio Histórico (IPHAN), das comunidades indígenas (Funai), de comunidades quilombolas (Fundação Palmares), de assentamentos rurais (INCRA), de conservação da biodiversidade (ICMBio) e de controle de endemias (Funasa), entre outros. As manifestações técnicas dessas entidades são parte integrante da análise de mérito do empreendimento feita pelo Ibama e apoiam a tomada de decisão de viabilidade técnica e concessão da Licença Prévia (LP).

¹⁰ A Lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), determina a obrigatoriedade de compensação financeira para empreendimentos de significativo impacto ambiental. A compensação deve ser aplicada na implantação e na manutenção de unidades de conservação e não pode ser inferior a 0,5% do custo total previsto para implantação do empreendimento.

Uma vez concedida a LP, o empreendedor deve elaborar o Plano Básico Ambiental (PBA), detalhando os planos e programas de acompanhamento e mitigação de impactos definidos no EIA. O PBA é um dos documentos que subsidiam a emissão da Licença de Instalação (LI). A LI autoriza a instalação do empreendimento de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes.

Como a construção de linhas de transmissão usualmente implica remoção de vegetação, o empreendedor deve apresentar também o Inventário Florestal, informando a área a ser desmatada e o volume de material lenhoso a ser removido. Esse documento irá apoiar a decisão sobre o deferimento da Autorização de Supressão de Vegetação (ASV). Cabe destacar que nenhuma intervenção na vegetação pode ocorrer antes da obtenção de ASV no órgão ambiental competente.

Por fim, para subsidiar a emissão da Licença de Operação, o empreendedor elabora um conjunto de relatórios descrevendo a implantação dos programas ambientais e medidas mitigadoras previstas nas etapas de LP e LI. A LO deve ser solicitada antes de o empreendimento entrar em operação, pois é a licença que autoriza o início do seu funcionamento. Sua concessão está condicionada à realização de vistoria no empreendimento, a fim de verificar se todas as exigências e detalhes técnicos descritos no projeto aprovado foram desenvolvidos e cumpridos ao longo de sua instalação, bem como se as condicionantes e medidas de controle ambiental previstas na LP e na LI foram atendidas. O prazo de validade dessa licença não pode ser superior a 10 anos, devendo ser renovada periodicamente.

Estudo de caso: LT Oriximiná-Cariri

O objetivo deste estudo de caso é investigar quais as consequências que a construção de uma linha de transmissão (LT) de alta tensão na Região Amazônica pode trazer para o ecossistema local. Para isso, foi escolhida a LT Oriximiná-Cariri, que compõe a interligação Tucuruí-Manaus-Macapá e que será composta de dois trechos, formando uma extensão total de 556,3 km. O primeiro trecho terá 334,5 km e fará a ligação entre a Subestação (SE) Oriximiná, a ser implantada no município paraense de mesmo nome, e a SE Itacoatiara, no município de Silves (AM). O segundo trecho será de

221,8 km, interligando a SE Itacoatiara e a SE Cariri, no município de Manaus (AM).

A LT em estudo foi leiloada em 27 de junho de 2008 (lote C do leilão Aneel 004/2008), com previsão de construção em 22 meses. No entanto, não há previsão para o início das obras, tendo em vista que elas dependem de emissão de Licença de Instalação. Segundo informações disponibilizadas pelo Ibama,¹¹ em junho de 2010 o processo de licenciamento ambiental, iniciado em 5 de agosto de 2008, ainda estava em fase de “Análise *Check-List* de Estudos” e, portanto, nem mesmo a licença prévia para o empreendimento havia sido emitida.

O longo prazo necessário para análise de viabilidade ambiental do empreendimento dá indícios do seu grau de complexidade. De acordo com o Ibama (2010), a primeira versão do Termo de Referência para elaboração do EIA/Rima foi encaminhado ao empreendedor em 28 de outubro de 2008. Após quase nove meses, em 20 de julho de 2009, os estudos foram concluídos e apresentados ao Ibama. As audiências públicas foram realizadas nos dias 29 e 30 de setembro de 2009, em Itacoatiara (AM) e Manaus (AM), respectivamente. Foram realizadas ainda Reuniões Públicas de Esclarecimentos entre os dias 5 e 7 de novembro de 2009, em Oriximiná (PA), Faro (PA) e Terra Santa (PA). Os principais questionamentos apresentados nas audiências estão relacionados aos aspectos sociais do empreendimento, tais como melhoria no fornecimento de energia nos municípios da região, contratação de mão de obra local no período de instalação e critérios para indenização da servidão na faixa de passagem da linha de transmissão. A ausência de questionamentos significativos em relação aos aspectos ambientais mostra que as atuais necessidades socioeconômicas da população local se sobrepõem à sua preocupação com a preservação da biodiversidade da Região Amazônica.

Em 1º de abril de 2010, o Ibama divulgou parecer técnico com avaliação do EIA/Rima e demais documentos apresentados pelo empreendedor. Foi expresso no parecer que a viabilidade ambiental do empreendimento só poderia ser atestada após a realização de complementações ao EIA, que incluem a reclassificação de alguns impactos identificados, adequação de medidas mitigadoras e programas propostos, além da inclusão de

¹¹ <http://www.ibama.gov.br/licenciamento>.

novos impactos e criação de novos programas mitigatórios, entre outras recomendações.

As fontes primárias de informação consultadas para este estudo de caso foram os documentos oficiais de estudos socioambientais divulgados tanto pelo governo federal, por meio da Aneel, quanto pela empresa responsável pela construção da linha de transmissão.

O primeiro deles foi o Relatório de Caracterização e Análise Socioambiental, conhecido pela sigla R3, elaborado pela EPE e divulgado pela Aneel na ocasião do leilão de licitação da linha de transmissão. Vale ressaltar que o relatório R3 tem como objeto de estudo toda a interligação Tucuruí-Manaus-Macapá. A linha de transmissão estudada no presente trabalho é apenas um dos três trechos que compõem essa interligação.¹²

O segundo documento estudado foi o Rima do trecho Oriximiná-Cariri, elaborado pela Biodinâmica Rio, empresa de consultoria contratada pela empreendedora (Manaus Transmissora de Energia S.A.) para realização dos estudos de impactos ambientais.

As informações sobre o processo de licenciamento do empreendimento disponibilizadas pelo Ibama em seu sítio na internet também foram consultadas para ratificar e complementar as informações coletadas, com destaque para o parecer técnico 032/2010, que trata da avaliação do EIA/Rima apresentado pelo empreendedor.

Adicionalmente, foram realizadas coleta e análise de um conjunto de informações complementares relacionado às boas práticas para construção de linhas de transmissão, o que permitiu verificar a coerência dos impactos ambientais identificados no EIA/Rima e a adequação dos programas propostos para prevenir, minimizar e compensar esses impactos. Documentos de diversas fontes foram utilizados, incluindo estudos acadêmicos, licenças emitidas pelo Ibama para outros empreendimentos de mesma tipologia, guias ambientais de bancos internacionais para o setor de transmissão de energia, práticas socioambientais da Eletrobrás e documentos relacionados aos dois outros trechos que compõem a interligação, tais como termos de referência para estudos ambientais e seus respectivos Rimas.

¹² Para um melhor estudo da região onde serão implantadas as linhas de transmissão dessa interligação, os autores do relatório R3 dividiram a região a ser atravessada pelas linhas em 13 trechos. Os trechos referentes ao traçado final sugerido pelo relatório para a linha de transmissão que está sendo analisada neste trabalho são J e K.

O relatório R3 apresenta o resultado dos primeiros estudos para identificação dos potenciais impactos socioambientais das linhas de transmissão da interligação Tucuruí-Manaus-Macapá, realizados para atender ao Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE). O relatório apresenta a caracterização ambiental da região a ser atravessada pelo sistema e sugere uma diretriz preferencial para localização das linhas de transmissão, elaborada por meio de sucessivas comparações de alternativas de traçado em diferentes escalas de análise. O primeiro escopo de análise visou estudar duas alternativas de corredor: uma na margem esquerda e outra na margem direita do rio Amazonas. Considerando-se apenas os aspectos ambientais, a opção pela margem direita seria a menos impactante, tendo em vista que três dos cinco índices considerados a apontavam como a melhor opção. No entanto, a premissa social de suprimento de energia aos municípios da margem esquerda do rio Amazonas demandou aumento da extensão da alternativa da margem direita, penalizando sua avaliação. Assim, pelos pesos atribuídos a cada índice, a alternativa da margem esquerda revelou-se a mais aceitável, mesmo que por uma pequena margem. O segundo escopo de análise objetivou estudar com mais profundidade as características socioambientais do corredor selecionado para definição da melhor alternativa de rota preferencial (com cerca de 20 km de largura) dentro desse corredor.

Os estudos realizados para confecção do EIA/Rima aprofundaram a caracterização socioambiental iniciada no R3, agora com foco no trecho Oriximiná-Cariri, e permitiram definir a localização exata da linha de transmissão. O traçado proposto pelo empreendedor no EIA/Rima – chamado de traçado preferencial – difere, em alguns pontos, do traçado proposto no relatório R3 – chamado de traçado preliminar. O traçado preferencial tem 56,7 km a menos do que o traçado preliminar. Entre as justificativas apresentadas para as alterações estão as seguintes: (i) evitar interferências diretas com o Projeto de Assentamento Especial Quilombola (PAEQ) Água Fria e com a Floresta Nacional (Flona) Sacará-Taquera, ambos em Oriximiná (PA); (ii) evitar interferência com a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Uatumã, nos municípios de São Sebastião do Uatumã (AM) e Itapiranga (AM); (iii) aumentar o afastamento entre a linha de transmissão e a Terra Indígena Rio Urubu – a distância mínima passou de 5 km para 10,8 km; (iv) alterar o local da SE Itacoatiara, que estava situada em uma área de mata na beira do rio; (v) evitar interferências

com imóveis rurais e estabelecimentos comerciais nos arredores da sede do município de Rio Preto da Eva; (vi) reduzir a extensão do traçado que atravessa áreas com cobertura vegetal de floresta ombrófila densa; e (vii) facilitar a travessia dos rios Nhamundá e Uatumã, aproximando o traçado de áreas antropizadas.

Além da otimização do traçado da linha de transmissão, o EIA/Rima identificou os impactos socioambientais decorrentes da instalação do empreendimento, classificando-os quanto à sua magnitude, à sua importância e à sua intensidade. Para localizar com mais exatidão a ocorrência dos impactos, a região em que a linha de transmissão será instalada foi dividida em três áreas de influência: (i) Área de Influência Direta (AID), que corresponde à faixa de servidão,¹³ com 62 m de largura, juntamente com as duas subestações¹⁴ (SE Itacoatiara e SE Cariri); (ii) Área de Influência Indireta (AII), corredor com 10 km de largura que se estende ao longo do traçado proposto para a LT (cerca de 5 km para cada lado); e (iii) Área de Abrangência Regional (AAR), composta pelos limites geográficos dos 12 municípios a serem atravessados pelo empreendimento.

A conclusão do EIA/Rima é pela viabilidade ambiental do projeto, desde que sejam observadas as medidas apresentadas no Plano Ambiental para Construção (PAC) e que seja implementado o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para acompanhar o desenvolvimento dos programas ambientais propostos, desde a fase de instalação até a fase de operação da linha de transmissão. A seguir, são apresentados e avaliados os principais impactos ambientais identificados no relatório R3 e no Rima, bem como as ações de caráter preventivo, mitigatório e compensatório propostas nos programas ambientais e no PAC. Os impactos sociais do empreendimento, embora não sejam escopo de análise do presente trabalho, referem-se,

¹³ Faixa de servidão, também chamada de faixa de segurança, faixa de domínio ou faixa de passagem, é a área de uso restrito ao longo da linha de transmissão, cuja largura é definida considerando-se o balanço dos cabos condutores pela ação do vento, o campo elétrico, a radiointerferência, o ruído e o posicionamento das fundações de suportes e estais. O cálculo da faixa de servidão é normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma NBR 5.422/85, que especifica também as distâncias mínimas de segurança entre os condutores e o solo ou entre os condutores e os obstáculos ao longo da linha, tais como árvores, construções e rios. A largura dessa faixa para linhas de transmissão de corrente alternada de 500 kV varia entre 60 m e 70 m. A restrição de uso dessa área é decorrente do risco de descargas elétricas, da queda de condutores e estruturas e da existência de campos eletromagnéticos intensos.

¹⁴ A construção da SE Oriximiná será de responsabilidade da empresa Linhas de Macapá Transmissora de Energia S.A., vencedora do Lote B, do mesmo leilão da Aneel, sendo, portanto, contemplada pelo licenciamento ambiental da LT Jurupari–Oriximiná.

principalmente, à pressão sobre infraestrutura de serviços essenciais, tais como saúde, habitação, transporte e segurança pública, causada pela chegada de trabalhadores de outras regiões; a restrições a atividades produtivas ao longo da faixa de servidão; à emissão de ruído e poeira; à criação de postos de trabalho temporários e dinamização da economia.

Interferências sobre a flora

As principais interferências sobre a vegetação estão relacionadas ao desmatamento realizado para estabelecimento da faixa de servidão, limpeza de áreas para montagem de torres e construção de praças de lançamento de cabos condutores. A faixa de servidão estende-se por todo o traçado da linha de transmissão (556 km), com 62 m de largura, totalizando 3.450 ha. O projeto prevê a construção de cerca de 1.250 torres, com altura entre 22,5 m e 54,5 m. Cada torre demandará a supressão de área entre 1.600 m² e 2.500 m². A travessia do rio Trombetas, no entanto, demandará torres especiais com 94 m, 145 m e 148 m de altura, que ocuparão até 6.400 m². Assim, a montagem de torres demandará área total entre 200 ha e 315 ha. Já as praças de lançamento ocuparão 2.500 m² cada uma e se estenderão ao longo da faixa de servidão a cada 6 km, totalizando cerca de 23 ha.

Tendo em vista o baixo grau de antropização da Região Amazônica, a construção de novos acessos para transporte de materiais e equipamentos até os locais de obra e montagem de torres também demandará significativa remoção de vegetação. O EIA/Rima prevê a abertura de 445 km de novos acessos, com 4 m de largura (área de 178 ha), que serão construídos a partir dos existentes e mantidos após a construção da LT para viabilizar as atividades de manutenção.

O EIA/Rima estima a área total sujeita à supressão vegetal em 800 ha. Essa previsão inclui todos os fatores geradores de desmatamento aqui apresentados (faixa de servidão, base de torres, praças de lançamento e acessos), já considerando as características da vegetação ao longo do traçado da linha de transmissão e as ações propostas para minimizar a necessidade de remoção de vegetação que serão apresentadas a seguir.

Caracterização da vegetação

O relatório R3 apresenta a caracterização da vegetação na região a ser atravessada pela LT Oriximiná-Cariri, bem como seu estado de

conservação e principais espécies encontradas. A cobertura vegetal predominante é a floresta ombrófila densa, que se caracteriza, sobretudo, por suas grandes árvores, frequentemente de alturas superiores a 50 m, que sobressaem de um dossel florestal bem uniforme, com árvores de 25 m a 35 m de altura.

As principais exceções à cobertura de floresta densa, citadas no relatório R3, ocorrem nos seguintes locais: (i) próximo ao rio Trombetas, no município de Oriximiná, onde a vegetação é formada por uma floresta secundária latifoliada;¹⁵ (ii) na área de concessão para exploração de bauxita da Mineradora Rio do Norte; (iii) nas margens do rio Jatapu, em que se observam algumas pequenas manchas de áreas abertas utilizadas em pequenas culturas agrícolas; (iv) a aproximadamente 40 km da rodovia AM-10, onde se observam muitas clareiras de pequenas dimensões em meio a essa floresta densa, resultantes da exploração madeireira naquela região, além da presença de várias estradas abertas para a retirada dessas madeiras; e (v) às margens da rodovia AM-10, que, por ser asfaltada e apresentar trânsito intenso, apresenta áreas abertas com muitas fazendas, pecuária, áreas agrícolas e áreas de lazer da população da região. As manchas de coberturas arbóreas existentes são, em sua grande maioria, constituídas de florestas secundárias¹⁶ muito exploradas.

Na análise ambiental realizada para determinação do traçado preliminar, durante a elaboração do R3, as áreas de floresta densa foram consideradas de sensibilidade muito alta. Essa classificação na categoria máxima de sensibilidade é consequência da excelente *performance* de cobertura vegetal, proteção do solo e da fauna. Nessas florestas, por sua densidade, inferiu-se a possibilidade da ocorrência de muitas espécies importantes.

Já as áreas de florestas secundárias foram consideradas de sensibilidade média por já terem passado por processos de degradação e, em muitos casos, apresentarem certa adaptação natural a essa situação.

¹⁵ Floresta latifoliada é uma formação de floresta aberta de indivíduos arbóreos de folhas largas. Pode ser encontrada em áreas aplainadas com indivíduos de baixa estatura (no máximo, 10 m) ou em terrenos acidentados, com estreitos vales ocupados por espécies de palmáceas, como o babaçu, e com largas encostas cobertas pelo cipoal, em que as árvores são maiores (até 25 m) e mais densamente distribuídas.

¹⁶ Florestas secundárias são aquelas anteriormente devastadas por processos e finalidades diversas e que se encontram em fase de recuperação. Caso essa floresta não sofra outras ações antrópicas, sua vegetação pode se tornar semelhante à floresta primária, daí existirem vários tipos de floresta secundária que diferem pelo seu grau de degradação ou estágio de sucessão.

Além disso, a proteção conferida aos solos por essa vegetação é menor, e dificilmente deverão ocorrer em uma floresta secundária espécies vegetais importantes, pois, certamente, as mesmas já teriam sido extraídas pelas ações antrópicas.

Por fim, as áreas com cobertura vegetal parcial, como as áreas de pastagem, agricultura e áreas abertas, foram consideradas de baixa sensibilidade.

As áreas de floresta densa são predominantes ao longo do empreendimento, ainda que as alterações de traçado propostas pelo empreendedor no Rima tenham resultado em melhoria significativa na composição da vegetação ao longo da linha de transmissão. Houve redução da área de floresta densa a ser atravessada (de 376 km para 269 km em valores absolutos e de 61% para 48% em valores percentuais) decorrente da redução da extensão total da LT e do aumento de áreas com outros tipos de cobertura vegetal, menos sensíveis do ponto de vista ambiental, como as áreas de pastagem e agricultura, que antes representavam cerca de 12,8% (78 km) e passaram a 17,4% (96 km). As áreas cobertas com florestas secundárias continuaram representando percentual significativo da composição vegetal (18,5%).

Aspectos construtivos

A otimização de traçado proposta, contudo, não dispensa a adoção de técnicas construtivas que possam minimizar a remoção da vegetação, tendo em vista que as áreas de floresta densa representam ainda cerca de 50% da cobertura vegetal. As técnicas usualmente utilizadas para supressão da vegetação ao longo da faixa são o corte raso e o corte seletivo. O corte raso caracteriza-se pela remoção total da vegetação, enquanto o corte seletivo (poda arbórea) consiste em remover apenas árvores de maior porte, que possam encostar na linha de transmissão. Contudo, a forma mais eficaz de reduzir as interferências na vegetação é a construção de torres de sustentação com altura suficiente para elevar os cabos de transmissão acima da copa das árvores. A utilização dessa técnica, conhecida como alteamento de torres, é recomendada em áreas com elevado grau de preservação e restringe as interferências na vegetação à fase de instalação do empreendimento, pois elimina a necessidade de faixa de passagem e de acessos para manutenção, que passa a ser feita via aérea, com o uso de helicópteros e equipamentos de segurança específicos.

O EIA informa que será realizada uma combinação de corte raso e corte seletivo. O corte raso será realizado na faixa de lançamento dos cabos (que corresponde ao eixo do traçado), com largura de 10 m. Na área restante, dentro da faixa de servidão, será realizado o corte seletivo, conforme os limites de segurança estabelecidos pela NBR 5.422/85. A adoção do corte seletivo contribui de forma significativa para a redução da área total de supressão da vegetação, dado que reduz em cerca de 80% a remoção vegetal para estabelecimento da faixa de servidão, principal fator de desmatamento relacionado à implantação do empreendimento. O alteamento de torres também está previsto para áreas com fragmentos florestais, com vegetação secundária e com cobertura vegetal sob manejo sustentável, quando não for possível desviar o traçado da linha de transmissão dessas áreas.

Quanto à redução da supressão vegetal decorrente da construção de novos acessos, o EIA propõe priorizar o uso dos acessos já existentes e, onde os fragmentos florestais forem mais preservados, utilizar a própria faixa de servidão como única via de deslocamento de materiais, equipamentos e trabalhadores.

Cabe destacar ainda que a abertura de novos acessos e até mesmo da faixa de servidão pode gerar impactos indiretos de grande magnitude, uma vez que confere acessibilidade a áreas que até então se encontravam isoladas. A existência de um vetor de penetração na floresta poderá induzir a ocupação desordenada de áreas próximas e fomentar desmatamentos irregulares para extração de madeira ou estabelecimento de atividades de agropecuária, fenômeno que ocorre com frequência na Região Amazônica.

O EIA/Rima apresentou um prognóstico de prováveis cenários de ocupação territorial da AID e da AII, considerando as condições socioeconômicas da região e o efeito de vertebração do eixo de penetração (efeito “espinha de peixe”). Propôs ainda como medidas mitigatórias a realização de ações de comunicação social, a sinalização dos acessos permanentes criados exclusivamente para implantação e manutenção das torres e a recomposição dos acessos temporários, utilizados somente na fase de construção. O parecer do Ibama sobre o EIA/Rima destaca que o empreendedor deverá realizar também o monitoramento do uso e da ocupação do território ao longo da linha de transmissão, do entorno e dos

acessos, a partir da desmobilização dos canteiros de obra, com o objetivo de mensurar o grau de indução de ocupação produzido pela instalação do empreendimento. O parecer destacou também a ausência do Programa de Reposição Florestal para revegetação das áreas afetadas pelo projeto e recomendou que esse programa seja detalhado de forma a apresentar interface com o Programa de Educação Ambiental, a fim de induzir os donos de propriedades interceptadas pela LT a recuperar as APPs e demais áreas degradadas dentro de seus domínios. A reformulação do Programa de Gestão Territorial, para contemplar o monitoramento da ocupação, e a criação do Programa de Reposição Florestal são exemplos de recomendações que devem ser atendidas pelo empreendedor para a obtenção do atestado de viabilidade ambiental do projeto.

Biodiversidade

Os estudos do meio físico (plantas e animais) realizados para elaboração do EIA/RIMA limitaram-se à Área de Influência Indireta (AII). Das 967 espécies vegetais reconhecidas até o momento para essa área, 496 foram observadas e coletadas durante as duas campanhas de campo realizadas para elaboração do EIA/RIMA. Foram identificadas 26 espécies vegetais ameaçadas de extinção (duas delas em perigo crítico), além de uma extensa lista de espécies com significativo valor ecológico, alimentício, medicinal ou ornamental.

Diante do elevado grau de riqueza e diversidade do bioma amazônico, as ações para conservação de espécies ganham especial importância. Nesse sentido, destaca-se o Programa de Resgate de Germoplasma (PRG), que terá por objetivo perpetuar a variabilidade genética das espécies vegetais, principalmente daquelas ameaçadas de extinção ou que são encontradas exclusivamente na região de implantação do empreendimento. O PRG prevê que o material botânico removido será resgatado e transplantado e que será realizada coleta de sementes para posterior plantio, principalmente das espécies vegetais mais importantes e mais resistentes. O programa propõe também aprofundar o conhecimento sobre as espécies da flora amazônica e contribuir para a divulgação das informações científicas sobre elas.

Contudo, as ameaças do empreendimento à diversidade da flora não se limitam às espécies atualmente em extinção. A fragmentação da floresta causada pela remoção da vegetação para estabelecimento da faixa de passagem forma bordas laterais abruptas que induzem uma decadência

progressiva nos ecossistemas florestais. Esse fenômeno, conhecido por efeito de borda, afeta a dinâmica das inter-relações e interdependências entre as espécies de plantas, insetos, pássaros e mamíferos, podendo interferir de forma significativa na conservação de algumas espécies vegetais. As medidas propostas no EIA/Rima para mitigar e compensar esse efeito são as seguintes: (i) planejar a conservação de áreas próximas, a fim de reverter o mecanismo de degradação ambiental; (ii) criar unidades de conservação ao longo desses corredores, visando à preservação da flora nos variados ambientes afetados; e (iii) compensar a supressão florestal de acordo com o previsto na legislação em vigor.

Para que seja possível estabelecer a real magnitude dos impactos desse tipo de empreendimento sobre a vegetação da Região Amazônica, foram propostas ferramentas de acompanhamento e medição no Programa de Monitoramento da Flora. O programa prevê a criação de módulos de amostragem, nos quais será realizada a coleta de dados antes e após o período de instalação da linha de transmissão. Por meio da comparação de cenários, será possível acompanhar o desenvolvimento das áreas afetadas e identificar alterações, tais como o desaparecimento ou o surgimento de novas espécies e a revitalização de outras. Os resultados desse monitoramento poderão ser utilizados para minimizar os impactos de novos empreendimentos de mesma tipologia na região em questão.

Por fim, vale lembrar que os incêndios florestais representam uma das principais ameaças à vegetação e podem ocorrer tanto na etapa de construção quanto na de operação da linha de transmissão. Essa questão é abordada no relatório R3 no tocante às áreas de agricultura, com a recomendação de evitar, no entorno da LT, plantações com espécies de grande poder comburentes (canaviais, cafezais etc.) que, em caso de eventual incêndio, possam formar labaredas de grande altitude. No entanto, embora o PAC indique especificações para instalações de proteção contra incêndio, não foram detalhadas no EIA/Rima medidas de prevenção e combate a esse tipo de acidente para a etapa de operação da LT. Considerando-se a vasta extensão de florestas atravessadas pelo empreendimento, é fundamental combater todos os fatores de risco que possam desencadear queimadas na região, sejam elas acidentais ou propositais, por meio do monitoramento de focos de calor ao longo da LT e da conscientização da população sobre os riscos dessa prática.

Interferências na fauna

A maior parte dos impactos relacionados à fauna é consequência das intervenções realizadas na vegetação, tanto para o estabelecimento da faixa de servidão quanto para a construção de novos acessos. É previsto que a remoção da vegetação e a fragmentação do *habitat* causem, além da redução do número de animais, mudanças na estrutura das comunidades faunísticas, por causa do efeito de borda. De acordo com o relatório R3, o aumento de incidência de luz e vento, flutuações de temperatura e a diminuição de umidade, além de outros efeitos nas margens, terão reflexo imediato no comportamento animal, que poderá ser percebido a até 500 m da borda da mata. São os chamados efeitos escondidos, que tornam os impactos do efeito de borda muito maiores do que o simples tamanho da clareira.

Em geral, as espécies da fauna silvestre são afetadas de forma desigual, já que algumas espécies diminuem de quantidade, outras desaparecem e ainda outras se tornam superabundantes. As espécies mais sensíveis a alterações do ambiente natural são as raras e as endêmicas, isto é, que só ocorrem em determinada região. As espécies especialistas em *habitat* de floresta intacta, com exigências de nichos distribuídos verticalmente na floresta, também são muito vulneráveis e evitam fortemente as clareiras por apresentarem micro-habitat drasticamente diferente daquele da floresta densa. Entre as aves e mamíferos, os mais afetados são aqueles que se situam nos níveis mais altos da cadeia trófica, como os predadores. Eles precisam de áreas domiciliares grandes, o que os torna vulneráveis às fragmentações do *habitat*. As clareiras também têm um efeito inibidor no movimento de mamíferos, tanto pela percepção de estímulos visuais quanto acústicos, além de torná-los mais suscetíveis à caça. O EIA reconhece que a construção de acessos é um dos principais fatores de degradação ambiental na Amazônia e que as alterações causadas nos meios físico e biótico podem diminuir e até mesmo eliminar populações de mamíferos de espécies mais sensíveis a perturbações.

Há ainda a possibilidade de ocorrência de acidentes com as aves, decorrentes de colisão destas com os cabos e torres da linha de transmissão, em especial as aves migratórias, nas regiões de travessias de rios e áreas inundáveis.

Caracterização da fauna

A fauna da Amazônia é caracterizada pela elevada riqueza de espécies e pelas complexas relações ecológicas, frutos de longa coevolução, como as relações planta-polinizador, parasita-hospedeiro e muitas formas de mimetismo. Toda essa riqueza é consequência da grande diversidade de ambientes e da baixa interferência antrópica registrada até o fim da década de 1960.

Para os estudos de caracterização da fauna realizados para o EIA/Rima, foram selecionados os grupos de mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes e insetos. A metodologia para estudo dos insetos ficou a cargo da equipe de elaboração do EIA/Rima, que escolheu estudar as abelhas *Euglossina*. Para os demais grupos, foi adotada a metodologia RAPELD,¹⁷ adaptada à realidade do licenciamento ambiental, conforme proposto pelo Ibama no Plano de Trabalho do Meio Biótico. As abelhas são bioindicadores¹⁸ de grande importância em ecossistemas tropicais por apresentarem exigências ambientais que variam de uma espécie para outra. Durante a campanha de levantamento de dados, foram coletadas 41 espécies de abelhas. A riqueza de espécies verificada nas áreas de influência do empreendimento (acima da observada em outros locais na Amazônia Central) e a ocorrência de abelhas pouco tolerantes a ambientes perturbados indicam o bom estado de conservação do ecossistema da região.

O estudo da mastofauna (mamíferos) indicou que a região estudada apresenta alta diversidade de espécies, porém destaca que a falta de estudos sobre mamíferos na Região Amazônica gera lacunas de conhecimento e dificuldades de classificar espécies que são pouco conhecidas ou mal delineadas. Das cerca de 100 espécies registradas, 13 estão vulneráveis ou ameaçadas de extinção, entre elas o tamanduá-bandeira, a onça-pintada e o peixe-boi. As principais causas de ameaça para essas espécies são a pressão de caça e a perda crescente de *habitat* por causa da degradação ambiental, fatores que serão potencializados pela implantação da linha de transmissão.

¹⁷ A metodologia RAPELD é adotada por várias instituições e visa à construção de uma grande rede de informações sobre a biodiversidade para o país. Essa ferramenta é coordenada pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), do Ministério de Ciência e Tecnologia.

¹⁸ Espécies bioindicadoras são aquelas utilizadas como parâmetro de medição de qualidade ambiental. São adequadas para essa função tanto as espécies que não são tolerantes a distúrbios de natureza antrópica quanto aquelas que, ao contrário, se sobressaem nessas circunstâncias.

O estudo da avifauna destaca que a região estudada é uma das que apresentam maior interesse do ponto de vista biológico no país, abrigando cerca de 33 espécies de aves exclusivas dessa região da Amazônia. Durante a campanha de campo realizada, foram observadas 387 espécies (de 550 com provável ocorrência) na área de influência do empreendimento. Entre elas, 98 (37,26%) são endêmicas da Amazônia e nove estão restritas à sub-região do Escudo das Guianas e, por não conseguirem sobreviver em áreas alteradas, podem ser consideradas bioindicadoras da qualidade do *habitat* florestal. O estudo destaca ainda que a maioria das aves da região (71,8%) será significativamente impactada pelas mudanças na cobertura vegetal, dado que são espécies típicas de sub-bosque, estrutura biológica que sofrerá fortes alterações, principalmente por causa do aumento de incidência de luz.

O estudo da herpetofauna (répteis e anfíbios) destacou que não há publicação formal sobre a composição de espécies na área de influência do empreendimento, o que torna comum a observação de espécies ainda desconhecidas pela ciência. O número de espécies endêmicas de anfíbios na Amazônia é muito elevado – cerca de 82% das espécies observadas. Foram identificadas apenas duas espécies vulneráveis e uma em perigo de extinção. Das 86 espécies com potencial ocorrência na região, foram observadas em campo 59, sendo que 18 foram registradas pela primeira vez na região estudada e 17 não puderam ser classificadas por dificuldades taxonômicas, denotando novamente a falta de conhecimento científico sobre a fauna amazônica. Em relação aos répteis, foram observadas 64 espécies, das 133 esperadas para a região. O estudo apontou ainda 16 espécies de anfíbios consideradas ecologicamente importantes e que podem ser tidas como bioindicadoras.

Por fim, o estudo da fauna aquática identificou que a área de influência do empreendimento abrange os principais tipos de rios amazônicos: de águas claras, pretas e brancas. Espera-se, portanto, que grande parte da diversidade ictiológica amazônica seja encontrada nessa área, em especial na bacia do rio Trombetas (443 espécies), no rio Uatumã (257) e no rio Nhamundá (229). Durante as campanhas de campo, foi registrada a presença de 325 espécies de peixes, sendo que 139 nunca haviam sido registradas na região, o que evidencia a lacuna de informações existente sobre a fauna aquática da região. Das nove espécies enquadradas em listas de animais ameaçados, apenas três foram encontradas em campo.

Ressalta-se que, embora as campanhas de campo tenham sido realizadas em curto período de tempo (máximo de 20 dias), foi possível confirmar a exuberância e o grau de conservação da fauna amazônica. Os estudos demonstram ainda o atual desconhecimento científico sobre as características e até mesmo a existência de diversas espécies.

Aspectos construtivos

Para evitar a morte de animais durante as atividades de remoção da vegetação, de estabelecimento da faixa de servidão, de montagem das torres e de construção de acessos, o Programa de Resgate da Fauna (PRF) prevê que haja o acompanhamento constante de equipes de contenção e salvamento nas áreas sujeitas a supressão da vegetação. São diretrizes desse programa: (i) resgatar e soltar animais em situações de risco por incapacidade de fuga; (ii) resgatar e reabilitar animais com ferimentos para posterior soltura; (iii) resgatar, levar para outras árvores e monitorar nos novos locais os ninhos com filhotes que sejam eventualmente encontrados durante o desmatamento; e (iv) coletar, fixar e destinar para coleções científicas de referência os animais que forem encontrados mortos, visando melhorar as informações disponíveis sobre a biodiversidade brasileira.

Como atividades complementares a esse programa, o EIA/Rima recomenda que as cavas abertas para as fundações das torres durante o período de obras sejam mantidas cercadas, a fim de evitar a queda e a morte de animais, e que os trabalhadores envolvidos com a obra sejam orientados a tomar as medidas necessárias em caso de acidentes com animais, incluindo os que, eventualmente, vierem a cair nas cavas. Outras recomendações dizem respeito à conscientização da população sobre o risco de acidentes ofídicos e à orientação para evitar mortes desnecessárias de serpentes.

Contudo, não foi mencionada no Rima a realização de afugentamento prévio das espécies nas áreas de supressão da vegetação – prática consagrada como eficaz medida preventiva – e, também, não foi feita nenhuma consideração quanto a evitar que as intervenções na vegetação e obras de construção sejam feitas no período de procriação e desova dos animais. Outra observação é que, não somente as comunidades da área de entorno, mas também os trabalhadores deveriam receber treinamento de prevenção de acidentes ofídicos e preservação de serpentes.

Para impedir que a abertura da faixa de servidão e de novos acessos contribua para o desenvolvimento de atividades predatórias de caça e pesca, o Rima propõe a priorização do uso dos acessos já existentes – a fim de evitar o surgimento de novos vetores de penetração na floresta – e a implantação dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental para conscientizar a população do entorno.

Para reduzir os acidentes com aves, o Rima recomenda a aplicação dos critérios para aterramento da norma NBR-5.422/85, evitando assim a possibilidade de eletrocussão, a instalação de sinalizadores nos intervalos das principais travessias de rios (Trombetas, Nhamundá, Uatumã) e áreas de várzea e o monitoramento do comportamento das aves com relação à LT, por meio de um subprograma específico dentro do Programa de Monitoramento da Fauna.

Biodiversidade

Por sua considerável extensão, a linha de transmissão em estudo atravessa diferentes tipos de *habitat* natural do bioma amazônico, que inclui florestas densas de terra firme e de várzea, igapós, manchas de cerrado e áreas em diferentes estágios de sucessão ecológica. A alteração desse *habitat*, principalmente em decorrência da remoção da vegetação, terá efeito prolongado sobre a fauna.

A fragmentação florestal forma uma barreira natural, interrompendo a comunicação e o fluxo gênico entre diferentes populações. Essa situação resulta em aumento do número de cruzamentos entre parentes e no conseqüente empobrecimento genético no médio e longo prazos. Na tentativa de minimizar essa perda de biodiversidade, o Rima propõe: (i) a preservação da conectividade entre áreas (corredores para a fauna), para permitir que o fluxo gênico entre as populações persista, mantendo a variabilidade genética das comunidades; (ii) a instalação de passagens aéreas para os primatas; e (iii) a criação de novos ambientes em condições de manter as populações da fauna nativa por meio da recuperação de áreas naturais degradadas.

A exemplo do que foi feito para a flora, o Rima propõe um Programa de Monitoramento da Fauna para avaliar as reais alterações causadas pela instalação da linha de transmissão nas comunidades faunísticas da região. O programa visa proporcionar informações sobre as mudanças

nos elementos ambientais durante e após o período de instalação, por meio do acompanhamento das alterações nos parâmetros de distribuição, abundância, riqueza e diversidade das espécies animais. Essas informações serão disponibilizadas não somente para o empreendedor, mas também para órgãos e instituições científicas e para a sociedade em geral. Entre as atividades incluídas nesse programa estão: (i) complementar as informações disponíveis sobre a ocorrência das aves, dos mamíferos, dos anfíbios e dos répteis, nas proximidades da área de instalação da LT, incluindo a faixa de servidão e os ambientes vizinhos; e (ii) avaliar eventuais interferências do empreendimento sobre o grupo de animais escolhido como indicador da qualidade ambiental com relação aos seus impactos positivos e negativos.

Diante da riqueza de espécies da região e da ausência de conhecimento sobre diversas espécies descritas na caracterização da fauna, destaca-se a elevada importância desse programa para geração de conhecimento sobre a composição e a sensibilidade dos ecossistemas da região. Assim, é fundamental que os recursos para sua execução sejam disponibilizados de forma adequada pelo empreendedor durante a fase de operação da LT. O envolvimento da população local nesse programa seria uma excelente oportunidade de sedimentar o conteúdo do Programa de Educação Ambiental e gerar renda para essas comunidades.

O Rima não especifica em seus programas cuidados específicos com a fauna aquática. Tendo em vista que a linha de transmissão terá de atravessar rios e regiões que são alagadas na época de vazante, transformando-se em nichos reprodutivos importantes para peixes e tartarugas, é importante que sejam previstas ações de prevenção e mitigação de impactos sobre esse tipo de fauna. Também não foram mencionadas no Rima atividades relacionadas às espécies animais ameaçadas de extinção. Espera-se que elas sejam tratadas com cuidados especiais e que sejam destacadas nas atividades do Programa de Educação Ambiental destinadas às comunidades do entorno.

Interferências no solo

Os principais impactos no solo causados pela implantação da linha de transmissão estão associados ao surgimento e/ou agravamento de processos erosivos causados pela remoção da vegetação, pela construção

de canteiros de obras e de novos acessos e pelas obras de adaptação dos acessos já existentes. Considerando que a região do empreendimento carece de infraestrutura logística de qualidade e que os acessos deverão ser dimensionados para o tráfego de carretas, inclusive em período chuvoso, será necessária, além da construção de 445 km de novos acessos, a realização de obras de melhoria nas estradas já existentes. O projeto prevê a utilização de estradas vicinais, rodovias estaduais e uma rodovia federal. Apenas uma delas, a AM-010, está totalmente pavimentada. As estradas vicinais e as estaduais não pavimentadas encontram-se em péssimo estado de conservação, apresentando inúmeras irregularidades na pista.

Nota-se a relevância dos impactos do empreendimento sobre o solo já no relatório R3, que inclui o mapeamento de suscetibilidade à erosão como um dos quatro planos de informação¹⁹ analisados para determinação do traçado preliminar. O estudo apresentado no EIA/Rima revela que cerca de 50% da AID está enquadrada nas categorias de moderada a forte suscetibilidade à erosão. Para tratar dessa questão, o Rima apresenta o Programa de Prevenção e Controle de Processos Erosivos (PPCPE), cujo objetivo principal é mapear as áreas com maior suscetibilidade à erosão, por meio de caminhamento ao longo do traçado proposto, sugerindo alterações na localização das áreas de instalação das torres, quando necessário. Dentre as atividades listadas para esse programa destacam-se ainda: (i) identificação dos principais processos que possam provocar erosão e das interferências que as estradas de acesso e o tráfego associado poderão causar; (ii) implantação e acompanhamento de revestimento vegetal nos trechos mais suscetíveis à erosão; (iii) elaboração de projeto de estabilização e proteção da faixa de servidão da LT e de outras áreas terraplenadas circunvizinhas; e (iv) execução e monitoramento de eficiente sistema de drenagem da faixa de servidão da LT, a fim de assegurar o bom escoamento das águas.

As áreas de várzea, por serem mais sensíveis, demandam especial atenção. Para viabilizar a execução do empreendimento nessas regiões, o EIA/Rima informa que foram definidos procedimentos e técnicas construtivas específicos, considerando a limitada capacidade de suporte de

¹⁹ Os planos de informação selecionados para definição do traçado preliminar foram: (i) Sensibilidade Relativa aos Atributos Físicos (para avaliação do potencial erosivo); (ii) Sensibilidade dos Ecossistemas (terrestres e aquáticos); (iii) Sensibilidade Socioeconômica e Cultural; e (iv) Restrições Ambientais ou Limitações Legais (terras indígenas e unidades de conservação).

veículos e equipamentos pesados nesses solos. A instalação de torres será realizada no período de novembro a março, quando estradas e caminhos em áreas sujeitas a inundação estão secos e trafegáveis. Adicionalmente, a altura e as características das torres projetadas propiciarão vãos maiores e a consequente redução do número de torres necessárias para travessia dessas áreas.

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas também está relacionado ao controle dos processos erosivos, uma vez que tem como objetivos principais: (i) recompor o equilíbrio da relação solo/água/planta em áreas que possam ter sido desestabilizadas; (ii) controlar os processos erosivos; (iii) minimizar o possível transporte de sedimentos e a degradação ambiental; (iv) contribuir para a reconstituição da vegetação em condições próximas à original nas áreas afetadas pelas obras; e (v) recompor a paisagem tanto quanto possível. Também é destacada no Rima a importância do cumprimento das especificações técnicas contidas no Plano Ambiental para a Construção. Esse programa descreve, entre os procedimentos para recuperação de terrenos, a recomposição da topografia, do solo, da drenagem natural e da cobertura vegetal.

Acidentes relacionados a vazamentos de óleo e disposição inadequada de resíduos também representam riscos para o solo e já ocorreram durante obras de outras linhas de transmissão. As ações para reduzir a quantidade de resíduos e efluentes gerados durante a obra e assegurar que eles sejam corretamente coletados, tratados, estocados e dispostos foram concentradas no Programa de Gerenciamento de Resíduos.

Por fim, cabe lembrar que o aumento da oferta de energia na Região Amazônica poderá fomentar a expansão das atividades de mineração atualmente desenvolvidas em Oriximiná, potencializando os impactos sobre o solo decorrentes dos processos desse tipo de indústria.

Interferências na rede de drenagem e recursos hídricos

As possíveis interferências nos sistemas de drenagem de água ocorrem nas áreas em que haverá a supressão de vegetação, áreas de base de torres, canteiros e acessos, causadas especialmente por atividades que demandam movimentação de terra e podem modificar o sistema de infiltração e drenagem original, criando novos fluxos, velocidades e dinâmica de escoamento das águas superficiais. Poderá ocorrer ainda alteração nos

corpos hídricos, causada pelo transporte de sedimentos provenientes de áreas alteradas e deposição destes nos corpos d'água.

As medidas recomendadas no Rima para minimizar e mitigar essas interferências estão distribuídas nas fases de planejamento e implantação e continuam após o término das obras. São elas: (i) controlar com rigor os volumes de corte e aterro nas etapas em que ocorrerem movimentações de terra; (ii) projetar de forma adequada as drenagens ao longo dos acessos não pavimentados; (iii) realizar todas as fases de construção e montagem no menor espaço de tempo, em uma etapa sequencial coordenada, de modo a reduzir a duração da obra; (iv) implantar estruturas de estabilização (estivas) seguras, de modo a minimizar os danos às áreas úmidas/alagadiças e evitar seu assoreamento; (v) utilizar métodos construtivos e dispositivos de contenção de margens, taludes e encostas, evitando que sedimentos sejam carregados para a rede de drenagem; e (vi) realizar inspeções periódicas na faixa de servidão, durante e após a obra.

Por se tratar da Região Amazônica, especial atenção deve ser dada ao transporte de sedimentos realizado pelos rios e igarapés, que é potencializado pela ocorrência de cheias e vazantes de grandes dimensões. O empreendimento atravessará cerca de 222 corpos hídricos na bacia hidrográfica do rio Amazonas, mais especificamente nas sub-bacias do baixo rio Negro, rio Jatapu e rio Trombetas. Compõe essa bacia uma enorme quantidade de afluentes, igarapés e pequenos cursos d'água (que podem ter até 10 m de largura). As oscilações de nível d'água nos afluentes do rio Amazonas podem chegar a 6 m, sendo diretamente afetadas pelas altas taxas de chuvas que caem na região.

O relatório R3 destaca a questão da erosão fluvial no seu capítulo sobre recursos hídricos. A dinâmica das águas é tão relevante nessa bacia que dá origem ao fenômeno chamado “terras caídas”, caracterizado pela ocorrência de grandes erosões nas margens dos rios que culminam com o desmoronamento de terras e a formação de grandes barrancos ao longo dos rios. Durante as vazantes, as margens perdem estabilidade – os rios as escavam por baixo – e grandes blocos de terra deslizam para a água. Esse fenômeno assume dimensões significativas na Amazônia, onde podem ser vistas grandes árvores e até mesmo casas sendo levadas pelos rios. Embora haja o relato do fenômeno “terras caídas” no Rima, não foram explicitadas atividades específicas de prevenção e combate à erosão fluvial.

O parecer do Ibama sobre o EIA/RIMA destacou a ausência do impacto “pressão sobre a infraestrutura de apoio à navegação fluvial”, tendo em vista que as hidrovias da região serão cruzadas pelo empreendimento e utilizadas para transporte de materiais, equipamentos e trabalhadores. Considerando que o aumento do tráfego de embarcações na região durante as obras poderá comprometer e sobrecarregar a infraestrutura de embarque e desembarque dos rios da região, são sugeridas medidas mitigadoras, tais como aportes aos municípios impactados, realização de melhorias na infraestrutura e de reparações em caso de eventuais danos.

Interferências em unidades de conservação (UCs)

Unidades de conservação são áreas sob proteção legal e devem ser evitadas por empreendimentos de qualquer natureza. A Lei 9.985/2000, também conhecida como Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), trata da criação, da classificação e da gestão dessas unidades e foi regulamentada pelo Decreto 4.340/2002.

Nota-se, com base nas informações apresentadas no relatório R3, que houve uma constante preocupação de evitar interferências nessas áreas, tanto na fase de estudo de alternativas de corredores, quando o índice de interferência em áreas legalmente protegidas foi determinante para escolha do corredor localizado na margem esquerda, quanto na fase de definição do traçado preliminar, quando o mapeamento das áreas com restrição legal foi um dos quatro planos de informação utilizados para a elaboração do mapa síntese de análise socioambiental.

De acordo com o traçado proposto no RIMA, existem sete unidades de conservação localizadas a menos de 10 km da linha de transmissão. São elas: (i) Área de Proteção Ambiental (APA) do Nhamundá (será atravessada pelo LT em 24,9 km); (ii) Floresta Nacional (Flona) Sacará-Taquera (distância mínima da LT de 0,03 km); (iii) Parque Estadual (Parest) Nhamundá (distância mínima da LT de 1,2 km); (iv) Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Norikatsu Miyamoto (distância mínima da LT de 1,7 km); (v) APA Tarumã-Ponta Negra (distância mínima da LT de 2,4 km); (vi) Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Uatumã (distância mínima da LT de 9,1 km); e (vii) APA Margem Esquerda do Rio Negro Setor Tarumã-Açu/Tarumã-Mirim (distância mínima da LT de 9,9 km).

A única unidade de conservação (UC) na categoria de proteção integral²⁰ é o Parest Nhamundá. As demais UCs estão na categoria de uso sustentável.²¹ Três das sete UCs citadas no Rima já haviam sido identificadas no relatório R3 como passíveis de interferência: a Flona Sacará-Taquera, o Parest Nhamundá e a APA do Nhamundá.

A Flona²² Sacará-Taquera está localizada nos municípios de Oriximiná (PA) e Terra Santa (PA), possui 429.600 ha e destaca-se pelo seu grande potencial mineral de bauxita, atualmente explorado pela Mineradora Rio do Norte, com direito de lavra autorizado por lei. A mineradora vem realizando estudos sobre a recuperação das áreas degradadas por sua atividade e já fez a recomposição de 800 ha, plantando espécies nativas e eucalipto. A administração dessa UC é feita pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). No traçado proposto no relatório R3, essa unidade de conservação seria atravessada pela linha de transmissão. A alteração no traçado, descrita no Rima, deslocou a LT para fora da Flona, mas ainda passando pela sua Zona de Amortecimento²³ (ZA) entre o km 27,5 e o km 103, a uma distância mínima da UC que chega a apenas 30 m.

O Parest²⁴ Nhamundá tem 28.370 ha, foi criado em 1989 e é importante abrigo para aves, mamíferos e tartarugas que fazem a desova nesse local. O parque está localizado em uma área populosa e sofre pela proximidade com a cidade em razão da retirada de seus recursos naturais. De acordo

²⁰ De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), são classificados como unidades de proteção integral os parques nacionais, as reservas biológicas, as estações ecológicas, os monumentos naturais e os refúgios de vida silvestre. O objetivo dessas unidades é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais.

²¹ De acordo com o SNUC, são unidades de conservação de uso sustentável as áreas de proteção ambiental, as florestas nacionais, as áreas de relevante interesse ecológico, as reservas extrativistas, as reservas de fauna, as reservas de desenvolvimento sustentável e as reservas particulares do patrimônio natural. O objetivo dessas unidades é “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais”.

²² Segundo a Lei do SNUC, floresta nacional é “uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas”. É admitida nesse tipo de UC a permanência de populações tradicionais que já habitavam o local quando da criação da UC.

²³ De acordo com a Lei do SNUC, zona de amortecimento é o “entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”.

²⁴ De acordo com a Lei do SNUC, o objetivo básico dos parques nacionais, estaduais ou municipais é “a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”.

com o traçado descrito no Rima, a distância mínima entre essa UC e a linha de transmissão será de 1,2 km, o que fará com que a sua ZA seja interceptada por uma extensão significativa, entre o km 125,5 e o km 170,5.

A Área de Proteção Ambiental²⁵ (APA) do Nhamundá é a unidade de conservação em que haverá a principal interferência da linha de transmissão, pois será atravessada pelo empreendimento em um trecho de 25 km. Esta UC de âmbito estadual foi criada em 1990 e é gerida pelo Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (Ipaam). Seus 195.900 ha, distribuídos entre os municípios de Nhamundá e Parintins, são importantes para a conservação de animais típicos de ambientes aquáticos, sendo também um abrigo de aves e mamíferos. Mais de 450 famílias têm residência fixa nessa UC – que não possui plano de manejo – e vivem da pesca e da agricultura. A área é aberta à visitação turística e à pesquisa científica.

No traçado proposto no relatório R3, a LT passaria ainda pela RDS²⁶ do Uatumã. A alteração no traçado descrito no Rima gerou um deslocamento significativo da LT em relação à RDS do Uatumã, apresentando um afastamento mínimo de 9 km. A ZA dessa UC será interceptada pela LT entre o km 294 e o km 295,5.

De modo geral, as alterações de traçado propostas pela empreendedora foram positivas em relação à preservação das unidades de conservação, pois tendem a reduzir as interferências nessas áreas. No entanto, o Rima recomenda ainda algumas alterações adicionais nas proximidades do km 86, do km 295 e do km 517, visando evitar intervenções no limite da Flona Saracá-Taquera, na Zona de Amortecimento da RDS do Uatumã e na Reserva Florestal Walter Egler.

²⁵ De acordo com a Lei do SNUC, APA é “uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais”.

²⁶ Segundo a Lei do SNUC, reserva de desenvolvimento sustentável é “uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência se baseia em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica”. Entre os objetivos da RDS, estão a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como a valorização, a conservação e o aperfeiçoamento do conhecimento e das técnicas de manejo desenvolvidos por essas populações.

Além da realização de desvios, é necessário que sejam adotadas medidas mitigatórias e compensatórias. O EIA/RIMA propõe a utilização de técnicas construtivas especiais para os trechos com interferências em unidades de conservação e propõe duas medidas compensatórias específicas para UCs: (i) aplicar recursos oriundos da Compensação Ambiental nas três unidades de conservação: a Flona Saracá-Taquera, a APA Nhamundá e o Parest Nhamundá; e (ii) realizar a recomposição florestal de uma área equivalente à supressão de vegetação total do empreendimento no interior da APA Nhamundá ou nas zonas de amortecimento de outras UCs.

A alocação de recursos de compensação ambiental será determinada pelo Ibama e, em geral, é feita por meio de convênios com órgãos de controle ambiental para realização de melhorias na infraestrutura de fiscalização e monitoramento, elaboração ou atualização dos planos de manejo das UCs etc. Considerando que a APA Nhamundá não tem plano de manejo, o desenvolvimento desse plano seria uma boa sugestão de aplicação dos recursos de compensação e uma excelente contribuição para o desenvolvimento dessa UC.

Interferências em áreas de preservação permanente (APPs)

Em linhas gerais, as áreas de preservação permanente (APPs) são áreas às margens de cursos d'água, de nascentes, reservatórios naturais ou artificiais, topos de morro, encostas, restingas etc., cobertas ou não por vegetação nativa, que têm o importante papel de apoio à conservação do meio ambiente. As APPs cumprem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Diante das características do meio físico da região do empreendimento, que apresenta enorme quantidade de cursos d'água e áreas de várzea, seria tarefa impossível evitar a passagem da linha de transmissão por áreas de proteção permanente. Tal configuração não dispensa, entretanto, a necessidade de cuidados especiais no planejamento das torres e estruturas a serem instaladas nessas áreas, bem como na execução das atividades construtivas.

De acordo com o RIMA, existem cerca de 267 APPs na Área de Influência Direta (AID) da linha de transmissão, totalizando 266 ha.

Entre elas, encontram-se grandes áreas de várzea, rios e igarapés, além de nascentes e topo de morros. De acordo com o Rima, as APPs estão incluídas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e as medidas recomendadas para proteção dessas áreas são utilizar somente a abertura da faixa necessária para a instalação da LT e evitar a colocação de torres e estruturas de suporte, sempre que possível.

Conclusão

Sistemas de transmissão de energia de grande porte apresentam relativa flexibilidade locacional, podendo, entretanto, atravessar grande diversidade de ambientes naturais e antropizados. Nesse contexto, é fundamental que ocorra a internalização dos aspectos ambientais, desde as etapas preliminares de planejamento, principalmente quando se trata de um empreendimento de grande porte localizado na Região Amazônica. A crescente intensidade das pressões exercidas sobre os ecossistemas desse bioma causa apreensão pela ameaça que representa à biodiversidade e à manutenção de florestas e do estoque de água doce.

O traçado da linha de transmissão Oriximiná-Cariri foi concebido com base em uma visão abrangente, integrando os aspectos de engenharia, construtivos e socioambientais. Além de superar os desafios de engenharia relacionados à travessia de extensas áreas alagadas e de rios de grande porte e à ausência de infraestrutura logística, era preciso também minimizar as interferências em áreas de vegetação nativa, unidades de conservação, terras indígenas e áreas de proteção permanente, presentes em grande quantidade na região.

Contudo, é motivo de preocupação a licitação de linhas de transmissão sem a existência de licença prévia atestando a viabilidade do empreendimento e, principalmente, indicando a magnitude das ações preventivas, mitigatórias e compensatórias que deverão ser adotadas. Se não é possível avaliar com precisão os custos ambientais que serão incorridos, não há garantias de que as estimativas de custos realizadas serão suficientes para executar com qualidade todas as medidas necessárias à correta implantação do empreendimento, em especial em regiões com elevado grau de complexidade socioambiental.

É importante destacar que as consequências do empreendimento para o meio ambiente vão além dos aspectos analisados no presente

estudo. O efeito multiplicador sobre o uso dos recursos naturais da região ocasionará transformações significativas no uso e na ocupação do solo, decorrentes principalmente da construção e da melhoria de estradas e do aumento da oferta de energia elétrica na região. Atividades produtivas altamente impactantes para o meio ambiente, tais como pecuária e mineração, serão intensificadas e expandidas. A ausência de questionamentos significativos em relação aos aspectos ambientais durante as audiências públicas relacionadas ao empreendimento indica que a população local é favorável à expansão econômica.

Dessa forma, é fundamental fortalecer a presença do poder público na Região Amazônica, tanto para fiscalizar e promover o cumprimento da legislação ambiental quanto para fomentar alternativas econômicas que possibilitem o desenvolvimento sustentável. Os estudos sobre fauna e flora realizados pelo empreendedor para atendimento das exigências do processo de licenciamento podem ser um bom ponto de partida para identificação das potencialidades econômicas da região e para o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis que valorizem a riqueza da biodiversidade amazônica e contribuam para sua preservação.

Referências

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 3ª ed. Aneel, 2008.

———. *Banco de Informações de Geração – BIG*. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 21 de junho de 2010.

———. *Resolução Normativa n. 67*, de 8 de junho de 2004.

BIODINÂMICA RIO – ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA. *Relatório de Impacto Ambiental/Rima – Linha de Transmissão 500 kV Oriximiná-Cariri*. Biodinâmica Rio, jun. 2009.

BRASIL. *Lei 9.985*, de 18 de julho de 2000.

CCPE/CTET/CTSA. *Relatório R3 – Caracterização e análise socioambiental – Interligação Tucuruí-Macapá-Manaus*. CCPE/CTET/CTSA, jul. 2004.

CONAMA. *Resolução Normativa 237*, 19 de dezembro de 1997.

ELABORE – ASSESSORIA ESTRATÉGICA EM MEIO AMBIENTE. *Estudo sobre aspectos socioambientais do setor de transmissão de energia para compor o guia de procedimentos ambientais do BNDES*. Elabore, abr. 2009.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE-DEE-RE-001/2005-R1. *Diretrizes para elaboração dos relatórios técnicos referentes às novas instalações da rede básica*. EPE, 16 de maio de 2005.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Termo de referência para o estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental (EIA/Rima) da linha de transmissão 500 kV Tucuruí/PA-Xingu-Jurupari/PA*. Ibama, 16 de fevereiro de 2009.

———. COEND/CGENE/DILIC/Ibama. *Parecer Técnico 032/2010*. Ibama, 1º de abril de 2010.

IFC – INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. *Environmental, health, and safety guidelines – Electric power transmission and distribution*. IFC, 30 de abril de 2007.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Consolidação de obras de rede básica e rede básica de fronteira – Período 2009 a 2011*. MME, dez. 2008.

PIRES, Lorena Fornari de Ary. *Gestão ambiental da implantação de sistemas de transmissão de energia elétrica – Estudo de caso: Interligação Norte/Sul I*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Niterói, 2005.

Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro
Tiago Toledo Ferreira*

Resumo

Quase um século após serem superados por modelos propulsionados por motores a combustão, os veículos elétricos reapareceram no cenário automotivo mundial. Esse movimento deverá ser responsável pela substituição parcial dos motores a combustão interna por motores elétricos como fonte de força motriz veicular em parcela significativa da frota nas próximas décadas.

Motivados por fatores como a superação de entraves tecnológicos, as preocupações ambientais e a segurança energética dos países, vários governos têm apoiado a solução, levando praticamente todas as montadoras de automóveis a investir em projetos de veículos elétricos. O panorama de lançamentos é bastante rico e, embora ainda concentrado em países

* Respectivamente, engenheiro do Departamento de Indústria Pesada da Área Industrial e economista do Departamento de Transportes e Logística da Área de Infraestrutura do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Paulo Castor de Castro, Filipe Lage e Patrícia Zendron, isentando-os da responsabilidade por erros remanescentes.

como Japão e Estados Unidos, a tendência é de aceleração da difusão por outros países.

O objetivo do presente artigo é apresentar, analisar e discutir os aspectos básicos dos veículos elétricos, seu estágio atual e as perspectivas para o seu desenvolvimento futuro. Conclui-se, ao final, que o tema deve ser alvo de políticas públicas, que serão cruciais para determinar a inserção da indústria local na nova realidade.

Introdução

Quase um século após serem superados por modelos propulsionados por motores a combustão, os veículos elétricos reapareceram no cenário automotivo mundial. Esse movimento deverá ser responsável pela substituição parcial dos motores a combustão interna por motores elétricos como fonte de força motriz veicular em parcela significativa da frota nas próximas décadas. Os lançamentos e anúncios de desenvolvimentos realizados recentemente indicam a proximidade dessa realidade.

No começo do século XX, os veículos elétricos dominavam o mercado norte-americano.¹ Os menores níveis de ruídos, a ausência de vibrações e a inexistência de marchas eram as principais vantagens desses veículos. Em uma época caracterizada por uma malha viária precária, com as melhores vias concentradas nos perímetros urbanos, a autonomia era um atributo menos valorizado.

A crescente disponibilidade a baixo custo de derivados de petróleo e a legislação ambiental leniente, associadas a um estágio mais primitivo das baterias, foram fundamentais para o fracasso da eletrificação veicular, apesar do maior conforto proporcionado ao usuário. Avanços tecnológicos, como a partida elétrica, e a melhoria das vias de rodagem aumentaram a atratividade dos veículos a combustão. E, desde a década de 1910, os veículos elétricos foram superados, ficando relegados a aplicações especiais.

Entretanto, nesse início de século XXI, as preocupações ambientais, a volatilidade do mercado de petróleo e o desenvolvimento das baterias reabilitaram o veículo elétrico, que voltou a figurar como alternativa

¹ “By the turn of the century, America was prosperous and the motor vehicle, now available in steam, electric, or gasoline versions, was becoming more popular. The years 1899 and 1900 were the high point of electric vehicles in America, as they outsold all other types of cars” [U.S DOE (2010)].

ao veículo a combustão. Por ser o principal consumidor de petróleo e representar uma das principais fontes geradoras de gases causadores do efeito estufa, o setor automotivo é um dos principais alvos das políticas energéticas e ambientais.

O objetivo do presente artigo é apresentar, analisar e discutir os aspectos básicos dos veículos elétricos, seu estágio atual e as perspectivas para o seu desenvolvimento futuro. Para tanto, o trabalho foi organizado em sete seções, considerando esta introdução e a conclusão. Inicialmente, na segunda seção, a discussão circunscreve-se aos fatores responsáveis pelo renascimento dos veículos elétricos. A terceira seção expõe os aspectos técnicos dos veículos elétricos. Na seção seguinte, a quarta, os modelos são apresentados e as perspectivas, como lançamentos futuros e projeções de vendas, são apontadas. Então, na quinta seção, a discussão volta-se aos desafios de curto e médio prazos, obstáculos à eletrificação da frota. Na sexta seção, o tema é o apoio do setor público no Brasil. Por fim, as considerações finais consolidam os principais pontos debatidos no trabalho.

Fatores impulsionadores dos veículos elétricos

Há três fatores principais responsáveis pelo crescente interesse nos veículos elétricos: a superação de entraves tecnológicos, as preocupações com o meio ambiente e com a segurança energética dos países. Muitas das preocupações materializam-se em ações governamentais, como se verá.

Desenvolvimento tecnológico

Do ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento das baterias foi fundamental para viabilizar o ressurgimento dos veículos elétricos. Esse desenvolvimento ocorreu na esteira do rápido avanço dos setores de informática e telecomunicações na década de 1990, quando os dispositivos móveis – telefones celulares e *laptops* – foram difundidos. A maior mobilidade exigia a redução do peso e o aumento da energia armazenada, necessidades que induziram a realização de pesquisas responsáveis por consideráveis melhorias nas baterias. Ao ampliar a densidade energética, as novas baterias aumentaram a autonomia do veículo, que constitui um dos atributos fundamentais de um meio de transporte. Em um primeiro

momento, enquanto a infraestrutura destinada à recarga for deficiente, a autonomia será mais valorizada pelos potenciais consumidores.

O atendimento à autonomia de 50 milhas – cerca de 80,5 km – representa o requisito para satisfazer as necessidades básicas de cerca de 80% dos motoristas norte-americanos, conforme demonstrado na Tabela 1. No entanto, em função dos múltiplos propósitos do veículo, que pode ser utilizado em viagens ou compartilhado por vários motoristas, a autonomia demandada pelos consumidores tende a ser superior à sua média diária de deslocamento. Esses fatores explicam o maior sucesso dos híbridos, os esforços no desenvolvimento de baterias e a focalização dos projetos em áreas urbanas. Por se tratar de tema crucial e representar o principal desafio colocado ao setor, as baterias serão discutidas mais detalhadamente em seção posterior.

Tabela 1 | Média de milhas diárias dos motoristas norte americanos durante os dias da semana (em %)

	Frequência	Frequência acumulada
Menos ou igual a 5	10	10
Maior que 5 e menor ou igual a 10	12	23
Maior que 10 e menor ou igual a 20	21	44
Maior que 20 e menor ou igual a 30	16	60
Maior que 30 e menor ou igual a 40	11	71
Maior que 40 e menor ou igual a 50	8	79
Maior que 50 e menor ou igual a 60	5	84
Maior que 60	16	100

Fonte: Sandalow (2009).

Meio ambiente

Se as baterias viabilizaram tecnologicamente os veículos elétricos, as questões energéticas e ambientais serão responsáveis pela definição de sua taxa de penetração nos mercados.

O setor de transportes é responsável por parcela significativa das emissões de CO₂, que atualmente estão em níveis insustentáveis. Segundo IEA (2009),² mantendo-se a progressão atual de emissões de gases causadores

² International Energy Agency ou Agência Internacional de Energia.

do efeito estufa, a expectativa é de que nas próximas décadas haja forte elevação da temperatura.

According to our analysis, the greenhouse-gas concentration implied by the Reference Scenario would result in an eventual global mean temperature rise of up to 6° C. According to the studies summarised by the IPCC, this could lead to hundreds of millions of people being displaced from their homes, massive water and food shortages, widespread mortality of ecosystems and species, and substantial human health risks [IEA (2009, p. 113)].

O relatório não ignora as medidas recentes, que, na visão da instituição, seriam insuficientes para conter a trajetória atual.³ Alarmante, essa visão recebeu apoio na comunidade internacional. No ano de 2007, a Fundação Nobel concedeu seu prêmio na categoria Paz ao Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e a Al Gore, que, na época, vinha realizando diversas palestras e lançou um documentário alertando para os problemas decorrentes das mudanças climáticas.

Além dos elevados níveis, as emissões do setor de transporte apresentaram forte expansão.

In 2004, transport was responsible for 23% of world energy-related GHG emissions with about three quarters coming from road vehicles. Over the past decade, transport's GHG emissions have increased at a faster rate than any other energy using sector [Kahn Ribeiro *et al.* (2007, p. 3)].

E, dado o elevado potencial de expansão do setor nos países em desenvolvimento, essa participação pode aumentar no longo prazo. A Tabela 2 discrimina essa participação nas emissões e sua taxa de crescimento.

Mesmo considerando o crescente investimento na expansão da produção e no consumo de biocombustíveis, cuja redução na emissão de gases de efeito estufa é considerável, especialmente no caso do bioetanol de cana-de-açúcar, sua participação na oferta total primária de energia no mundo ainda é baixa e limitada pelas áreas agricultáveis. Alternativas com

³ “While greenhouse-gas emissions in this year’s Reference Scenario are lower than in WEO-2008, current policies are insufficient to prevent a rapid increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere, with very serious consequences for climate change” [IEA (2009, p. 112)].

Tabela 2 | Emissões de CO₂ relacionadas à energia por setor (Mt)

	1990	2007	Varição (%)
Geração de eletricidade	7.471	11.896	59,23
Outros setores de energia	1.016	1.437	41,44
Indústria	3.937	4.781	21,44
Transporte	4.574	6.623	44,80
Rodoviário	3.291	4.835	46,92
Residencial	1.891	1.877	-0,74
Serviços	1.066	878	-17,64
Agricultura	405	433	6,91
Uso não energético	581	900	54,91
Total	20.941	28.825	37,65

Fonte: IEA (2009, p. 185).

outros cultivares não têm o mesmo impacto sobre a redução da emissão de gases [BNDES e CGEE (2008)].

Naturalmente, por sua relevância e exposição, o setor automotivo é alvo de ações para combater as emissões de gases causadores do efeito estufa. Adicionalmente, o setor também é responsável por emissões de outras substâncias, que afetam a qualidade do ar nas grandes cidades. As soluções envolvem aumento de eficiência, redução de potência e modificações nos combustíveis, como o forte incentivo aos biocombustíveis. Entretanto, em função do aumento esperado da frota de veículos nos próximos anos, há espaço para modificações disruptivas. Os desenvolvimentos tecnológicos modernos possibilitaram a emergência da eletrificação veicular em escala comercial como uma solução promissora.

Energia

Fortemente relacionada à questão ambiental, a temática energética é outra importante indutora dos veículos elétricos. IEA (2009), em seu cenário de referência, projeta um crescimento médio anual da demanda mundial de energia de 1,5% entre 2007 e 2030, ao passo que, no mesmo período, a oferta de petróleo deve ter expansão média anual de 1,0%. Em termos acumulados, o aumento da demanda energética será de 40,7% contra 25,7% da oferta de petróleo. Essas projeções apontam a necessidade de desaceleração do crescimento da demanda por petróleo.

A alta volatilidade do preço do petróleo nos últimos anos, com tendência de encarecimento do barril, indica a percepção desse desequilíbrio pelos mercados. O preço do barril,⁴ na casa dos US\$ 77 em julho de 2007, alcançou a marca de US\$ 144 um ano depois, pouco antes do recrudescimento da crise financeira internacional. Este caiu a cerca de US\$ 40 no fim de 2008 e, desde então, vem se recuperando, chegando próximo a US\$ 88 no início de maio de 2010. Entretanto, a exacerbação da incerteza, em função dos problemas fiscais enfrentados por algumas economias europeias, levou o preço do barril de petróleo a retroceder a cerca de US\$ 67 no fim do mesmo mês. Salvo eventos isolados de curta ou média duração, o preço passou a superar sistematicamente a barreira dos US\$ 30 desde 2004.

O setor de transporte, que consome de cerca de 61,3% desse combustível fóssil,⁵ é responsável por ditar a evolução de sua demanda. A dependência dos meios de transporte é uma fonte de vulnerabilidade das economias nacionais de países importadores de petróleo. Os formuladores de políticas procuram ampliar a segurança energética, definida como o acesso, a um preço razoável, à fonte energética demandada, provida por produtores confiáveis. A dependência em relação a poucos produtores, organizados em cartel, e a grande volatilidade dos preços do barril de petróleo alimentam questionamentos acerca da segurança energética dos países dependentes da importação de petróleo.

O segmento automotivo absorve cerca de 77,3% da energia⁶ direcionada ao setor de transporte e é o principal alvo de ações que visem ao rebalanceamento da matriz energética de determinada economia. Nesse caso, as necessidades energéticas coincidem com as ambientais. No entanto, a eletrificação do *powertrain*⁷ apresenta uma vantagem adicional. A multiplicidade de fontes geradoras de energia elétrica possibilita a formação de uma estratégia mais adequada à dotação de fatores naturais e aos anseios políticos, permitindo, por exemplo, a constituição de uma matriz energética que cause menos impactos negativos ao meio ambiente.

⁴ Fonte: Ipeadata. Preço por barril do petróleo bruto Brent (FOB). No original: Europe Brent Spot Price FOB.

⁵ Ver IEA (2009).

⁶ WBCSD *apud* Kahn Ribeiro (2007, p. 328).

⁷ O termo *powertrain* denomina o conjunto de componentes responsáveis pela geração de energia e transmissão às rodas. Entre esses componentes, destacam-se o motor e a transmissão.

Assim, superada ou reduzida a dependência, os países ampliariam bastante a sua segurança energética.

A questão da segurança energética tem como grande marco a crise do petróleo. Desde 1973, quando vários países árabes exportadores de petróleo decidiram reduzir a produção em retaliação ao apoio concedido pelas potências ocidentais a Israel, o elevado poder de mercado dos membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) ficou evidenciado. Entre 1972 e o fim de 1974, o preço nominal do petróleo, que estava estável desde o fim da Segunda Guerra Mundial, quadruplicou. A aceleração da inflação e os desequilíbrios das contas externas penalizaram grande parte das economias importadoras de petróleo na década de 1970. Em resposta, foram instituídos programas para reduzir a dependência do petróleo, que buscaram diminuir o consumo de derivados por meio da fixação de metas de eficiência para os veículos. Um caso emblemático é o programa brasileiro Proálcool, que procurou substituir a gasolina por etanol. No fim da década, houve nova alta de preços do barril de petróleo, dessa vez em decorrência da Revolução Iraniana e da invasão do Iraque a esse país. No entanto, nos anos subsequentes, a retração dos preços arrefeceu as metas de diversos programas.

Os recentes movimentos do preço do barril de petróleo e os alarmantes diagnósticos acerca do aquecimento global recolocaram o consumo energético dos meios de transporte na agenda política. Além de acelerar metas dos programas existentes, como realizado pelos Estados Unidos no CAFE,⁸ os países instituíram ações para fomentar uma mudança paradigmática, incentivando a introdução de veículos elétricos.

Ação governamental

Nesse momento de transição, os incentivos são essenciais para acelerar a penetração desses veículos. Além de não gozarem de economias de escala, os veículos elétricos enfrentam elevados custos de baterias, desconfiança dos consumidores e carência de infraestrutura. O preço médio⁹ de um Ford Fusion, um dos sedans mais vendidos nos Estados Unidos, é

⁸ *Corporate Average Fuel Economy* (CAFE) é uma medida de eficiência média do consumo de combustível dos veículos leves vendidos por determinada montadora. Instituído em 1975, é gerenciado pelo National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA).

⁹ Cotações obtidas no site <http://www.edmunds.com>, em 6.7.2010, que desconsideram os benefícios concedidos pelo governo.

inferior a US\$ 20 mil, enquanto o preço esperado do GM Volt, o veículo híbrido, está na casa de US\$ 41 mil. O Nissan Leaf, outro veículo elétrico que será lançado em breve, deverá custar cerca de US\$ 33 mil.

Há, basicamente, cinco tipos de ações governamentais de incentivo à difusão do carro elétrico: bônus aos compradores de veículos elétricos, descontos em tributos, adoção de restrições à utilização de veículos convencionais, auxílio à pesquisa e implantação de infraestrutura. Esse apoio foi fortalecido recentemente, quando diversos países aproveitaram os pacotes de benefícios introduzidos durante a crise econômica mundial para promover uma discriminação em favor dos veículos híbridos e elétricos.

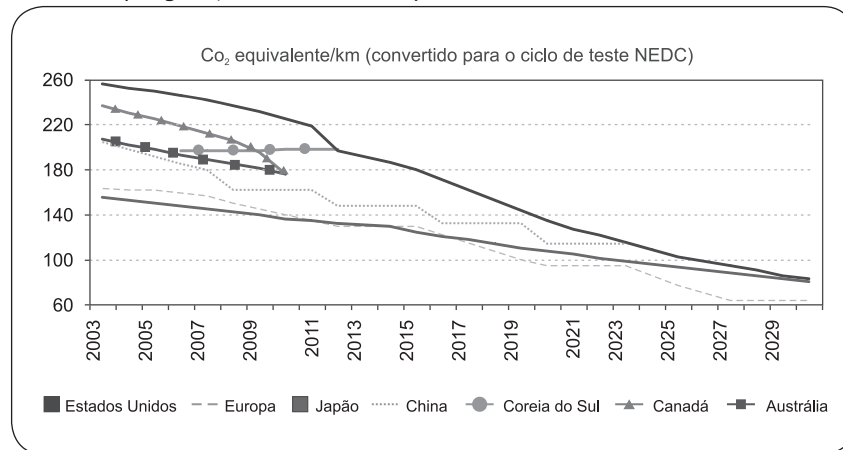
Tendo em vista que o preço de um carro elétrico ainda o inviabiliza comercialmente, em comparação com as alternativas do motor a combustão, vários países têm subsidiado parte do custo de aquisição de um carro, fornecendo um bônus ao comprador. Os Estados Unidos, por exemplo, fornecem um bônus de até US\$ 7.500,00 para o consumidor. Existem ainda ações regionais, nos estados norte-americanos, que podem ampliar esse bônus. França e Alemanha oferecem bônus similares. No Japão, atinge o equivalente a US\$ 10.000,00 [Dinger *et al.* (2010)], enquanto a China oferece o equivalente a US\$ 8.780,00. No Reino Unido, o incentivo será de até 25% do preço do carro, com teto de £ 5.000,00, válido entre 2011 e 2014 [UK DFT (2010)]. Há bônus também em outros países europeus.

O uso de descontos nos tributos também tem sido utilizado. Algumas das províncias do Canadá dão descontos de até US\$ 2.000,00 em impostos na aquisição de um veículo elétrico [EMC (2009)]. Os Estados Unidos dispõem de um programa de créditos tributários desde dezembro de 1993, com dedução inicial de até US\$ 4.000,00 [SAIC (2002)]. No Reino Unido, há um desconto na taxa de circulação e isenção de cobrança de estacionamento no centro de Londres.

Como mencionado anteriormente, uma das grandes motivações para a adoção do carro elétrico é a redução de emissões de poluentes. Em função disso, vários países têm adotado medidas regulatórias nesse sentido, que, em geral, são cumpridas por meio de melhorias nos motores a combustão e em outros sistemas veiculares. O veículo elétrico tem como grande vantagem a baixa emissão de poluentes, o que acaba configurando uma

forma de atender previamente a um possível endurecimento da legislação. O Gráfico 1 apresenta a evolução da legislação ambiental em diversos países selecionados, com a adoção sistemática de limites de emissão de CO₂ cada vez mais restritivos.

Gráfico 1 | Legislação ambiental dos países



Fonte: CSM.

O auxílio à pesquisa, tanto pública quanto privada, também tem sido fornecido pelos governos. Os Estados Unidos têm utilizado recursos que atingiram mais de US\$ 2,4 bilhões para P&D de veículos e baterias. O Reino Unido também tem financiado pesquisas voltadas para o desenvolvimento de veículos de baixa emissão de carbono, nos quais o veículo elétrico tem papel importante. Mostra-se, no fim do artigo, que o Brasil também dispõe de algumas ações de apoio à pesquisa para o desenvolvimento de veículos elétricos.

Por fim, os governos têm papel central no estímulo à implantação de infraestrutura de recarga para os carros elétricos. Há países de menor extensão territorial, como Israel e Japão, que têm implantado postos de recarga rápida em todo o território. O Reino Unido pretende instalar postos de recarga por meio da concessão dos serviços, com o uso de financiamento público parcial de até 50% do custo [Cenex (2010)]. A Tabela 3 resume as principais iniciativas de incentivo à difusão do veículo elétrico no mundo.

No Brasil, até o presente momento, os veículos elétricos não recebem tratamento diferenciado, embora algumas medidas estejam em estudo. No caso do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), os veículos elétricos

Tabela 3 | Síntese de alguns incentivos à adoção do veículo elétrico

País/região	Resumo dos principais incentivos
EUA	Bônus para consumidores de até US\$ 7.500,00 e mais de US\$ 2,4 bilhões em P&D de veículos e baterias. Outras ações regionais, em especial na Califórnia.
China	Bônus para consumidores de até 60 mil iuanes (US\$ 8.780,00) e anúncio de plano para a instalação de pontos de recarga nas principais cidades.
Reino Unido	Bônus para consumidores de até £ 5 mil, desconto na taxa de circulação e isenção da cobrança de estacionamento no centro de Londres.
União Europeia	15 países oferecem incentivos monetários aos consumidores de carros elétricos.
Outros países	Incentivos relevantes também são existentes em Israel, no Japão e no Canadá.

Fontes: ACEA (2009), UK DFT (2010) e informações colhidas em diversos periódicos.

são enquadrados na categoria “outros”, sobre a qual incide a alíquota mais elevada. Um automóvel elétrico, por exemplo, tem alíquota de 25%. Entretanto, há várias medidas isoladas em curso no país. As de maior destaque são a criação de um grupo de trabalho liderado pelo Ministério da Fazenda e um acordo assinado entre a prefeitura de São Paulo e o grupo Renault-Nissan.¹⁰ Por causa da relevância do tema, o apoio governamental ao veículo elétrico no Brasil será alvo de seção específica.

A eletrificação veicular é uma alternativa promissora que não elimina a busca por combustíveis alternativos ao petróleo. Além de alimentarem a frota movida a motores a combustão, eles poderão ter espaço nos modelos híbridos, em máquinas estacionárias e na geração de energia elétrica.

Aspectos técnicos

Um veículo elétrico é aquele tracionado por pelo menos um motor elétrico. Enquanto os veículos com motor a combustão interna podem ter um motor elétrico, só nos elétricos é que ele estará direta ou indiretamente ligado à tração do veículo. Os motores elétricos em veículos a combustão interna normalmente estão ligados a sistemas periféricos, como o acionamento de vidros elétricos.

¹⁰ Publicada no Exame.com em 13.4.2010. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/noticias/prefeitura-sao-paulo-alianca-renault-nissan-assinam-hoje-acordo-ecologico-548753.html>>.

De modo simplificado, podem-se classificar os veículos elétricos em duas categorias: híbridos e puros.

Os veículos híbridos

Os veículos híbridos são assim chamados por combinarem um motor de combustão interna com um gerador, uma bateria e um ou mais motores elétricos. Sua função é reduzir o gasto de energia associado à ineficiência dos processos mecânicos se comparados aos sistemas eletrônicos [Raskin e Shah (2006)].

Boa parte da ineficiência energética vem da geração de calor causada principalmente pelo atrito entre as partes móveis do motor de combustão interna. Estima-se que apenas 15% da energia potencial de um combustível em um automóvel é efetivamente utilizada para movimentá-lo.

Em um veículo híbrido, há quatro fatores que ajudam a aumentar sua eficiência:

- *Assistência do motor elétrico ao de combustão interna:* a menor variação em sua operação permite atingir um nível de eficiência muito mais elevado pela adoção de motores com menor perda, como os do ciclo Atkinson-Miller em vez do difundido ciclo Otto.
- *Desligamento automático:* um sistema híbrido pode desligar automaticamente o motor em caso de parada, enquanto no veículo convencional o motor a combustão continua funcionando.
- *Tecnologias de recarga da bateria, como frenagem regenerativa:* no caso dos motores a combustão, embora a aplicação seja possível, a armazenagem da energia gerada para fins de movimentação não é, ficando restrita ao consumo de periféricos (como ar condicionado, luzes etc.).
- *Otimização da transmissão:* o paradigma mecânico permite apenas um número limitado de combinações de rotação e potência, que limitam a eficiência do conjunto. Já com sistemas eletrônicos, as possibilidades de combinações são muito maiores. A Toyota, por exemplo, desenvolveu um sistema de transmissão eletrônica que permite um número infinito de combinações. Seu sistema é extensivamente patenteado, o que leva os competidores a licenciar essa tecnologia ou a utilizar sistemas menos eficientes, baseados em combinações amplas, mas não infinitas.

Há duas formas básicas de arranjo dos componentes de um sistema híbrido, que resultam em arquiteturas diferentes dos automóveis. Nos sistemas em série, o motor a combustão interna é ligado a um gerador e não diretamente ao trem de acionamento. O motor elétrico é que movimenta as rodas. Já no sistema em paralelo, tanto o motor elétrico quanto o motor a combustão podem movimentar as rodas, conjunta ou independentemente.

Há ainda um terceiro sistema que conjuga os dois anteriores, incorporando a possibilidade de recarga da bateria pelo motor a combustão mesmo quando ele estiver tracionando o veículo.

Os veículos elétricos puros

Os veículos puramente elétricos não têm um motor a combustão. São integralmente movidos por energia elétrica, seja provida por baterias, por células de combustível,¹¹ por placas fotovoltaicas (energia solar) ou ligados à rede elétrica, como os *trólebus*. Entre esses, a maioria dos lançamentos das grandes montadoras tem se concentrado em veículos movidos a bateria.

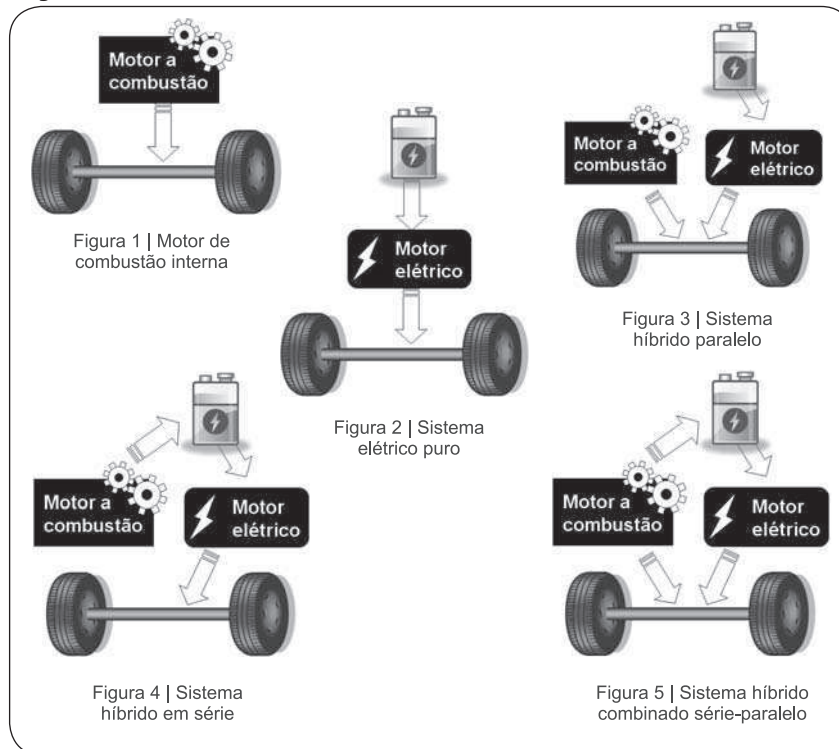
Percebe-se uma clara distinção entre os veículos elétricos puros e os híbridos em relação a dois aspectos: a autonomia, que atualmente é maior nos híbridos justamente pela utilização acessória de um motor a combustão, e o peso do conjunto de baterias. Os demais parâmetros são similares para os modelos estudados.

As Figuras 1 a 5 trazem, de forma simplificada, um desenho esquemático da arquitetura dos sistemas apresentados, bem como do sistema tradicional.

Com um sistema elétrico puro (Figura 2), há poucos modelos em comercialização, com destaque para o Tesla Roadster. Representantes do sistema híbrido paralelo (Figura 3) são os modelos comercializados pela Honda, como o Insight e o Civic. Um exemplo de uso de um sistema híbrido em série (Figura 4) será o GM Volt. Por fim, o sistema híbrido combinado série-paralelo (Figura 5) é o que equipa o Toyota Prius, o

¹¹ Células de combustível (*fuel cells*) são células eletroquímicas (como as pilhas) que convertem combustível em eletricidade. Apesar da possibilidade de utilizar diferentes combustíveis, há um forte apelo pelo uso do hidrogênio, que resultaria em veículos praticamente não poluentes.

Figuras 1 a 5



veículo híbrido mais vendido no mundo. Mais adiante, apresenta-se uma análise dos modelos disponíveis no mercado ou com lançamento previsto.

Componentes

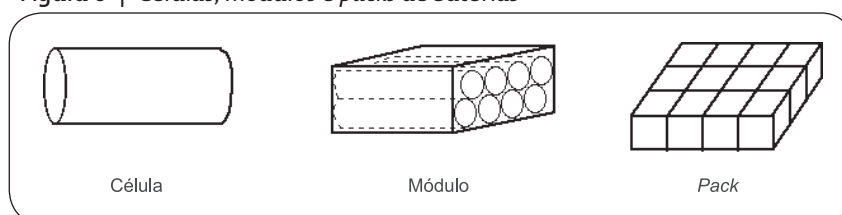
Os componentes dos veículos elétricos têm algumas diferenças em relação aos dos veículos com motor a combustão interna. A mais significativa é a inclusão de uma bateria, que responde por uma parte importante do custo de um veículo elétrico. Estimativas apontam que a bateria representa mais de 50% do custo do veículo.¹² Há ainda outros componentes incorporados, que serão detalhados a seguir, assim como componentes eliminados ou reduzidos, como o tanque de combustível.

¹² As reportagens disponibilizadas nos *links* a seguir apresentam estimativas de custos das baterias: <<http://www.wired.com/autopia/2009/07/ev-moon-shot/>> e <<http://green.autoblog.com/2010/05/15/nissan-leaf-profitable-by-year-three-battery-cost-closer-to-18/>>.

Baterias

A bateria é um componente central em veículos elétricos. Sua função é de armazenagem de energia. Embora exista em veículos de combustão interna, uma bateria destinada à tração do veículo tem, além da função, características diferentes das tradicionais. Elas são dispostas em módulos (mais de uma célula de bateria) ou em *packs* (mais de um módulo), conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 | Células, módulos e *packs* de baterias



Fonte: Gaines e Couenca *apud* Calstart (2010).

Existem vários tipos de baterias de utilização possível em um veículo elétrico. No entanto, não há um padrão definitivo. Como se verá adiante, modelos de veículos elétricos já em comercialização utilizam baterias distintas umas das outras.

Há quatro tipos que disputam o estabelecimento de um padrão para a indústria automobilística: as de chumbo-ácido (PbA), as de níquel-hidreto metálico (NiMH), as de sódio e as de íon-lítio.

As baterias automotivas mais frequentes são as de chumbo-ácido, utilizadas nos veículos com motor a combustão interna para o acionamento de partes elétricas, como ignição eletrônica, injeção eletrônica, ar condicionado, vidro elétrico, computador de bordo, alarme, trava elétrica e som automotivo. Porém, também podem ser utilizadas para fins de tração. Elas têm como principais desvantagens o custo e o curto ciclo de vida. Por conter componentes perigosos (chumbo e ácido sulfúrico), há normas ambientais que disciplinam seu recolhimento, descarte e eventual reciclagem. Segundo o Cempre (2010), “em 2008, o Brasil atingiu 99,5% de reciclagem das baterias de chumbo-ácido. Como o Brasil não é autossuficiente em chumbo, é preciso importar cerca de 40% dele, o que faz com que a procura pelo reciclado seja muito grande”. Em função disso, grande parte dos fabricantes requer a devolução da bateria usada, quando efetua uma venda.

As de níquel-hidreto metálico constituem a tecnologia dominante para os veículos elétricos em fabricação atualmente. As principais vantagens são a confiabilidade e a vida útil, estimada em 10 anos, enquanto suas desvantagens são o custo, principalmente por causa do alto conteúdo de níquel, o peso relativamente alto, a eficiência ainda não ideal, pois há ainda bastante perda de energia na forma de calor, e o fato de não poderem descarregar completamente [Lache *et al.* (2008)]. Essa última característica é imprescindível em veículos elétricos puros, mas não relevante em veículos híbridos, nos quais há fontes alternativas de energia. Há dois fabricantes relevantes de baterias desse tipo para veículos, ambos de origem japonesa: a Panasonic, que equipa os híbridos Toyota Prius e Honda Insight, e a Sanyo [ABVE (2007)].

Exemplos de outros modelos híbridos que utilizam esse tipo de bateria incluem os da Honda (Civic), da GM (Malibu, Silverado e Tahoe), da Ford (Fusion, Escape) e da Nissan (Altima), entre outros [EERE (2010)].

É interessante enfatizar que um veículo como o Toyota Prius, o híbrido mais vendido atualmente, utiliza duas baterias. Uma delas é similar às utilizadas nos veículos convencionais para gerenciamento elétrico do automóvel, de chumbo-ácido. A segunda é específica para veículos elétricos, de níquel-hidreto metálico.

As de sódio, “zebra” ou ainda de “sal fundido” são uma tecnologia relativamente madura, mas que têm como limitação a necessidade de aquecimento para cerca de 270° C para funcionamento, o que consome bastante energia. Sua vantagem é não conter materiais tóxicos, como as de chumbo-ácido. É a alternativa utilizada no protótipo de caminhão leve Daily Elétrico, construído no âmbito da parceria entre as empresas Iveco e Itaipu Binacional, e do Palio Weekend Elétrico, da parceria entre a Fiat e a Itaipu. As baterias são fornecidas pela empresa suíça FZ Sonick, *joint-venture* formada em 2010 pelas empresas FIAMM e MES-DEA.

As de uso mais promissor e que já incorporam alguns veículos são as de íon-lítio. Tais baterias compreendem, na verdade, uma família de baterias, com suas vantagens e desvantagens.

As baterias são formadas por um catodo (+) e um anodo (-). O catodo é o maior determinante da energia, da segurança, da vida útil e do custo de uma bateria. Assim, as principais diferenças das famílias de baterias residem nos catodos. Os anodos são feitos, usualmente, de grafite, embora

haja experiências utilizando outros materiais, como titanato de lítio (LTO), grafite com superfície modificada ou carbono [Lache *et al.* (2008)].

Exemplos de tipos de baterias de íon-lítio são os seguintes: LCO (óxido de lítio-cobalto), NCA (lítio-níquel-cobalto-alumínio, ou LiNiCoAl), NMC (lítio-níquel-manganês-cobalto, ou LiNiMnCo), LMO/LTO (lítio-manganês spinel) e LFP (fosfato de ferro-lítio, ou LiFePO₄) [Dinger *et al.* (2010)]. A mais presente em aplicações comerciais é do tipo LCO, que equipa os telefones celulares e *laptops*, por exemplo.

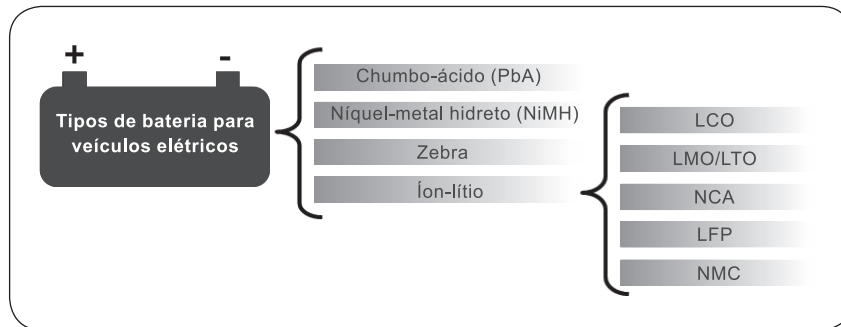
De forma geral, as baterias de íon-lítio, quando comparadas com as de NiMH, têm como vantagens maior capacidade por volume, maior eficiência e menor custo do metal (lítio, quando comparado com o níquel). Constituem ainda desafios para essas baterias a segurança, a *performance* em condições extremas de temperatura, a durabilidade e o custo total da bateria.

A empresa americana A123 Systems e a chinesa BYD produzem baterias de íon-lítio do tipo LFP. Há vários projetos de montadoras para lançamento de veículos com baterias com base nessa tecnologia. Já a empresa Compact Power Inc. (CPI), subsidiária da LG Chem, produz as do tipo LMO, que devem equipar o GM Volt. A empresa Johnson Controls produz baterias do tipo NCA e as empresas EnerDel, Toshiba e AltairNano, as do tipo LMO/LTO. As do tipo NMC ainda não são produzidas em escala, mas deverão equipar o modelo Nissan Leaf [Loveday (2009)]. Várias empresas de baterias também estão trabalhando com o NMC. O Tesla Roadster, um veículo elétrico puro já em comercialização, utiliza lotes de baterias de íon-lítio do tipo LCO. Há ainda outros fabricantes relevantes, como as asiáticas Cobasys, Nec, Hitachi e Samsung, as europeias Fiamm e Exide e as norte-americanas Valence Technologies, Axion Power e Advanced Lithium Power [Impinnisi (2010)].

A Figura 7 mostra um diagrama esquemático dos principais tipos de baterias encontrados nos atuais veículos elétricos. Há uma série de outros tipos de baterias em desenvolvimento ou apenas sendo consideradas para a utilização em veículos elétricos.

Em geral, sete parâmetros são relevantes para a escolha de uma bateria veicular e se mantêm como alguns gargalos tecnológicos a superar: a segurança, a vida útil (quantos ciclos de carga e descarga e a idade), a *performance* (desempenho em baixas temperaturas, medições e gerenciamento térmico), a capacidade (quanta energia ela pode armazenar), a potência

Figura 7 | Diagrama esquemático de tipos selecionados de baterias para veículos elétricos



específica, o peso e o custo [Dinger *et al.* (2010) e Calstart (2010)]. Segundo estudo da consultoria BCG [Dinger *et al.* (2010)], nenhuma das tecnologias de baterias íon-lítio tem, atualmente, bom desempenho em todas as dimensões.

Ao comparar alguns tipos de baterias quanto a determinadas variáveis selecionadas, observa-se que as de íon-lítio obtêm melhor desempenho, embora tenham custo mais elevado e problemas de segurança. Já as de PbA obtêm desempenho pior, mas custo mais baixo, enquanto as difundidas de NiMH figuram em posição intermediária quanto a desempenho e custo. Por fim, as Zebra têm como principal limitante o fato de serem desenvolvidas apenas por uma empresa, enquanto há várias empresas pesquisando as alternativas. A Tabela 4 apresenta um comparativo resumido entre os principais tipos de baterias para veículos elétricos.

Tabela 4 | Comparativo entre baterias, segundo variáveis selecionadas

		Energia (Wh/kg)	Vida útil (ciclos)	Custos	Segurança	Problemas
PbA		30-50	200-300	X	Estável	Baixa energia
NiMH		60-80	300-500	3X	Estável	Opção intermediária. Não lidera em custo, nem em desempenho.
Zebra		100-110	>1.000	3X	Estável	Desenvolvimento limitado a uma empresa
Íon-lítio	NCA	100-130	>800	5X	Necessitam de proteção	Custo e segurança
	NMC	100-130	>1.000			
	LFP	90-110	>2.000			

Fonte: Adaptado de Impinnisi (2010).

Atualmente, as montadoras têm constituído parcerias para desenvolvimento ou fornecimento de baterias com fabricantes ou com outras montadoras. Exemplos de parcerias anunciadas são as seguintes: Toyota e Panasonic [Primearth (2010)], Ford e Magna [Ford (2009)], Volkswagen e BYD [Rauwald e Shirouzu (2009)], Daimler e BYD [Daimler (2010)], Renault-Nissan e Daimler [Renault-Nissan e Daimler (2010)], Toyota e Tesla Motors [Motavalli (2010)], Mitsubishi e PSA-Peugeot-Citröen [Hagiwara (2010)], e Toyota e Mazda [Roberti (2010)].

Como ainda não há uma definição quanto ao tipo de bateria que equipará os veículos elétricos, várias são as alternativas pesquisadas. No futuro, há a possibilidade de que, com o amadurecimento das tecnologias e a definição de um padrão, a bateria possa se tornar uma *commodity* [Impinnisi (2010)].

Outros componentes

Além das baterias, os veículos elétricos têm outros componentes que não fazem parte dos veículos com motor a combustão interna. Da mesma forma, componentes relacionados ao motor a combustão, como o sistema de exaustão e o tanque de combustível, não fazem parte de um veículo puramente elétrico.

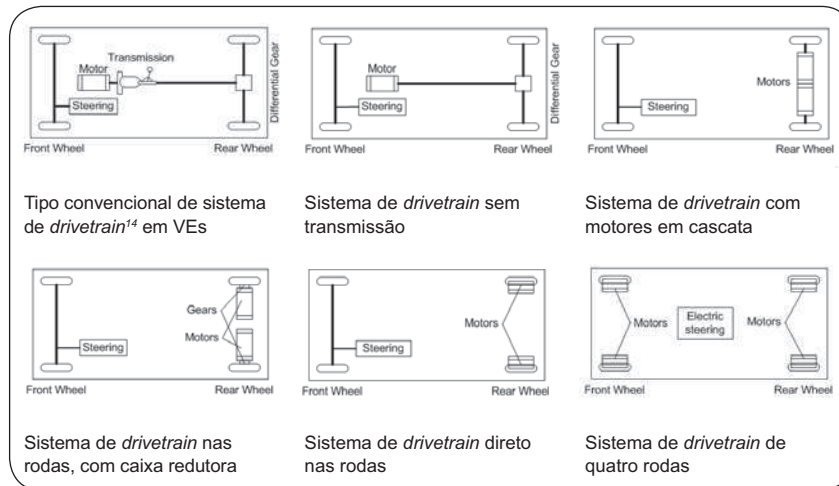
Entre os novos componentes, um motor elétrico, um inversor de potência, uma transmissão de velocidade única e um carregador embarcado passarão a constituir parte relevante do custo de um automóvel.¹³

Ainda que o motor elétrico tenha um apelo diferente do motor a combustão interna presente nos veículos convencionais, nos quais ele é fator importante de desempenho, e constitua um dos principais elementos para uma segmentação de mercado de automóveis, a tendência é de que, nos veículos elétricos, ele seja mais comoditizado. O princípio de funcionamento é o mesmo de motores elétricos tradicionalmente utilizados.

Há algumas configurações possíveis para o motor elétrico em um automóvel. Ele pode ser centralizado, assumindo um papel similar a um motor de combustão interna, ou junto a cada uma das rodas, o que reduz as perdas de transmissão. O Toyota Prius é um exemplo de configuração com motor centralizado, enquanto o Mitsubishi i Miev tem motores nas rodas. A Figura 8 ilustra algumas configurações possíveis.

¹³ Electrification Coalition (2009).

Figura 8 | Diferentes configurações possíveis para o motor elétrico em um automóvel



Fonte: Xue *et al.* (2008).

Há quatro tipos de motores em aplicação nos veículos elétricos. O primeiro é o motor de corrente contínua com escovas,¹⁵ que, embora de baixa eficiência e alto peso, tem custo inferior, sendo uma alternativa ainda considerada. Normalmente é utilizado nos veículos convencionais como motor de arranque e para funcionamento dos limpadores dos vidros. Já os motores de indução são de simples construção, baixa manutenção, confiáveis e de baixo custo. No entanto, seus controladores são muito caros. Os motores de corrente contínua sem escovas são os que equipam os modelos Toyota Prius e Honda Insight. Embora mais eficientes, são mais caros e pesados que os anteriores. Por fim, existem os motores de relutância comutada, que têm o menor peso de todos e são de fácil refrigeração, embora mais caros [Xue *et al.* (2008)].

Os inversores de potência servem para transformar a corrente contínua em corrente alternada, o que permite o acionamento do motor elétrico e o funcionamento de alguns equipamentos eletrônicos no automóvel.

¹⁴ Drivetrain é “o sistema que leva a potência do motor às rodas para produzir movimento. Compreende transmissão, unidade de transferência (em modelos 4x4), cardan, diferencial e eixo de rodas” [Toyota (2010)].

¹⁵ Escovas, também chamadas de carvão, são componentes de motores elétricos que conduzem a energia das bobinas ao rotor. São desgastadas por atrito, o que leva a uma perda gradual de eficiência.

Os carregadores embarcados são dispositivos que permitem o carregamento da bateria em qualquer tipo de tomada.

Há ainda componentes inovadores que podem fazer parte dos veículos elétricos. O Toyota Prius, por exemplo, tem um equipamento chamado de *power-split*, que gerencia a potência do motor a combustão entre a movimentação direta do veículo e a geração de energia para o carregamento da bateria.

Outro componente bastante comum nos veículos elétricos é o sistema de frenagem regenerativa. Conforme definição da ABVE (2010):

A frenagem regenerativa permite a um veículo recapturar e armazenar parte da energia cinética que seria convertida em calor (nas lonas ou discos nas rodas) durante a frenagem por atrito no veículo convencional. Na frenagem regenerativa, quando o motorista pisa no freio para reduzir a velocidade do veículo elétrico, o(s) motor(es) elétrico(s) de tração é(são) chaveado(s) para atuar como gerador(es) de eletricidade acionado(s) pela(s) roda(s) ou eixo da(s) roda(s). A energia elétrica gerada com a frenagem do veículo é armazenada na(s) bateria(s). Para possibilitar uma frenagem rápida e abrupta, os veículos elétricos são providos também dos freios tradicionais.

Tais dispositivos são aplicáveis também a veículos convencionais, com motor a combustão interna. Exemplos de aplicação estão nos carros de Fórmula 1, em que algumas equipes os adotaram a partir da temporada de 2009. Estima-se que as perdas de energia com as frenagens representem cerca de 5,8% do total consumido por um veículo convencional. Os dispositivos de frenagem regenerativa visam reduzir essa perda.

Síntese

Em resumo, os veículos elétricos trazem algumas mudanças, ao substituir o paradigma mecânico pelo eletrônico. Assim, alguns sistemas eletroeletrônicos já presentes nos veículos com motor a combustão tendem a mudar de status, assumindo uma importância mais central no veículo elétrico. Podem-se esperar mudanças na cadeia de suprimentos de veículos automotores, como já ocorre com a entrada de competidores na área de baterias. Porém, o desenvolvimento de componentes ainda é um desafio para uma ampla difusão dos veículos elétricos.

As montadoras de veículos e fornecedores de baterias e de sistemas eletrônicos têm liderado o desenvolvimento tecnológico, conforme levantamento realizado pelo Escritório Japonês de Patentes. Foram levantadas as patentes registradas no período de 1995 a 2006 em cinco mercados (Estados Unidos, Japão, Europa, China e Coreia do Sul) quanto ao desenvolvimento relacionado a veículos elétricos, híbridos e de células a combustível. O resultado mostra que mais de 70% das patentes eram de empresas japonesas. O total saltou de 9.034 patentes, entre 1995 e 2000, para 16.670, entre 2001 e 2006. A Tabela 5 ilustra as empresas com mais patentes em cada mercado.

Tabela 5 | Registros de patentes na área de veículos elétricos entre 1995 e 2006

	Japão	EUA	Europa	China	Coreia do Sul				
Toyota	3407	Toyota	463	Toyota	600	Toyota	278	Hyundai	292
Nissan	1902	Honda	418	Honda	359	Nissan	108	Toyota	87
Honda	1150	Nissan	256	Siemens	283	Honda	80	Nissan	51
Hitachi	759	Hitachi	173	Nissan	223	Hitachi	53	Honda	40
Toshiba	474	Ford	117	Daimler	180	Siemens	37	Hitachi	33

Fonte: Akasaka (2009).

Percebe-se que, no período, havia predominância de desenvolvimentos realizados por empresas japonesas e concentradas no mercado japonês. Com a expectativa de lançamento de veículos híbridos por montadoras americanas no fim desta primeira década do século XXI, espera-se que haja um progressivo aumento da participação destas no registro de patentes no mundo.

Em síntese, o padrão dominante de veículo elétrico ainda é uma incerteza. Há muitas variantes, desde indefinições quanto ao tipo de bateria e motor elétrico a utilizar até a própria arquitetura dos modelos. Dois modelos de veículos elétricos podem trazer diferenças substanciais entre si. O desenvolvimento de fornecedores em trabalho conjunto com as montadoras pode acelerar o estabelecimento de alguns padrões que, por sua vez, podem permitir o surgimento de novos fornecedores relevantes globalmente.

Modelos, perspectivas e mercado de veículos elétricos

Há alguns modelos de veículos elétricos em comercialização no mundo e vários com lançamento previsto. A seguir, descrevem-se alguns modelos, sobretudo de automóveis, presentes no mercado ou em desenvolvimento, considerando os sistemas híbrido e puramente elétrico.

Um exemplo de veículo com sistema híbrido é o Toyota Prius, lançado em 1997 no Japão e em 2000 em outros mercados, como os Estados Unidos e a Europa. Atualmente em sua terceira geração, é considerado o primeiro veículo híbrido produzido em massa e lançado globalmente. Ele evoluiu do sistema híbrido paralelo para o combinado. Em 2009, atingiu um acumulado de dois milhões de veículos vendidos desde o seu lançamento [Toyota (2010)].

Outro exemplo, o GM Volt, funciona com um sistema híbrido em série, com recarga feita por sistema *plug-in*¹⁶ e baterias de íon-lítio. Com o conceito apresentado em 2007, tem previsão de lançamento comercial em 2011.

Para ilustração, são veículos elétricos puros o Nissan Leaf, com lançamento previsto para 2010, e o Mitsubishi i MiEV, à venda no mercado. Ambos utilizam baterias de íon-lítio, sendo que o i MiEV tem três motores elétricos em vez de um, sendo um para cada roda dianteira e outro para o conjunto traseiro.

No Brasil, entre os projetos em desenvolvimento, pode-se citar o Projeto VE, iniciado em 2006, da Itaipu Binacional, em cooperação com a empresa suíça Kraftwerke Oberhasli (KWO), controladora de hidrelétricas suíças, e a montadora Fiat, além de outras empresas e instituições de pesquisa. São dois veículos em desenvolvimento, o Palio Weekend Elétrico e o caminhão leve Iveco Daily Elétrico. Ambos são veículos elétricos puros, sendo que o Palio utiliza uma bateria de níquel e o Daily, três baterias, de sódio, níquel e cádmio. Do Palio, são produzidos, em caráter experimental, quatro unidades por mês atualmente.

Há também projetos em fase mais embrionária, como o do Triciclo Pompéo, em desenvolvimento por uma empresa na incubadora tecnológica da

¹⁶ A denominação *plug-in* indica que a bateria do veículo pode ser recarregada por um *plug* conectado a uma fonte externa de energia elétrica.

Itaipu Binacional, que utiliza baterias de íon-lítio e motor elétrico fornecido pela empresa Weg. Tem lançamento previsto para 2011.

Em escala comercial, encontram-se no Brasil as motocicletas do tipo *scooter* elétricas, produzidas pelas empresas Motor Z, em São Bernardo do Campo (SP), Bramont, em Manaus (AM), e GPS Electric Movement, em Natal (RN) [Scooters (2009)], e ônibus urbanos com tração elétrica, fornecidos pela empresa Eletra, e a célula de hidrogênio, fabricados pela Tutto Trasporti. A Eletra afirma ter 300 *trolebus* e 45 ônibus híbridos em operação na Grande São Paulo [Eletra (2010)]. Há ainda um ônibus urbano híbrido (diesel-elétrico) recém-lançado pela empresa Agrale [Riatto (2010)]. Além disso, há veículos elétricos fabricados no Brasil para transporte em áreas particulares (ambientes fabris, centros de distribuição, campos de golfe etc.) por algumas empresas como Jacto e Agix.

A Tabela 6 ilustra alguns modelos de automóveis híbridos em comercialização, como o Toyota Prius e o Honda Insight, e com lançamento previsto (GM Volt), além de alguns modelos puramente elétricos, como o Mitsubishi i MiEV, o Nissan Leaf e o protótipo Fiat Palio Weekend Elétrico. Para fins de comparação, foram acrescentados dois modelos convencionais, com motor a combustão interna: o Palio Weekend fabricado no Brasil, para fins de comparação com seu similar elétrico, e o Toyota Corolla fabricado para o mercado norte-americano, escolhido como padrão para comparação.

Percebe-se que os dados relativos a tópicos de desempenho, como aceleração e velocidade máxima, são bastante similares entre os modelos. Há diferenças perceptíveis no consumo, que é menor nos veículos híbridos, embora a autonomia seja similar à dos veículos convencionais. Curiosamente, mesmo com baterias bem pesadas, o peso total do veículo mantém-se em patamar similar, independentemente do tipo de veículo. Por fim, cabe mencionar que a autonomia dos veículos puramente elétricos ainda é bem menor que as dos demais tipos.

As vendas de modelos puramente elétricos ainda são muito restritas, em função de haver poucos modelos lançados comercialmente. O Tesla Roadster, por exemplo, um automóvel voltado a um nicho esportivo, vendeu 937 unidades de 2008 até o fim de 2009 [Tesla (2010)].

Já os híbridos têm um histórico maior de vendas, com modelos lançados há mais de uma década. As vendas são amplamente dominadas pela

Tabela 6 | Comparativo de alguns modelos de veículos elétricos

Lançamento/ano	Híbridos						Puramente elétrico			Motor a combustão		
	Toyota Prius			Honda Insight		GM Volt	Mitsubishi i MiEV	Nissan Leaf	Palo Elétrico (Itaipu/Fiat)	Palo Weekend ELX 1.4 (Brasil)	Toyota Corolla S 1.8l (EUA)	
	Geração 1 (Japão)	Geração 1 (Mundo)	Geração 2	Geração 3	Geração 1	Geração 2						2010
Potência do motor a combustão (HP)	58	70	76	98	64	98	n.d.	n.a.	n.a.	n.a.	85	132
Potência do motor elétrico (HP)	40	44	67	80	13	13	71	63	107	20	n.a.	n.a.
Aceleração 0-96 km/h (s)	14,1	12,5	10,1	9,8	10,6	12,2	n.d.	n.d.	9	28 ⁵	13,4 ³	10,1
Peso das baterias (kg)	57	52	45	44	22	29	180	165	200	165	n.a.	n.a.
Peso do veículo (kg)	n.d.	1.254	1.317	1.380	889	1.250	1.580	1.080	n.d.	1.029	1.091	1.280
Autonomia (km)	n.d.	579 ²	547 ²	n.d.	950 ²	644 ²	64 ⁴ / 483 ²	160	160	120	403	637
Velocidade máxima (km/h)	n.d.	159	178	n.d.	180	180	160	130	140	110	167	n.d.
Consumo médio (km/l)	n.d.	17,4	19,5	21,2	22,1	17,4	n.d.	n.a.	n.a.	n.a.	7,9 ⁴	12,7
Preço (US\$)	--	--	--	22.800	--	19.800	41.000	47.500	33.000	80.217 ⁵	22.865 ⁵	16.520

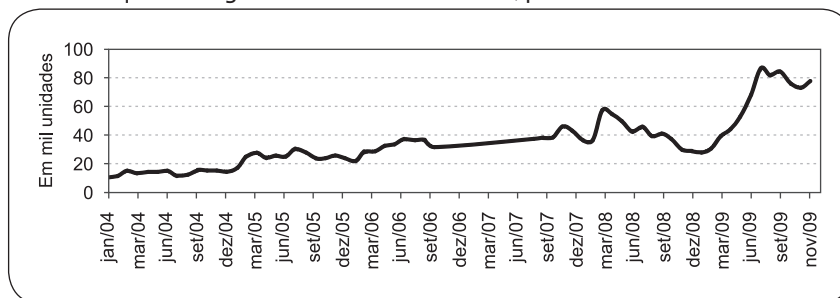
Fontes: Zapata e Nieuwenhuis (2007), GM (2010), Mitsubishi (2010), Nissan (2010), Toyota (2010), Honda (2010), U.S. DOE e U.S. EPA (2010), INL (2010), Fiat (2010) e Grieco (2008). Elaboração própria. Preços não incluem subsídios governamentais diretos.
 Notas: ¹ Exclusivamente a bateria; ² utilizando também o motor a combustão; ³ 0-100 km/h; ⁴ média entre o consumo urbano (6,4 km/l) e o na estrada (9,4 km/l); ⁵ R\$/US\$ 1,8076 (30.6.2010).
 n.d. = não disponível; n.a. = não aplicável

Toyota, que concentra cerca de 70% do volume, e em seu modelo Prius, que responde por mais de metade das vendas globais. O modelo liderou as vendas no Japão em 2009, com cerca de 209 mil unidades, quantidade semelhante às vendas do modelo Fiat Palio Flex no Brasil.

Do total de automóveis produzidos no mundo, a participação dos veículos híbridos subiu de 0,59%, em 2006, para 1,23%, em 2009. As vendas têm se concentrado fortemente nos Estados Unidos e no Japão, com cerca de 84% do volume total, enquanto países como Canadá, Alemanha, França, Holanda e Reino Unido respondem pela quase totalidade restante.

O Gráfico 2 mostra a evolução das vendas globais de veículos híbridos, por mês, enquanto a Tabela 7 ilustra as vendas globais anuais.

Gráfico 2 | Vendas globais de veículos híbridos, por mês



Fonte: Elaboração própria, com base em MarkLines (2010).

Tabela 7 | Evolução das vendas globais de veículos automotores (em mil unidades)

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Híbridos	165,9	292,3	377,9	509,4	502,1	744,9
Total	n.d.	n.d.	63.528,1	66.222,7	64.116,3	60.519,3
%	n.d.	n.d.	0,59	0,77	0,78	1,23

Fonte: Elaboração própria, com base em MarkLines (2010), Cooke (2009) e ACEA (2010).

De fato, as vendas anuais saltaram de 166 mil, em 2004, para 745 mil, em 2009. Embora ainda constituam números pouco representativos, um indicativo de que a tendência é de aumento da participação dos híbridos é o fato de que a grande maioria das montadoras tem modelos já lançados ou com lançamento previsto (Tabela 8).

Tabela 8 | Relação de alguns modelos de veículos híbridos lançados ou com lançamento previsto

Em comercialização	Com lançamento previsto			Sem data prevista para lançamento
	2010	2011	Após 2011	
BMW • ActiveHybrid X6	Ford • Lincoln MKZ	BMW • BMW 5-Series ActiveHybrid	Fiat • Ferrari Hybrid	Hyundai • Hyundai Accent
BYD • BYD (F3DM, F6DM)	GM • GM Volt	Honda • Honda CR-Z	Ford • Ford Plug-in Hybrid	VW • VW New Compact Coupé
Ford • Ford (Fusion, Escape) • Mercury (Mariner, Milan)	Mercedes-Benz • Mercedes E Class	Hyundai • Hyundai Sonata Infiniti M35	• Volvo Plug-in Hybrid	• VW Touareg
GM • Cadillac Escalade • Chevy (Tahoe, Silverado) • GMC (Yukon, Sierra) • Saturn (Aura, VUE)	VW • Porsche Cayenne S	PSA • Peugeot Diesel Hybrid		
Honda • Honda (Insight, Civic)		Toyota • Lexus CT 200h Hatchback		
Mercedes-Benz • Mercedes (S400, ML450)		VW • Audi (A8, Q5 Crossover)		
Nissan • Nissan Altima		• Suzuki Kizashi		
Toyota • Toyota (Prius, Camry, Highlander) • Lexus (LS, GS, HS, RX)				

Fonte: Elaboração própria, com base em EDTA (2010) e *sites* das montadoras.

No caso dos modelos puramente elétricos, ainda há poucas montadoras com veículos lançados, a maior parte pequenas, havendo muitas empresas com veículos ainda em fase de desenvolvimento (Tabela 9).

Tabela 9 | Relação de alguns modelos de veículos puramente elétricos lançados ou com lançamento previsto

Em comercialização	Com lançamento previsto			Sem data prevista para lançamento
	2010	2011	Após 2011	
BYD • BYD e6	Ford • Ford Battery Electric Van	Ford • Ford Battery Electric Small Car	Fiat • Fiat 500 minicar	BMW • Mini E
Elbil Norge • Buddy	Nissan • Nissan LEAF	GM • Opel Ampera	Ford • Ford Focus	Ford • Volvo C30
Mitsubishi • Mitsubishi iMiEV	PSA • Citroën C-Zero	PSA • Peugeot Urban EV	Renault • Renault (City Car, Urban EV)	Tata Motors • Tata Indica Vista EV
Tesla • Tesla Roadster	Coda • Coda Automotive Sedan	Renault • Renault (Kangoo Z.E., Fluence Z.E.)	Tesla • Tesla EV	
Think • Think City		Tesla • Tesla Model S	VW • Audi E-tron • VW E-Up	

Fonte: Elaboração própria, com base em EDTA (2010) e *sites* das montadoras.

Percebe-se um movimento relevante de lançamentos de modelos híbridos pelas maiores montadoras de automóveis no mundo. No caso dos puramente elétricos, o movimento é mais lento, havendo várias montadoras ainda em fase de desenvolvimento de seus modelos.

Considerando-se os modelos levantados na pesquisa, estima-se que leve pelo menos três anos para que o número de modelos de automóveis puramente elétricos lançados atinja o número atual de modelos híbridos. Um dos motivos para essa diferença no lançamento dos modelos híbridos e puramente elétricos é justamente a necessidade de superar desafios como o da bateria, que ainda apresenta baixa autonomia, o que inviabiliza a grande disseminação dos puramente elétricos.

Como já mencionado anteriormente, é importante notar que a demanda por veículos elétricos ainda parece ser bastante dependente da existência de incentivos governamentais. O elevado custo dos modelos, em comparação com seus similares convencionais, aliado a problemas tecnológicos ainda presentes nos modelos lançados, tais como baixa autonomia e elevado tempo de recarga, e de infraestrutura, que ainda é bastante restrita, tem levado o poder público dos países a adotar diversas medidas para assegurar a entrada dos veículos elétricos como alternativa comercialmente viável. Em todos os países em que as vendas de veículos elétricos são relevantes, encontram-se iniciativas governamentais que financiam sua comercialização.

Nas próximas décadas, a imposição de limites de emissões veiculares mais severos, expostos no Gráfico 1, tende a acelerar a penetração dos veículos híbridos e elétricos. A evolução dos motores a combustão e a maior utilização de biocombustíveis não deverão ser suficientes para atender aos requisitos a partir de determinados limites, o que provavelmente induzirá a eletrificação veicular. O desenvolvimento tecnológico e a constituição de uma rede de infraestrutura podem acelerar a taxa de penetração dos veículos híbridos e elétricos, ao remover os entraves existentes à difusão dos veículos elétricos. Dado o estágio incipiente, as projeções são muito variáveis. Em comum, pelo menos para as próximas décadas, é esperada uma coexistência entre os veículos híbridos/elétricos e os tradicionais veículos propulsionados por motores a combustão interna. O Quadro 1 apresenta duas projeções realizadas recentemente.

Quadro 1 | Projeções sobre a participação nas vendas globais e na frota de veículos híbridos e elétricos (em %)

	Projeção IEA (vendas)				
	2007	2020		2030	
		Cenário de referência*	Cenário 450*	Cenário de referência*	Cenário 450*
Veículos a combustão	99	93	52	93	42
Híbridos	1	7	32	7	29
Híbridos <i>plug-in</i>	0	0	12	0	21
Veículos elétricos	0	0	4	0	7

Fonte: IEA (2009).

	Projeção Deutsche Bank			
	2010	2015	2020	2030
Híbridos/elétricos como % das vendas totais				
EUA	4,2	10,2	26,7	75,8
China	0,4	7,7	25,8	78,3
Global	1,7	6,2	19,9	66,0
Híbridos/elétricos como % da frota				
EUA	0,9	3,0	8,8	39,8
China	0,1	3,5	15,4	63,1
Global	0,3	1,8	6,6	35,6

Fonte: Deutsche Bank (2009).

Nota: * Na projeção da IEA, o cenário de referência baseia-se no ambiente existente na época de elaboração das projeções, enquanto o cenário 450 considera ações dos governos para limitar a concentração de gases causadores do efeito estufa a 450 partes por milhão dos equivalentes do dióxido de carbono.

Observa-se que, mesmo considerando o cenário mais conservador, estima-se um crescimento nas vendas globais de veículos elétricos de mais de cinco vezes nos próximos 10 anos, podendo atingir mais de metade das vendas até 2030.

Desafios e oportunidades

As transformações decorrentes da produção e das vendas de veículos elétricos representam desafios e oportunidades. Além das mudanças na cadeia fornecedora, caracterizadas pela incorporação de novos componentes, será necessário constituir uma infraestrutura voltada aos veículos. Há também espaço para a introdução de novos serviços.

Infraestrutura

A alimentação energética será realizada de forma completamente diversa da atual. Mesmo nos híbridos, que contam com a opção do abastecimento tradicional, há a opção de recarga por meio da rede de energia elétrica, que deverá se tornar predominante ao longo do tempo. Uma tendência dos novos modelos, a presença do *plug* será responsável pela interface com a rede elétrica.

Essa mudança afetará toda a rede, abrangendo da instalação de tomadas de força nas garagens das residências à instalação de pontos de recarga rápida ao longo das principais vias. Além de mudanças na rede básica, a eletrificação veicular cria oportunidades para novos modelos de negócios.

Antes de discutir os impactos sobre a rede elétrica, o ponto básico envolve a geração de energia elétrica, mais especificamente a capacidade de prover a energia adicional demandada pelos veículos elétricos. Salvo algum evento extraordinário, a introdução dos veículos elétricos será gradual, sendo a demanda inicial acomodada pelas margens de segurança existentes em grande parte dos sistemas elétricos. No entanto, no longo prazo, a migração do padrão de uma grande parcela da frota veicular demandará a construção de novas usinas de geração de energia elétrica. Como afirmam Yang e McCarthy (2009, p. 17), “if each of the 240 million registered vehicles in the United States charged 5-10 kWh per day, this would require an additional 12–23% electricity generation.” Essa necessidade pode ser reduzida consideravelmente de acordo com a distribuição do carregamento ao longo do dia.

Em termos de transmissão e distribuição, uma mudança importante ocorrerá em nível local. Os efeitos sobre a rede serão condicionados pelo tipo de carregador e pela forma como esse carregamento será realizado. Entretanto, independentemente desses fatores, a eletrificação veicular deverá aumentar consideravelmente o consumo de energia de uma residência.

The addition of a PHEV¹⁷ with 5-10 kWh of useable battery capacity that is charged once per day could add an additional 21-43% (2.200-4.600 kWh) per year to the household electricity load, comparable to average central air conditioning and refrigeration loads [Yang e McCarthy (2009, p. 19)].

¹⁷ *Plug-in hybrid electric vehicle*, ou veículo elétrico híbrido *plug-in*.

Em decorrência dessa maior demanda, os transformadores das ruas seriam sobrecarregados, o que ilustra a necessidade de mudança da infraestrutura em todos os níveis.

O dispositivo de alimentação dos veículos elétricos (EVSE)¹⁸ é segmentado conforme a potência instalada, o que determina o tempo necessário para o carregamento da bateria. Na literatura, a terminologia adotada segmenta os dispositivos nos níveis I, II e III. A Tabela 10 consolida os principais aspectos relacionados aos dispositivos.

Tabela 10 | Principais atributos dos EVSE

Atributo	Nível I	Nível II	Nível III
Tensão elétrica (V)	120	240	480
Corrente elétrica (Amps)	12-20	40	>100
Potência (kW)	1,44	3,3 a 6,6	50
Tempo de recarga de uma bateria de 24 kWh	16 horas	4 a 8 horas	30 minutos
Custo total ¹⁹ (US\$)	833 a 878	1,5 a 2,1 mil	25 a 50 mil

Fontes: U.S. DOE (2008), Electrification Coalition (2009) e Nissan (2010).

Por conta da menor energia requerida, o dispositivo do nível I vem sendo empregado nos primeiros híbridos, sendo fundamental para a difusão dos veículos eletrificados. No entanto, nos modelos mais sofisticados, nos quais a propulsão ficará restrita ao motor elétrico e as baterias serão maiores, a solução oferecida pelos dispositivos do nível I não é satisfatória, em função do elevado tempo exigido para a recarga. Nesse sentido, os dispositivos de nível II despontam como principal aposta dos analistas para os próximos anos. Entretanto, uma redução significativa no tempo de recarga, que o tornaria próximo ao tempo gasto atualmente nos postos de combustíveis, exigiria pontos do nível III.

Além dos custos diretos envolvidos na aquisição, há dispêndio de recursos em intervenções necessárias para adequar o ambiente aos dispositivos. No nível I, por exemplo, é sugerida a criação de um circuito dedicado, a fim de evitar uma sobrecarga no circuito existente.

¹⁸ Em inglês: *electric vehicle supply equipment*.

¹⁹ O custo total considera os gastos adicionais exigidos. Os valores referentes aos níveis I e II foram extraídos de DOE (2008), enquanto o valor relativo ao nível III foi obtido em Electrification Coalition (2009).

No nível II, em que também é necessária a instalação de um painel elétrico, esses custos superam o montante de US\$ 2 mil. No nível III, as estimativas existentes são muito divergentes. No entanto, há relativo consenso acerca do elevado montante, que restringiria seu uso a aplicações comerciais, como eletropostos.

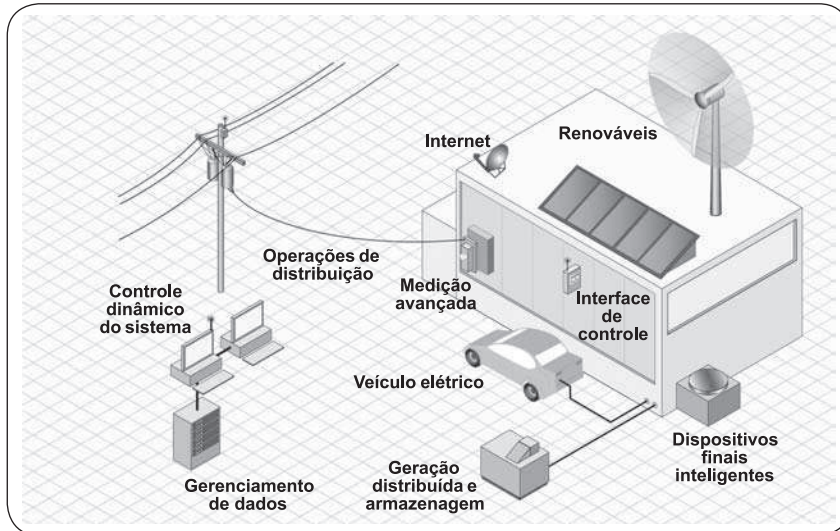
Os veículos elétricos precisam de estruturas novas, que possibilitem a recarga em vias públicas. Esses pontos viabilizariam a realização de viagens e a aquisição dos veículos por indivíduos que não têm garagem privativa. Adicionalmente, a existência de pontos de recarga públicos confere maior liberdade aos usuários, que não precisam ficar restritos aos carregadores domésticos. Assim, seria facilitada a criação de mecanismos que incentivem a distribuição da carga ao longo do dia, evitando, assim, uma sobrecarga nos horários de pico.

Diversos mecanismos podem ser formatados para induzir os proprietários de veículos elétricos a distribuir a carga, sendo a tarifa hora-sazonal a de mais fácil implementação. Tarifas mais baixas nas madrugadas levariam vários consumidores a carregar seus veículos nesse período.

O *smart grid*, ao possibilitar a otimização do uso da rede elétrica, desponta como tecnologia promissora nesse contexto. Mais do que simplesmente otimizar os fluxos, o *smart grid* modifica o relacionamento entre o usuário e a rede elétrica, ampliando a interatividade. A grande energia acumulada nas baterias abre novas possibilidades. O veículo pode atuar como um *no-break*, alimentar a residência ou devolver energia à rede, arbitrando o fluxo de acordo com o diferencial de tarifas de energia. O uso de baterias pode viabilizar a geração de energia elétrica em escala reduzida, com base em fontes não firmes, como fotovoltaica, por conta do armazenamento, e reduz as perdas de transmissão. A introdução do *smart grid* amplia o apelo dos veículos elétricos. No entanto, os elevados investimentos necessários o relegam a um futuro distante. A Figura 9 apresenta o *smart grid* esquematicamente.

Cadeia produtiva

As transformações derivadas da eletrificação veicular afetam todo o setor automotivo e atingem da cadeia produtiva aos provedores de serviços dedicados, o que representará uma profunda reestruturação setorial. As modificações na base tecnológica demandarão esforços das empresas

Figura 9 | *Smart grid* esquematizado

Fonte: Duvall e Mossé (2007).

existentes na constituição de capacitação. Em alguns casos, essa capacitação é detida por empresas de outros segmentos. A indústria de baterias, por exemplo, é fortemente relacionada ao setor de serviços de informação, constituído por tecnologia, mídia e telecomunicações.

Na indústria, as mudanças estão relacionadas aos novos componentes. Apesar de sua permanência nas configurações híbridas, o motor a combustão tende a ser relegado à função auxiliar, como um gerador de energia para carregar a bateria. Assim, o sistema denominado *powertrain*, composto pelo motor a combustão e pela transmissão, será substituído por um novo sistema, composto por motor elétrico, inversor e bateria. A energia acumulada na bateria, utilizada nos veículos tradicionais para partida do automóvel e para os itens de eletrônica embarcada (injeção eletrônica, ABS, *airbag*, trio elétrico, ar condicionado, alarme etc.), terá de alimentar o motor de tração, exercendo função realizada pelo tanque de combustível nos modelos convencionais.

No atual estágio tecnológico, a bateria representa o principal desafio. Conforme discutido em seção anterior, o padrão íon-lítio, grande aposta da indústria para os próximos anos, ainda apresenta diversos contratempos relacionados a peso, custo e segurança. Por ser um componente crítico –

determinante para a autonomia e o custo do automóvel –, as montadoras vêm investindo fortemente no produto, inclusive por meio de parcerias estratégicas com empresas do setor. As baterias do Toyota Prius são da Panasonic, enquanto as baterias do GM Volt são da CPI, uma subsidiária da LG Chem.

No rearranjo da cadeia, vão surgir oportunidades para novos entrantes, apesar dos esforços empreendidos pelas empresas do setor em desenvolver capacitação. O sucesso das empresas BYD e Tesla ilustram essa possibilidade. Ambas se relacionam a empresas tradicionais do setor automotivo, como Toyota e Daimler. Além das mudanças enfrentadas na cadeia produtiva, o setor de serviços auxiliares também sofrerá modificações consideráveis.

Serviços

No setor de serviços, o campo mais promissor está relacionado à alimentação energética do veículo, atualmente realizada por meio de postos fornecedores de combustíveis fósseis. À medida que a principal fonte de alimentação for a energia elétrica, modelos alternativos de alimentação energética serão gestados.

A transformação parcial dos atuais postos em eletropostos é uma das alternativas, na qual as bombas de combustíveis coexistiriam com os EVSE de nível III. Nesse caso, os custos tendem a ser menores, já que parte da estrutura existente seria aproveitada. Entretanto, no estágio atual de desenvolvimento da tecnologia, o tempo de recarga ainda é elevado. Assim, há forte aposta em serviços de troca de baterias. Nele, o cliente trocaria sua bateria por uma nova, carregada. A empresa Better Place é o principal expoente desse novo modelo de negócios.

A empresa aposta em parcerias com grandes empresas e o poder público. Após firmar parcerias em sete países diferentes, a Better Place espera lançar suas operações em escala comercial em 2011. O grande destaque dos projetos é a estação de troca de baterias. A bateria seria trocada em menos de três minutos por um processo automatizado. A primeira estação foi lançada em Tóquio, no Japão. Orçadas em cerca de US\$ 500 mil, as estações resolveriam o problema decorrente do longo período de recarga. Considerando seu elevado custo, as baterias seriam arrendadas em esquemas de *leasing* aos proprietários dos veículos. A propriedade

seria das empresas donas das estações. O modelo interessa bastante aos distribuidores de energia elétrica, que, além de diversificar seus negócios, empregariam as baterias para outras aplicações – como *no-breaks*, por exemplo –, quando elas perdessem *performance*. Ao reduzir o custo dos veículos, esse modelo impulsionaria a venda de veículos elétricos.

Apoio governamental – Brasil

No estágio atual de desenvolvimento de tecnologia, as ações do setor público são fundamentais para determinar a velocidade de penetração dos veículos elétricos nos próximos anos. Além de estipular padrões para emissões veiculares, o setor público dispõe de fundos para o financiamento de pesquisas, de instituições financeiras e de instrumentos de política econômica (determinação das alíquotas dos tributos, por exemplo), o que lhe permite construir políticas setoriais abrangentes e efetivas.

Um grupo interministerial formado por representantes dos Ministérios da Fazenda, do Desenvolvimento, da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, além de representantes da indústria, tem discutido as bases de um plano de incentivo ao veículo elétrico.²⁰ No entanto, atualmente, o apoio governamental praticamente se restringe ao incentivo à pesquisa.

Em março de 2010, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) anunciou a formação de uma rede temática de pesquisa de tópicos relacionados ao veículo elétrico no âmbito do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec). Segundo o MCT (2010):

O Sibratec é um instrumento que promove a articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com as empresas nacionais. Por sua vez, as redes temáticas de centros de inovação (um dos três eixos que compõem o Sibratec) têm como objetivo gerar e transformar conhecimentos científicos e tecnológicos em produtos, processos e protótipos com viabilidade comercial.

Os investimentos nessa rede estão orçados em R\$ 10 milhões, com o objetivo de desenvolver e aperfeiçoar matérias-primas e materiais aplicáveis à cadeia produtiva dos veículos elétricos, modernizar o abastecimento do veículo com energia externa, desenvolver sistemas embarcados de conversão de energia, melhorar os motores elétricos e seus componentes,

²⁰ Sobre algumas possibilidades de atuação do governo brasileiro, vide Barbosa *et al.* (2010).

além dos sistemas mecânicos como chassis, suspensão, engrenagens e sistema de freios.

Algumas linhas de pesquisa também são financiadas com recursos públicos, sendo principalmente direcionadas a veículos de célula a combustível. O MCT instituiu em 2002 o Programa Brasileiro de Sistemas de Célula a Combustível (PROCaC) com o objetivo de promover ações integradas e cooperadas, que viabilizem o desenvolvimento nacional da tecnologia de sistemas de célula a combustível [MCT (2002)].

No âmbito desse programa, destacam-se dois projetos ligados ao desenvolvimento de veículos. O primeiro trata de um projeto de ônibus de célula a combustível hidrogênio para transporte urbano no Brasil desenvolvido por um consórcio formado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A. (EMTU/SP), o Ministério de Minas e Energia (MME), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), a financiadora Global Environment Facility (GEF), EPRI International, Finep e as empresas Eletropaulo, Ballard Power Systems, Marcopolo, Hydrogenics Corporation, Nucellsys, BR Distribuidora e TuttoTrasporti [Zundt (2008) e Oliveira (2009)]. O total investido estava orçado em R\$ 38 milhões, sendo R\$ 22 milhões oriundos do Pnud, R\$ 8 milhões da MME/Finep, R\$ 3 milhões da EMTU/SP e o restante do setor privado.

O outro projeto trata do desenvolvimento de ônibus elétrico híbrido a hidrogênio pela COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, em parceria com a Petrobras, a Caio-Induscar, a Eletra e o Lactec. O projeto, protagonizado pelo Laboratório de Hidrogênio, contou com financiamento de R\$ 3 milhões da Finep [COPPE (2004; 2010)].

Estima-se que os investimentos nos últimos anos na área de hidrogênio e células a combustível, incluindo aplicações não veiculares, somaram R\$ 112 milhões, sendo a maior parte em recursos de instituições ligadas ao governo federal (Finep, CNPq, Aneel e Petrobras) e ao governo do Estado de São Paulo (Fapesp e EMTU/SP). O restante foi oriundo de organismos internacionais e empresas privadas [Rezende (2009)].

Na parte de baterias, segundo o MCT, há uma rede de pesquisa e desenvolvimento em baterias de alta capacidade em formação no Brasil. Foi anunciada também a concessão de um financiamento da Finep de R\$ 30 milhões para a Itaipu Binacional, com o objetivo de desenvolver um similar nacional das baterias Zebra para o carro elétrico [Frias (2010)].

Em agosto de 2010, a Finep lançou uma seleção pública de projetos empresariais para financiamento de produtos, processos e serviços inovadores por meio de subvenção econômica. Um dos temas era destinado ao “desenvolvimento de sistemas de tração elétrica, baterias e capacitores aplicados a veículos elétricos automotores, inclusive em versão híbrida”. Os valores solicitados pelas empresas para projetos de até três anos poderiam variar entre R\$ 500 mil e R\$ 10 milhões, dentro do orçamento total de R\$ 90 milhões, que incluía outros temas.

Além do incentivo à pesquisa, a montagem de veículos elétricos de três ou quatro rodas para circulação em ambientes restritos tem Processo Produtivo Básico (PPB) aprovado para industrialização na Zona Franca de Manaus desde maio de 2009, o que permite às empresas que o sigam fazer uso dos benefícios fiscais da região, contribuindo para a criação de capacitação fabril no país.²¹

Além disso, alguns governos estaduais dão isenção (por exemplo, CE, MA, PE, PI, RN, RS e SE) ou redução (por exemplo, MS, RJ e SP) do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) (por exemplo, RJ) a veículos elétricos.

Principal provedor de crédito de longo prazo e agente relevante no mercado de capitais brasileiro, o BNDES deverá desempenhar papel de destaque na introdução dos veículos elétricos no Brasil.

Um paralelo pode ser traçado com a atuação do Banco no apoio aos combustíveis alternativos. No campo industrial, o Banco financiou o desenvolvimento do sistema *flex fuel* à implantação de linhas de montagem dos modelos que incorporaram essa tecnologia.

A divulgação do veículo elétrico como uma solução tecnológica possível constitui um dos principais focos de ação do BNDES nesse estágio inicial. Um exemplo foi o apoio institucional ao VE 2009, o maior evento de veículos elétricos do país, realizado em Campinas (SP). No primeiro semestre de 2010, o Banco organizou uma oficina de trabalho, que procurou ampliar a integração dos agentes relevantes. Ainda na esfera não financeira, o BNDES está presente nos principais debates, participando de grupos de trabalho no setor público e de reuniões com organizações

²¹ Portaria Interministerial MDIC/MCT 94, de 30.4.2009.

que congregam as empresas do setor automotivo. Em decorrência dessas ações, procura-se identificar oportunidades para o desenvolvimento da indústria nacional.

Em termos mais tradicionais, para apoiar a introdução dos veículos elétricos no país, o Banco dispõe de diversos instrumentos para pronta aplicação. As linhas abrangem desde a etapa de desenvolvimento tecnológico até a implantação de linha produtiva, considerando pequenas, médias e grandes empresas, além de instrumentos voltados ao apoio à implantação de infraestrutura e de serviços. Como exemplo, a aquisição de ônibus elétricos para sistemas integrados de transporte urbano, via BNDES Finame, tem condições diferenciadas de prazo.

Além dos pesados investimentos em desenvolvimento tecnológico e implantação de unidades produtivas, são esperadas operações de consolidação de empresas e entrada de novos *players*, que eventualmente podem contar com a participação do Banco, por intermédio da BNDESPAR, subsidiária do BNDES responsável pelas operações da instituição no mercado de capitais.

Considerações finais

Nos últimos anos, o Brasil alcançou uma posição de destaque na indústria automotiva, sendo o sexto maior produtor mundial em 2009. A perspectiva de manutenção do crescimento deverá alçar o mercado brasileiro ao quarto posto em breve. Nesse contexto de mudança, com a entrada dos veículos elétricos no mercado, a indústria local precisa acompanhar o movimento iniciado em nível global, a fim de manter sua relevância.

Os anúncios recentes indicam apostas de governos e das empresas nos veículos elétricos, que devem ampliar sua participação nos mercados ao longo dos próximos anos. O sucesso do veículo elétrico exige a superação de obstáculos, como logística, infraestrutura e custo.

Como demonstrado neste artigo, as questões energética e ambiental, aliadas ao desenvolvimento tecnológico de componentes e à ação direta dos governos, têm promovido uma inserção cada vez maior dos veículos elétricos nas vendas. Ainda que atualmente ocupem um percentual reduzido das vendas, é clara a aposta dos governos como parte de sua estratégia quanto às questões energética e ambiental.

A análise realizada permitiu identificar que, mesmo que não represente a superação do padrão atual, baseado em veículos propulsionados por motores a combustão, a indústria automotiva deverá sofrer um profundo rearranjo. A eletrificação veicular modifica a base técnica de parte dos componentes, incorporando empresas de outros setores à indústria automotiva. A abertura desse espaço a novos entrantes representa uma oportunidade de entrada em uma indústria tradicional. Os exemplos citados neste artigo, sobre as experiências brasileiras de desenvolvimento de veículos elétricos, dão uma amostra disso. Empresas geradoras de energia elétrica têm se interessado pelo tema, assim como empresas fornecedoras de equipamentos eletroeletrônicos. Há ainda várias questões técnicas a definir nos veículos elétricos, o que cria oportunidades também para o Brasil.

Uma grande difusão dos veículos elétricos híbridos pode constituir ainda uma oportunidade para o bioetanol brasileiro. Na medida em que é esperada uma redução na demanda por combustíveis fósseis, consequente do menor consumo dos veículos híbridos, a adoção do bioetanol em escala global se tornaria mais atrativa.

Assim, as políticas públicas serão cruciais para determinar a inserção da indústria local na nova realidade imposta pelo tema. Ao elaborar políticas, o governo deve procurar explorar a capacitação da engenharia nacional para aproveitar as oportunidades existentes. A eficácia das ações depende de um projeto articulado, com horizonte temporal extenso.

Referências

ABVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. *O que é frenagem regenerativa?* Disponível em: <<http://www.abve.org.br/PF/ExibePF.asp?codigo=0009>>. Acesso em: 22.6.2010.

———. *Mercado de baterias para veículos elétricos será maior que o de automotivas até 2015*. ABVE, 27.4.2007. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/destaques/destaque62.shtml>>. Acesso em: 16.6.2010.

ACEA – EUROPEAN AUTOMOBILE MANUFACTURERS ASSOCIATION. *Overview of tax incentives for electric vehicles in the EU*. Bruxelas: ACEA, abr. 2010. Disponível em: <http://www.acea.be/images/uploads/files/20100420_EV_tax_overview.pdf>. Acesso em: 21.6.2010.

———. *The automobile industry pocket guide*. Bruxelas: ACEA, mai. 2010. Disponível em: <http://www.acea.be/images/uploads/files/20100520_Pocket_Guide_updated.pdf>. Acesso em: 25.6.2010.

AKASAKA, M. Survey: Japan accounts for 70% of EV/HEV/FCV patent applications. *Tech-On!*, 20.4.2009. Disponível em: <http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20090420/169001/>. Acesso em: 22.6.2010.

BARBOSA, N. *et al.* Carro elétrico: desafio e oportunidade para o Brasil. In: VELLOSO, J. P. R. (coord.). *Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil. Cadernos Fórum Nacional*, v. 10. Rio de Janeiro: INAE, 2010, p. 58-78.

BNDES, CGEE (org.). *Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

CALSTART. *Energy storage compendium: batteries for electric and hybrid heavy duty vehicles*. Pasadena, CA: Calstart, mar. 2010.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. *Bateria chumbo-ácido: o mercado para reciclagem*. Fichas Técnicas. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_bateria_chumbo_acido.php>. Acesso em: 16.6.2010.

CENEX – CENTRE OF EXCELLENCE FOR LOW CARBON AND FUEL CELL TECHNOLOGIES. *Infrastructure grant program*. Disponível em: <<http://www.cenex.co.uk/programmes/igp/faqs>>. Acesso em: 30.6.2010.

COOKE, P. N. *The United Kingdom automotive industries: status, economic recovery and expectations – a report for SMMT*. Buckingham: The University of Buckingham, mai. 2009.

COPPE. COPPE desenvolve primeiro ônibus brasileiro movido a hidrogênio. *Planeta COPPE – Notícias*, 15.12.2004. Disponível em: <<http://www.planeta.coppe.ufrj.br/artigo.php?artigo=554>>. Acesso em: 24.6.2010.

———. *Linhas de pesquisa do Laboratório de Hidrogênio* (site). Disponível em: <<http://www.labh2.coppe.ufrj.br/pesquisa.php>>. Acesso em: 24.6.2010.

COUTINHO, L. G. *et al.* Veículo elétrico, políticas públicas e o BNDES: oportunidades e desafios. In: VELLOSO, J. P. R. (coord.) *Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil. Cadernos Fórum Nacional*, v. 10. Rio de Janeiro: INAE, 2010, p. 30-49.

DAIMLER. BYD Company Limited and Daimler AG sign joint venture contract to develop electric vehicles in China. *Company News*, 27.5.2010. Disponível em: <<http://www.daimler.com/dccom/0-5-7153-1-1298502-1-0-0-0-0-16694-0-0-0-0-0-0.html>>. Acesso em: 22.6.2010.

DINGER, A. *et al. Batteries for electric cars: challenges, opportunities, and the outlook to 2020*. BCG, 2010.

DUVALL, Mark; MOSSÉ, Archer. *Electric transportation – An utility perspective*. Apresentação realizada no seminário VE 2007, Rio de Janeiro, out. 2007.

EDMUNDS.COM (*site*). Disponível em: <http://www.edmunds.com>. Acesso em: 6.7.2010.

EDTA – ELECTRIC DRIVE TRANSPORTATION ASSOCIATION. *Vehicle announcements*, update 24 de março de 2010. Disponível em: <<http://www.electricdrive.org/index.php?ht=d/sp/i/11551/pid/11551>>. Acesso em: 17.6.2010.

EERE – ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY. *Clean cities 2010: vehicle buyer's guide*. U.S. Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy, 2010. Disponível em: <<http://www.afdc.energy.gov/afdc/pdfs/46432.pdf>>. Acesso em: 16.6.2010.

ELECTRIFICATION COALITION. *Electrification roadmap: revolutionizing transportation and achieving energy security*. Electrification Coalition, nov. 2009.

EMC – ELECTRIC MOBILITY CANADA. *Hybrid and electric vehicle incentives: a Canadian overview*. EMC, 22.12.2009. Disponível em: <<http://www.emc-mec.ca/files/EMC-HybridElectricVehicleIncentivesCDNoverview.pdf>>. Acesso em: 30.6.2010.

FIAT. *Palio Weekend: tudo sobre Palio Weekend* (site). Disponível em: <http://www.fiat.com.br/monte-seu-carro/conheca/284/PALIO+WEEKEND>. Acesso em: 30.6.2010.

FINEP/MCT. *Seleção pública MCT/Finep/FNDCT – Subvenção econômica à inovação – 1/2010* (edital). Rio de Janeiro: Finep/MCT, 6.8.2010.

FORD. *Ford and Magna form electrifying alliance*. Detroit: Ford, 11 de janeiro de 2009. Disponível em: <http://media.ford.com/article_display.cfm?article_id=29673>. Acesso em: 22.6.2010.

FRIAS, M. C. Itaipu irá desenvolver bateria para carro elétrico. *Folha de S. Paulo*, Economia, coluna Mercado Aberto, 11.6.2010.

GALBRAITH, Kate. Better Place unveils battery swap station. *NYT Online*, mai. 2009. Disponível em: <<http://green.blogs.nytimes.com/2009/05/13/better-place-unveils-battery-swap-station/>>. Acesso em: 21.6.2010.

GRIECCO, A. Fiat Palio Weekend X Peugeot 207 SW XR 1.4 Flex. *Quatro Rodas*, nov. 2008. Disponível em: <<http://quatorodas.abril.com.br/carros/comparativos/ fiat-palio-weekend-x-peugeot-207-sw-xr-1-4-flex-410019.shtml>>. Acesso em: 30.6.2010.

HAGIWARA, Y. Mitsubishi Motors, Peugeot finalize electric car pact. *Bloomberg Businessweek*, 8.3.2010. Disponível em: <<http://www.businessweek.com/news/2010/03/08/mitsubishi-motors-peugeot-finalize-electric-car-pact.html>>. Acesso em: 22.6.2010.

HONDA. *Honda Worldwide*. Insight – Technical specification (site). Disponível em: <<http://world.honda.com/INSIGHT/spec/index.html>>. Acesso em: 23.6.2010.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook*. Paris: IEA, 2009.

IMPINNISI, P. R. *Baterias para VE*. Oficina de trabalho sobre veículos elétricos, BNDES, Rio de Janeiro, 12.5.2010.

INL – IDAHO NATIONAL LABORATORY. *Advanced vehicle testing activity – Hybrid Electric Vehicles (site)*. Disponível em: <<http://avt.inel.gov/hev.shtml>>. Acesso em: 23.6.2010.

IPCC – INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Outcomes from COP-8 and the 17th sessions of subsidiary bodies*. WMO, UNEP, jan. 2003.

KAHN RIBEIRO, S. *et al.* Transport and its infrastructure. In: METZ, B. *et al.* (orgs.) *Climate Change 2007: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge/Nova York: Cambridge University Press, 2007.

LACHE, R. *et al.* *Electric cars: plugged in*. Global Markets Research. Deutsche Bank, 9.6.2008.

LOVEDAY, E. Nissan to double EV battery capacity by 2015. *Nikkei Newspaper Japan*, 1.12.2009.

MARKLINES. *Automotive information platform*. Disponível em: <http://www.marklines.com/en/numproduct/index.jsp>. Acesso em: 21.6.2010.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Mais duas áreas serão incorporadas ao Sibratec. *Notícias MCT*, 22.3.2010. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/317633.html>. Acesso em: 24.6.2010.

———. *Portaria MCT 731*, de 14 de novembro de 2002. Publicada no DOU de 20.11.2002, seção I, p. 6.

MOTAVALLI, J. Electric car agreement for Toyota and Tesla. *The New York Times*, 21.5.2010, p. B7.

NISSAN. Nissan leaf electric car (*site*). Disponível em: <http://www.nissanusa.com/leaf-electric-car/index.jsp>. Acesso em: 9.6.2010.

OLIVEIRA, M. Coletivo a hidrogênio. *Revista Fapesp*, n. 160, jun. 2009.

PRIMEARTH. Primearth EV Energy Co., Ltd. Company profile. Disponível em: <http://www.peve.jp/e/>. Acesso em: 22.6.2010.

RASKIN, A.; SHAH, S. The emergence of hybrid vehicles: ending oil's stranglehold on transportation and the economy. *AllianceBernstein Research on Strategy Change*, jun. 2006. Disponível em: http://www.evworld.com/library/PHEV_AllianceBernstein.pdf. Acesso em: 22.6.2010.

RAUWALD, C.; SHIROUZU, N. Volkswagen eyes China venture. *WSJ*, 27.5.2009, p. B4.

RENAULT-NISSAN, DAIMLER. Renault-Nissan Alliance and Daimler AG announce wide-ranging strategic cooperation. *Press release*, 7.4.2010. Disponível em: http://www.renault.com/SiteCollectionDocuments/Communiqu%C3%A9%20de%20presse/en_EN/Pieces%20jointes/22333_20100407_PR_AllianceDaimler_EN_8473468D.pdf. Acesso em: 22.6.2010.

REZENDE, S. Energias alternativas para propulsão veicular: pesquisa e desenvolvimento no Brasil. *XXI Fórum Nacional*, Estudos e Pesquisas n. 304. INAE, maio de 2009. Disponível em: <http://www.forumnacional.org.br/pub/ep/EP0304.pdf>. Acesso em: 22.6.2010.

RIATO, G. Agrale aposta em híbrido para o transporte coletivo. *Automotive News*, 25.6.2010. Disponível em: http://www.automotivebusiness.com.br/noticia_det.aspx?id_noticia=7194. Acesso em: 25.6.2010.

ROBERTI, B. Toyota faz acordo com Mazda para fornecer sistema híbrido. *Quatro Rodas*, 29.3.2010. Disponível em: <http://quatrorodas.abril.com.br/noticias/sustentabilidade-toyota-faz-acordo-mazda-fornecer-sistema-hibrido-bruno-roberti-226339_p.shtml>. Acesso em: 22.6.2010.

SAIC. *Battery-powered electric and hybrid electric vehicle projects to reduce greenhouse gas emissions: a resource guide for project development*, jul 2002. Disponível em: <<http://www.netl.doe.gov/products/ccps/pubs/resguide.pdf>>. Acesso em: 30.6.2010>.

SANDALOW, David B. Plug-in electric vehicles. *Electrification Coalition*, 2009, p. 123.

TESLA MOTORS. *U.S. Securities and Exchange Commission Form S-1 registration statement*, 29.1.2010. Disponível em: <<http://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1318605/000119312510017054/ds1.htm>>. Acesso em: 21.6.2010.

TOYOTA. *Toyota Corolla performance & specs (site)*. Disponível em: <<http://www.toyota.com/corolla/specs.html>>. Acesso em: 30.6.2010>.

UK DFT – DEPARTMENT OF TRANSPORT. *OLEV plug-in car grant (site)*. Disponível em: <<http://www.dft.gov.uk/pgr/sustainable/olev/grant/>>. Acesso em: 30.6.2010.

U.S. DOE – DEPARTMENT OF ENERGY. *History of electric vehicles: the early years (1890-1930) (site)*. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/avta/light_duty/fsev/fsev_history.html>. Acesso em: 22.6.2010.

———. *The smart grid: an introduction*. Prepared by Litos Strategic Communication, 2008.

U.S. DOE; U.S. EPA. *Fuel economy (site)*. Disponível em: <<http://www.fueleconomy.gov>>. Acesso em: 23.6.2010.

XUE, X. D. *et al.* Selection of electric motor drives for electric vehicles. 2008 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC'08). *Proceedings...*, AUPEC, 2008.

YANG, Christopher; MCCARTHY, Ryan. Electricity grid: impacts of plug-in electric vehicle charging. *Environmental Management*, 2009.

ZUNDT, C. *Primeiros resultados do ônibus a hidrogênio no Brasil: projeto ônibus brasileiro a hidrogênio – Projeto BRA99/G32*. IV Workshop Internacional sobre Hidrogênio e Células a Combustível – WICaC 2008. Campinas: CENEH, set. 2008.

Panorama de mercado: celulose

André Biazus
André Barros da Hora
Bruno Gomes Pereira Leite*

Resumo

A indústria mundial de celulose caracteriza-se por ser altamente globalizada e por ter importante barreira à entrada, dado que o valor do investimento é alto, e a maturação dos investimentos de longo prazo, a competitividade florestal e o acesso a terras, assimétricos. A demanda é especialmente concentrada nos países desenvolvidos do hemisfério norte (exceção para a China), representados por grandes produtores de papel, enquanto a oferta é polarizada conforme o tipo da fibra, se curta ou longa. No Brasil, é perceptível a competitividade acima da média para a celulose de fibra curta, que leva vantagem nos aspectos madeira e mão de obra e perde competitividade nos aspectos energia, produtos químicos e frete, esse último, por razões ligadas à deficiência logística local, o que tende a ser ressaltado com o movimento de interiorização da produção no país.

* Respectivamente, chefe, gerente e economista do Departamento de Indústria de Papel e Celulose da Área de Insumos Básicos do BNDES.

Introdução

O setor florestal brasileiro é referência mundial por sua competitividade e por suas práticas de manejo, pois utiliza exclusivamente florestas plantadas na produção de celulose e papel. Nesse sentido, a competitividade florestal é traduzida diretamente em vantagem no setor de celulose, o que resulta em perspectiva única de investimentos e na gradativa melhora da posição do país, quarto produtor mundial de fibras e terceiro produtor mundial de fibras de madeira, à frente da China, cuja produção é predominantemente baseada em fibras de outras origens.

O presente estudo foi dividido em sete seções, incluindo esta introdução e a conclusão. A segunda seção trata da caracterização técnica do setor, enquanto a terceira seção trata da estrutura do mercado, incluindo questões relativas à competitividade, ao que segue um panorama do mercado mundial na quarta seção e um panorama do mercado nacional na quinta seção. Na sexta seção, realizam-se as perspectivas para o setor e, na sétima, apresenta-se a conclusão.

Caracterização técnica

A celulose é um polímero de cadeia longa, classificado como polisacarídeo ou carboidrato, cuja hidrólise completa resulta em glicose. Em termos de massa, a celulose é um dos principais constituintes das paredes celulares das plantas (aproximadamente um terço da massa total) e encontra-se combinada, entre outros, com a hemicelulose – substância que se intercala às microfibrilas de celulose – e com a lignina, substância que une as fibras e confere à madeira a resistência característica a esforços mecânicos (Tabela 1).

Tabela 1 | Composição química da madeira

Componente	Coníferas %	Folhosas %
Celulose	40-45	40-45
Hemicelulose	30	25-35
Ligninas	25-30	20-25
Extrativos	4-10	1-4
Componentes inorgânicos*	0,2-0,3	0,4-0,5

Fonte: ABTCP.

*Sódio, potássio, cálcio, manganês, ferro, magnésio, cobre e silicatos.

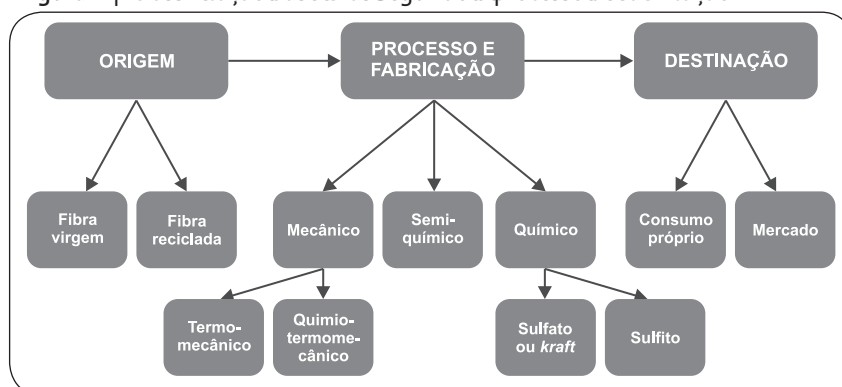
A polpa (ou pasta de celulose ou, ainda, celulose industrial) é obtida da madeira de árvores coníferas e folhosas, como o pínus e o eucalipto, e, em menor proporção, de plantas herbáceas com grande quantidade de celulose no talo, como a cana-de-açúcar. Conforme o tipo de árvore, folhosa ou conífera, obtém-se a celulose de *fibra curta* (comprimento entre 0,5 mm e 1,5 mm) ou de *fibra longa* (comprimento entre 3,0 mm e 6,0 mm), tornando o produto resultante mais absorvente ou mais resistente, respectivamente.

As fibras de celulose podem ser *virgens*, quando resultam diretamente do processo de transformação da madeira em fibras pela decomposição química, mecânica ou térmica, ou *recicladas*, quando são obtidas de aparas de papel (pré-consumo) ou da reciclagem de papéis usados (pós-consumo), conforme a Figura 1.

Nas *indústrias integradas*, as pastas celulósicas (fibras em meio aquoso) seguem diretamente para as máquinas de papel, enquanto, nas *indústrias de mercado*, passam por um processo de secagem e, após a formação de folhas de fibras, são cortadas e empacotadas em fardos. A celulose é denominada de mercado quando destinada à comercialização, representando cerca de 25% da produção mundial.

Na fabricação das pastas de alto rendimento (PAR), ou *high yield pulp*, a madeira sofre desgaste físico para se reduzir a fibras na presença de pouco ou nenhum tratamento químico. A principal característica dessas pastas é

Figura 1 | Classificação das fibras segundo o processo de fabricação



Fonte: BNDES.

o alto rendimento na relação pasta/madeira, em cerca de 80%-95%, apresentando corpo elevado, boa opacidade e absorção. Largamente aplicadas na produção de papel de imprensa, também são usadas, após processo de branqueamento, na produção de papel de imprimir e escrever. Essas pastas podem ser divididas em dois grupos:

- **Pasta termomecânica (*thermomechanical pulp*)** – pasta em que os cavacos de madeira são pré-aquecidos sob pressão e, posteriormente, expostos a desgaste mecânico; e
- **Pasta quimioterme-mecânica (*chemi-thermomechanical pulp*)** – pasta em que os cavacos de madeira são pré-tratados com produtos químicos e, então, aquecidos e expostos a desgaste mecânico.

As pastas semiquímicas (*semi-chemical pulp*) são pastas contendo celulose e lignina não totalmente eliminada, em processo que possibilita remoções seletivas da lignina, cujo teor residual é de 10%-15%. Após a exposição ao licor de cozimento e, então, remoção de parte da lignina, a madeira é desfibrada por processo mecânico, permitindo a obtenção de polpas com maior resistência ao rasgo e ao estouro. Uma desvantagem competitiva importante desse processo em relação ao processo químico é a impossibilidade de queima do licor de saída pelo baixo teor de matéria orgânica, o que impede a recuperação dos produtos químicos e a geração de vapor e energia elétrica para a fábrica.

Na fabricação da pasta química (*chemical pulp*), são utilizadas composições químicas ou licores de cozimento que chegam a separar totalmente as fibras celulósicas da lignina.¹ Após o cozimento, ocorrem as lavagens e depurações e obtém-se, finalmente, a pasta celulósica. As pastas químicas podem ser obtidas por dois processos distintos: sulfato e sulfito.

- i) **Celulose de sulfato ou kraft (*sulphate pulp ou kraft pulp*)** – celulose produzida tendo como licor de cozimento o hidróxido de sódio (soda cáustica) com sulfeto de sódio. Caracteriza-se por ser um processo de polpação alcalino e de bom rendimento, além de representar cerca de 70% da fabricação mundial de pastas em volume. Apesar da facilidade na recuperação dos químicos utilizados e da elevada resistência do produto final, a cor escura característica demanda alguns estágios de branqueamento. Aplica-se, especialmente, na

¹ No extremo, quando há a completa eliminação da lignina e, inevitavelmente, de grande parte da hemicelulose, a pasta resultante é denominada celulose de dissolução (celulose solúvel).

fabricação de papéis de imprimir e escrever, papéis especiais e papéis sanitários;

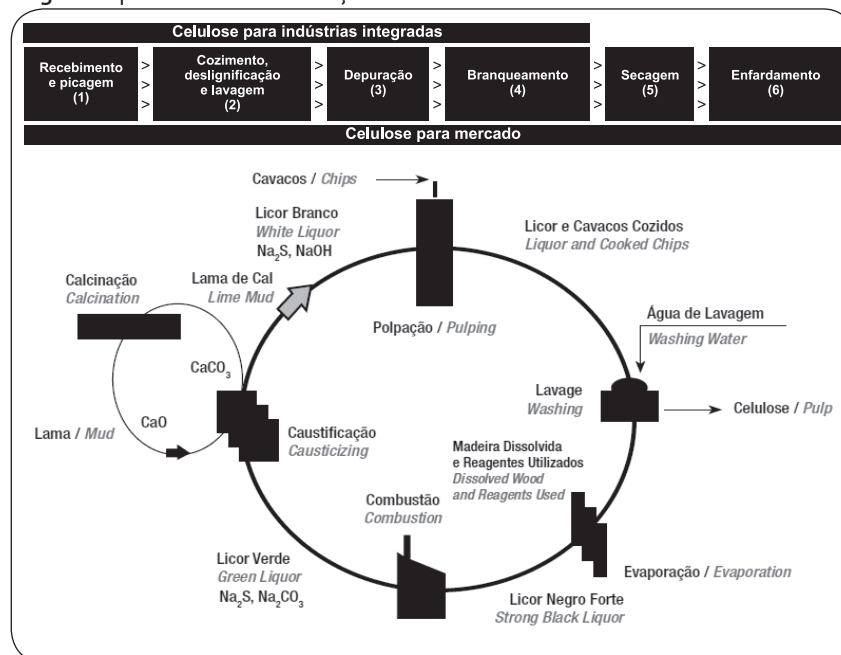
- ii) **Celulose de sulfito (*sulphite pulp*)** – celulose obtida tendo como licor de cozimento o sulfito ácido de cálcio. Caracteriza-se por ser um processo de polpação ácido e de baixo rendimento. A celulose de sulfito é cozida lentamente a baixas temperaturas, desenvolvendo alta resistência e alto teor de hemicelulose. É especialmente adequada para papéis impermeáveis, tipo pergaminho, granado e fosco.

A fabricação da celulose por processo químico *kraft*, detalhada a seguir, consiste basicamente em seis etapas – nas indústrias integradas, não há as etapas de secagem e enfardamento –, cujo resultado é a transformação da madeira em material fibroso (Figura 2).

1) Recebimento e picagem

As toras são recebidas e, depois de descarregadas, são cortadas, descascadas, picadas e transformadas em cavacos de 25 mm-30 mm de

Figura 2 | Processo de fabricação da celulose



Fontes: ABTCP e BNDES.

comprimento e até 6 mm de espessura, possibilitando a completa penetração do licor na etapa de cozimento. Esses cavacos são estocados em pilhas e transportados até os digestores, nos quais se inicia o processo de cozimento. Os resíduos vão para a queima em caldeira para posterior geração de energia.

2) Cozimento, deslignificação e lavagem

O cozimento consiste em submeter os cavacos a uma ação química do licor de cozimento e de vapor d'água em até 170° no digestor, a fim de dissociar a lignina existente entre a fibra e a madeira. Ainda no digestor, as fibras dissociadas (celulose industrial) são lavadas e, em seguida, submetidas à nova lavagem nos difusores, para então serem depuradas. Também no digestor, há a retirada de solução residual, denominada licor negro, soma do licor de cozimento com a lignina, utilizada como combustível na caldeira de recuperação em que será calcinada para voltar a ser licor de cozimento, gerando energia e vapor para a fábrica.

3) Depuração

A depuração consiste em submeter a celulose industrial à ação de peneiramento, uma vez que durante a lavagem somente as impurezas solúveis são removidas. Essa etapa é fundamental para a obtenção de uma celulose de alta qualidade.

4) Branqueamento

O branqueamento consiste em tratar a celulose industrial, após a depuração, com peróxido de hidrogênio, dióxido de cloro, oxigênio e soda cáustica em até cinco estágios. Esse tratamento visa melhorar as propriedades da celulose industrial, como alvura, limpeza e pureza química. A celulose branqueada é usada para diversos fins, como em papéis para imprimir e escrever, papéis especiais e papéis sanitários, enquanto a celulose não branqueada (cor marrom) serve à produção de papéis para embalagens, embalagens corrugadas e outros materiais de embalagem de papel e papelão.

5) Secagem

Etapa necessária às indústrias de celulose de mercado, a secagem consiste na desidratação da celulose industrial até o equilíbrio com a umidade relativa típica (90% de fibras e 10% de água).

6) Enfardamento

Na parte final da máquina secadora fica a cortadeira, que reduz a folha contínua em outras menores, de formato padrão, 67 cm x 92 cm. Essas folhas formam fardos com 250 kg de celulose, oito dos quais constituem uma unidade de carga (de 2 t) para fins de transporte e carregamento.

Estrutura de mercado

A indústria mundial de celulose caracteriza-se por ser altamente globalizada e por ter importante barreira à entrada, dado que o valor do investimento é alto (existência de escala mínima de eficiência produtiva), a maturação dos investimentos é de longo prazo e a competitividade florestal e o acesso a terras são assimétricos. O componente tecnológico, por sua vez, não é restrito, a não ser pelo alto volume de recursos financeiros necessários à aquisição das máquinas e equipamentos de uma fábrica, inexistindo impedimento à utilização de tecnologias de ponta por um novo entrante.

A indisponibilidade de terras e a subutilização de tecnologia no segmento florestal, mais do que diminuir a competitividade – pelo elevado valor da terra, pela baixa produtividade da árvore ou pela dificuldade logística de suprimento e fornecimento –, pode inviabilizar estrategicamente um projeto, uma vez que o raio médio para a formação da base florestal não deve ser superior a 150 km da unidade industrial. A propriedade de viveiros e de laboratórios também é um aspecto comum, vital para a adaptação de características genéticas às condições locais e a autossuficiência de mudas para o replantio.

As linhas atuais de pesquisa incluem não só o aumento do Incremento Médio Anual (IMA) por hectare² (ha) das árvores, mas também o aumento do rendimento da polpa (minimização da quantidade de lignina associada), da densidade (maximização da concentração de fibras na polpa) e da resistência a doenças e à umidade.

As principais empresas, em sua maioria de grande porte, destacam-se por altos investimentos e importantes estímulos a projetos florestais para o suprimento de madeira à produção. Estima-se que sejam consumidas

² Equivalente a 10.000 m².

em uma fábrica típica, com capacidade de produção de um milhão de t/ano, cerca de quatro milhões de m³/ano de madeira de eucalipto. Considerando-se um incremento médio anual (IMA) de 40 m³/ha/ano, idade de corte de sete anos e, portanto, área de manejo de 14.285 ha/ano, seria necessária área mínima de floresta plantada de cerca de 100 mil hectares para o abastecimento da linha de produção, implicando importante imobilização de capital.

No Brasil, uma nova fábrica de celulose tem capacidade entre 1,0 milhão e 1,5 milhão de t/ano, demandando investimentos de cerca de R\$ 3 bilhões a R\$ 4 bilhões (incluindo o investimento florestal). Como base de comparação, há dez anos a escala mínima de produção era de 500 mil t/ano.

Também no país, a estrutura produtiva da indústria é concentrada, embora o produto seja voltado à exportação e o âmbito de atuação seja global, o que atenua os efeitos dessa característica. Em 2008, a capacidade instalada total de produção, considerando as indústrias integradas e de mercado, esteve dividida entre 56 empresas. Cerca de 73% do total concentrava-se nas cinco maiores: Fibria, Suzano, Klabin, Cenibra e International Paper do Brasil.

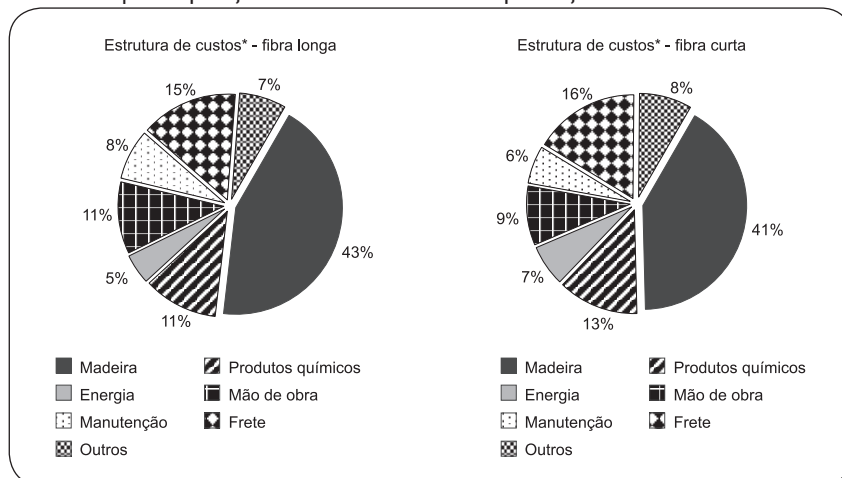
A demanda é especialmente concentrada nos países desenvolvidos do hemisfério norte (exceção para a China), representada por grandes produtores de papel, enquanto a oferta é polarizada conforme o tipo da fibra, se curta ou longa. Os preços, por sua vez, são formados internacionalmente, influenciados pela oferta e pela demanda globais, no que se refere tanto ao volume quanto à característica (fibra curta ou longa).

Competitividade

A competitividade na indústria da celulose é global – sobretudo no caso brasileiro, por causa dos grandes volumes exportados – e marcada por vários aspectos, entre eles os seguintes: (i) aumento crescente de escala, com aumento da intensidade de capital; (ii) movimento latente de fusões e aquisições e redução no número de empresas; (iii) acirramento da concorrência; (iv) elevado poder de barganha de clientes e fornecedores (produtores de papel e de químicos, por exemplo); (v) canais de distribuição e logística globais (mercado consumidor distante do mercado produtor); e (vi) comportamento cíclico de preços.

Os principais fatores para a avaliação da competitividade do produto final são os seguintes, nessa ordem: (i) custo da madeira; (ii) custo do frete; (iii) acesso a produtos químicos e custo da mão de obra; e (iv) custo da energia (Gráfico 1). A substituição pelo produto reciclado e o nível de qualidade do produto final também devem ser considerados, embora, no último caso, quando produzida para o mercado, a celulose tenha o caráter de *commodity*.

Gráfico 1 | Composição dos custos em dólares de produção da celulose no mundo



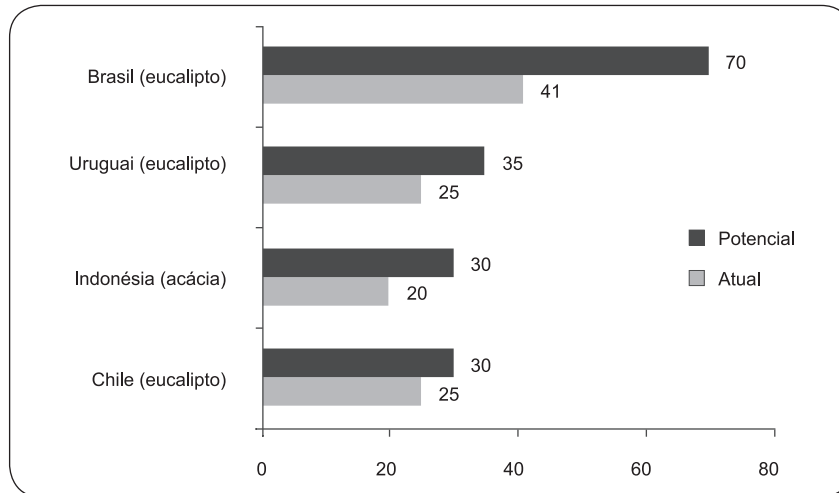
Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Hawkins Wright.

*CIF Europa.

O custo da madeira, aspecto competitivo incomparavelmente relevante nesse setor, reflete a vantagem no crescimento de florestas (Gráfico 2), que, por sua vez, se relaciona à localização geográfica e aos investimentos em pesquisa e melhoramento genético de espécies. Nesse sentido, a abundância de luz solar e de água é vista como fundamental, bem como a existência de centros de excelência em pesquisas florestais. Em análise desses custos nos principais países produtores, percebe-se variação de US\$ 115/t a US\$ 344/t para a celulose de fibra longa³ e de US\$ 104/t a US\$ 350/t para a celulose de fibra curta.⁴

³ Países pesquisados: Chile, Rússia, França, Áustria, Alemanha, Suécia, Estados Unidos, Finlândia, Japão e Canadá.

⁴ Países pesquisados: Brasil, Chile, Indonésia, Noruega, China, Suécia, Finlândia, Estados Unidos, França, Bélgica, Japão e Canadá.

Gráfico 2 | Produtividade das florestas de rápido crescimento (m³/ha/ano)

Fonte: Pöyry.

Quanto ao aspecto logístico, é importante que as fábricas, sobretudo as não integradas, estejam perto de estruturas capazes de realizar o escoamento da produção com os menores custos possíveis, como ferrovias, hidrovias e portos. Quanto mais interiorizadas, maior o desafio de escoamento da produção a custos competitivos, sobretudo no que diz respeito às indústrias de mercado. A amplitude desse custo vai de US\$ 44/t a US\$ 105/t para a celulose de fibra longa⁵ e de US\$ 49/t a US\$ 114/t para a celulose de fibra curta.⁶

No que se refere aos produtos químicos, cabe destaque para a soda cáustica,^{7,8} principal produto utilizado na fabricação da celulose por processo *kraft*, em volume. Nesse sentido, a produção concentrada na Ásia e na América do Norte (cerca de 70% da produção mundial) é um aspecto que pode influenciar a competitividade do produto final, sobretudo pela dificuldade de acesso. O fato de a produção da soda estar associada à produção do cloro desencorajou muitas empresas a investir em produção própria, ficando dependentes da indústria química. Entre os principais

⁵ Idem nota 3.

⁶ Idem nota 4.

⁷ O setor de celulose e papel é o maior consumidor do país, com 23% do total em 2008.

⁸ A soda é utilizada em grandes quantidades nas etapas de cozimento e branqueamento, enquanto o cloro é utilizado somente na etapa de branqueamento, ainda assim, comumente como dióxido.

países produtores, a variação desse custo vai de US\$ 33/t a US\$ 73/t para a celulose de fibra longa⁹ e de US\$ 21/t a US\$ 75/t para a celulose de fibra curta.¹⁰

A energia é outro item importante na estrutura de custos, sobretudo por causa da elevação do consumo energético mundial e da escassez de fontes convencionais, normalmente associadas a custos menores de geração. Embora as fábricas mais modernas tenham autossuficiência e até mesmo disponham de energia para a venda no mercado livre, é preciso considerar o custo de oportunidade, além da política de incentivos associada ao insumo em âmbito mundial. Na Europa, por exemplo, países comprometidos com a redução da emissão de carbono garantem prêmio sobre o preço de venda da energia gerada pelas fábricas de celulose, considerada uma energia verde, o que possibilita ganhos de arbitragem com a compra de energia de combustível fóssil em substituição. Nos Estados Unidos e no Canadá, incentivo análogo sob a forma de benefício fiscal foi concedido às empresas, trazendo à tona a importância estratégica do insumo no custo final da *commodity*. O custo médio do insumo por país/região varia de –US\$ 9/t (negativo porque considera a venda do excedente da energia gerada pelo fabricante de celulose) a US\$ 53/t para a celulose de fibra longa¹¹ e de US\$ 0/t a US\$ 70/t para a celulose de fibra curta.¹² O custo negativo para o insumo significa que, na média e em determinado país, as empresas produzem energia excedente, vendida ao mercado.

No caso brasileiro, é perceptível a competitividade acima da média para a celulose de fibra curta, que leva vantagem nos aspectos madeira¹³ e mão de obra (médias de US\$ 104/t e US\$ 24/t, respectivamente) e perde competitividade nos aspectos energia, produtos químicos¹⁴ e frete (médias de US\$ 30/t, US\$ 52/t e US\$ 55/t, respectivamente), esse último, por razões ligadas à deficiência logística local, o que tende a ser ressaltado com o movimento de interiorização da produção no país.

⁹ Idem nota 3.

¹⁰ Idem nota 4.

¹¹ Idem nota 3.

¹² Idem nota 4.

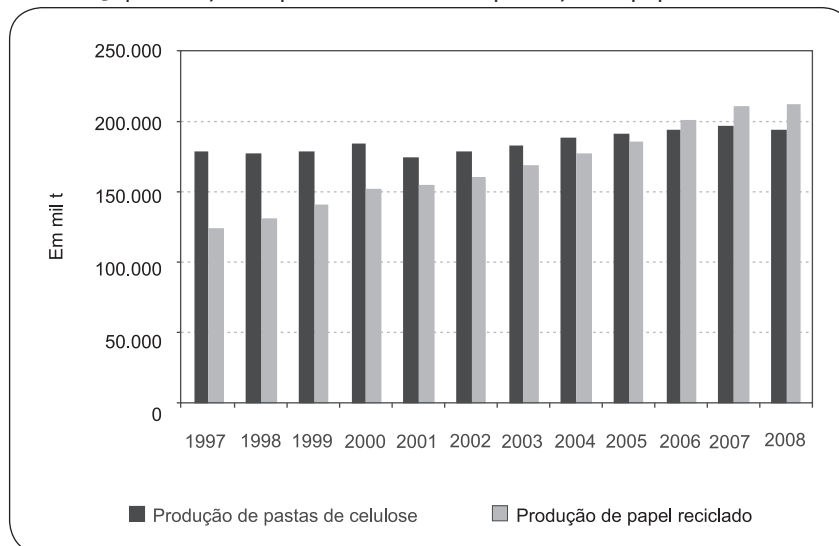
¹³ O Brasil destaca-se por estar na zona tropical, abundante em luz do sol e água e pelas pesquisas e programas de melhoramento genético (Gráfico 2).

¹⁴ Em 2008, 40% do consumo local adveio de importações, sendo a Fibria a única empresa a deter alguma capacidade instalada, ainda assim com produção bastante abaixo de suas necessidades (*BNDES Setorial*, mar. 2009).

O crescimento contínuo da fabricação de papel com base em aparas (pré-consumo) e material reciclado (pós-consumo) também merece atenção. Em média, a produção mundial de papel reciclado cresceu 5,0% a.a. entre 1997 e 2008, patamar bastante acima do crescimento médio de 1,1% a.a. da produção de pastas de celulose. Em 2008, a produção mundial de papel reciclado representou 54% da produção total de papel, tendo sido o terceiro ano consecutivo em que houve superioridade em volume na comparação com a produção de pastas de fibra virgem (Gráfico 3). Além disso, 67% da produção total esteve concentrada na Europa, nos Estados Unidos e na China, justamente os maiores consumidores da celulose de mercado.

Ainda no que se refere ao mercado de reciclados, é importante a ressalva de que, para uma mesma matéria-prima, é inviabilizada a reciclagem indefinidamente, uma vez que na recorrência há o encurtamento das fibras e a gradual perda de qualidade e resistência do produto final. Por resultar em produtos menos nobres e até de uso distinto do original, a reciclagem é especialmente aplicada à produção de papéis de imprensa, de imprimir e escrever, papel-cartão, cartolina e papelão, sendo menos utilizada na fabricação de papéis especiais, de embalagens e para fins sanitários (*tissue*).

Gráfico 3 | Produção de pastas de celulose e produção de papel reciclado



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI.

Panorama do mercado mundial

Introdução

Estima-se que o mercado de celulose tenha movimentado no mundo, em 2008, cerca de US\$ 136,1 bilhões (Tabela 2), sendo US\$ 112,1 bilhões representados pelas pastas de celulose de madeira e US\$ 24,0 bilhões pelas pastas de celulose de outras origens. O comércio mundial atingiu cerca de um quarto da produção mundial em volume, com destaque para as importações da Europa (principalmente Alemanha) e da Ásia (sobretudo China) e para as exportações das Américas (sobretudo Canadá, Brasil, Estados Unidos e Chile).

Tabela 2 | Preço médio e faturamento de pastas de celulose (2008)

Preço/ faturamento	Pastas de celulose				Outras origens	Total
	Madeira					
	Química*		Semi-química	Alto rendimento		
Sulfato	Sulfito					
Preço médio (US\$/t)	672,1	750,5	620,5	528,5	1.327,7	779,9
Faturamento (US\$ bi)	86,7	2,8	3,7	18,8	24,0	136,1

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI.

* Inclui celulose solúvel.

Oferta

Aspectos gerais

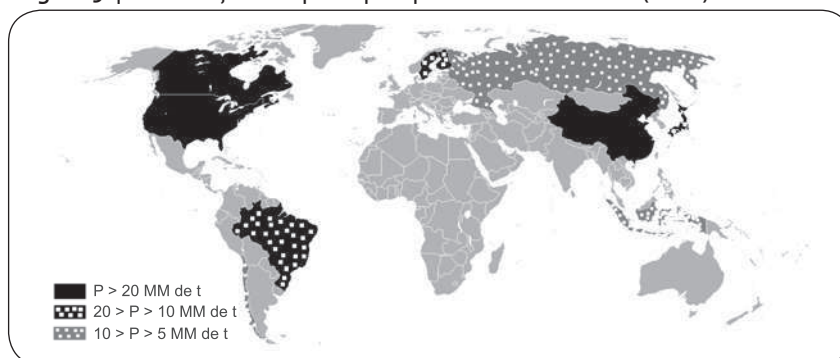
A produção de pastas em todo o mundo é concentrada na celulose branqueada por processo sulfato (longa ou curta), com expressivo aumento da participação da celulose de fibra curta no total. Introduzida no mercado durante a década de 1970 por países sem tradição em celulose, como Brasil, Portugal e Espanha, a produção de celulose de fibra curta acabou por deslocar parte da fabricação da celulose de fibra longa. O principal impulsionador desse avanço está relacionado ao excelente desempenho da celulose de fibra curta na fabricação dos papéis de imprimir e escrever (melhor printabilidade) e *tissue* (maior maciez), além de menores custos de produção. A substituição, nesse sentido, é limitada pela importante característica técnica proporcionada pela fibra longa à fabricação de papel: a resistência mecânica.

A produção mundial de pastas de celulose foi de 192,4 milhões de toneladas, em 2008, sendo 69% referente às pastas de processo químico (132,8 milhões de toneladas), 18% às pastas de alto rendimento – PAR (35,6 milhões de t) e 12% às pastas de processo semiquímico e de outras origens que não madeira (24,0 milhões de toneladas), conforme a Tabela 3. Cerca de 80% da produção mundial esteve concentrada em nove países (Figura 3), com destaque para os Estados Unidos, responsáveis por 27% do total e líder com folga na produção de pastas químicas de fibra longa branqueada, pastas químicas de fibra não branqueada e pastas semiquímicas.

Na análise da evolução da produção mundial de celulose, destacam-se o crescimento médio de apenas 1,1% a.a. entre os anos de 1997 e 2008 e a relativa estabilidade na participação dos tipos de pastas produzidos no total, com cerca de 66%-69% de pastas químicas, 18%-20% de pastas de alto rendimento, 9%-10% de pastas de outras origens que não madeira e 3%-4% de pastas semiquímicas (Gráficos 4 e 5). O destaque ficou por conta do aumento de participação da pasta química de celulose de fibra curta branqueada, que passou de 25% do total, em 1997, para 31% do total, em 2008.

Ainda em 2008, a produção mundial de pastas de celulose apresentou retração de 1,4% em relação a 2007. O resultado refletiu a retração da produção de quase todos os tipos de celulose (-3,5%), exceção para a produção da celulose de fibra curta branqueada (+3,6%), que evitou desempenho ainda pior. A produção mundial de celulose não apresentava retração desde 2001.

Figura 3 | Localização dos principais produtores mundiais (2008)



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI.
P = produção.

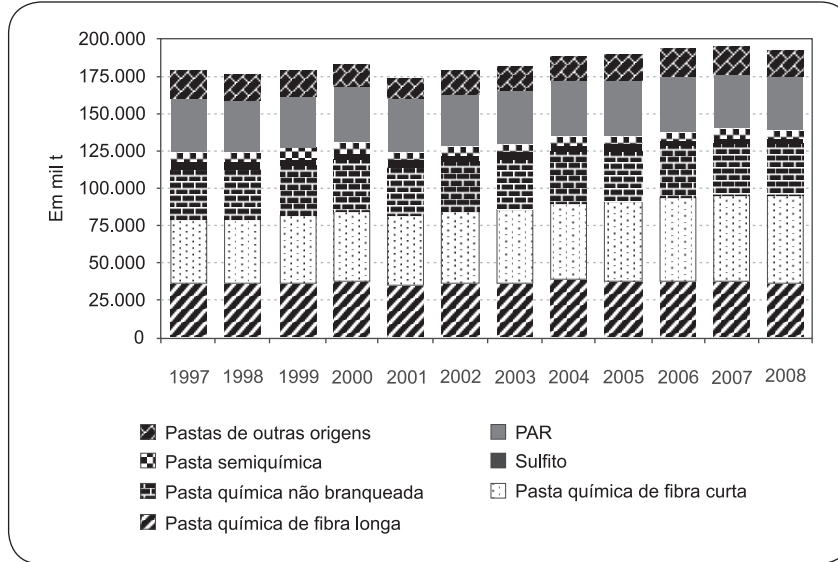
Tabela 3 | Produção mundial de pastas de celulose (em mil toneladas)

Posição/ país	Celulose – madeira								
	Pasta química*			Sulfito	Pasta semi-química	PAR	Celulose de outras origens	Total	
	Fibra longa branqueada	Fibra curta branqueada	Fibra não branqueada						
1º	EUA	12.436	12.957	18.479	338	2.994	4.275	0	51.479
2º	China	1.103	2.683	1.041	152	0	2.994	13.503	21.477
3º	Canadá	6.757	2.389	792	267	488	9.606	0	20.299
4º	Brasil	59	10.235	1.899	1.899	50	495	30	12.768
5º	Suécia	4.070	1.363	2.248	557	263	3.570	0	12.071
6º	Finlândia	3.585	2.758	527	0	500	4.350	0	11.720
7º	Japão	1.517	6.975	1.157	5	41	960	15	10.670
8º	Rússia	1.450	1.040	2.385	600	445	1.365	145	7.430
9º	Indonésia	0	6.068	0	0	125	0	242	6.435
10º	Chile	2.044	2.066	387	0	0	488	0	4.985
11º	Índia	0	924	0	180	208	0	2.350	3.662
12º	Alemanha	938	0	581	1.383	0	0	0	2.902
Total (12 maiores)		33.959	49.459	29.496	3.482	5.114	28.103	16.285	165.898
Total (Mundo)		36.436	58.804	33.811	3.763	5.929	35.562	18.113	192.418
% 12 maiores		93%	84%	87%	93%	86%	79%	90%	86%

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI.

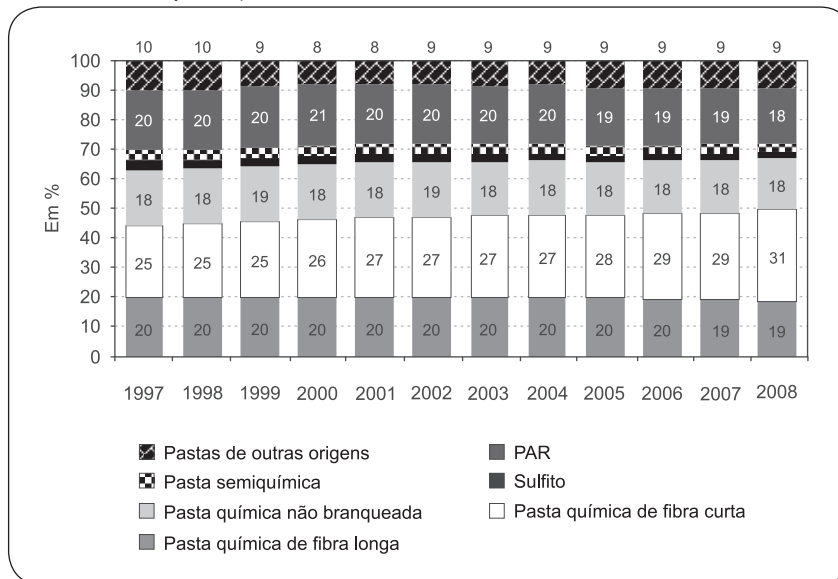
* Inclui celulose solúvel.

Gráfico 4 | Evolução da produção de pastas de celulose no mundo



Fonte: RISI.

Gráfico 5 | Evolução da participação de cada tipo de pasta de celulose na produção mundial



Fonte: RISI.

Celulose de mercado

A capacidade instalada mundial para a celulose de mercado somou, em 2009, 57,1 milhões de t/ano, sendo 27,2 milhões de t/ano para a celulose de fibra curta branqueada, 23,2 milhões de t/ano para a celulose de fibra longa branqueada, 3,8 milhões de t/ano para as pastas de alto rendimento, 2,0 milhões de t/ano para a celulose de fibra não branqueada e 0,9 milhão de t/ano para o sulfito (Tabela 4).

Também em 2009, a maior parte da capacidade instalada mundial para a celulose de mercado estava na América do Norte, com 18,4 milhões de t/ano (32% do total), destaque para a capacidade de produção da celulose de fibra longa branqueada nos Estados Unidos e no Canadá. Europa e América Latina apareciam em seguida, ambas com capacidade de produção de 15,1 milhões de t/ano. Enquanto a Europa se destacava pela produção tanto da celulose de fibra longa quanto da celulose de fibra curta, a América Latina aparecia como referência na produção da celulose de fibra curta, concentrada no Brasil (9,2 milhões de t/ano), no Chile (2,0 milhões de t/ano) e no Uruguai (1,1 milhão de t/ano). Ásia, África e Oceania, juntas, eram responsáveis por 8,5 milhões de t/ano, destacando-se a Indonésia, com capacidade de produção de 3,8 milhões de t/ano para a celulose de fibra curta branqueada.

Ainda em relação à Tabela 4, percebe-se a direção da competitividade pelas variações de capacidade no biênio 2008-2009. Em um contexto de crise econômica mundial, ajustes estruturais são acelerados. É nítida a diminuição da oferta em plantas localizadas no hemisfério norte e produtoras de celulose de fibra longa, seja pela redução de margens a níveis insustentáveis, por causa da ineficiência operacional das plantas, seja pela grande competitividade da celulose de fibra curta. Nesse sentido, é visível a adição mais forte de capacidade, sobretudo no hemisfério sul, e para a celulose de fibra curta, com destaque para a adição inicial de 700 mil t/ano da planta de 1,3 milhão de t/ano da Fibria no Brasil. As adições de capacidade para a produção da celulose de fibra longa são mais tímidas, sendo a maior procura orientada para regiões com mais possibilidade de ganho de margens, como o Leste Europeu, a Ásia e a África.

Tabela 4 | Capacidade mundial de produção de celulose de mercado (em mil t)

Capacidade de produção – celulose de mercado				
Região/país	Tipo	2009	2008	Δ
EUA	Southern	6.295	6.695	-400
Canadá	Northern	5.935	6.360	-425
Suécia	Northern	2.565	2.775	-210
Finlândia	Northern	2.140	2.045	95
Chile	Other	2.105	2.210	-105
Outros Europa	Other	1.875	1.680	195
Alemanha	Northern	960	960	0
Oceania	Other	395	395	0
Argentina	Other	350	350	0
Noruega	Northern	225	225	0
Ásia/África	Other	225	125	100
Japão	Other	150	150	0
Subtotal – Fibra longa branqueada		23.220	23.970	-750
Capacidade de produção – celulose de mercado				
Região/país	Tipo	2009	2008	Δ
Brasil	Eucalyptus	9.210	8.410	800
Indonésia	Asian	3.810	3.350	460
EUA	Southern/northern	2.230	2.190	40
Chile	Eucalyptus	1.965	1.965	0
Outros Europa	Northern	1.370	1.570	-200
Canadá	Northern	1.320	1.680	-360
Espanha	Eucalyptus	1.220	1.285	-65
Portugal	Eucalyptus	1.095	980	115
Uruguai	Eucalyptus	1.070	910	160
China	Asian	780	780	0

Continua

Continuação

Capacidade de produção – celulose de mercado				
Região/país	Tipo	2009	2008	Δ
Ásia/Africa	Eucalyptus	715	640	75
Ásia	Northern	680	710	-30
Japão	Northern	620	620	0
Suécia	Birch	460	460	0
Finlândia	Birch	420	750	-330
Noruega	Eucalyptus	175	175	0
Oceania	Eucalyptus	50	50	0
Subtotal – Fibra curta branqueada		27.190	26.525	665
Europa	-	845	815	30
América do Norte	-	25	25	0
Japão	-	10	10	0
Subtotal - Sulfito		880	850	30
Canadá	-	155	155	0
EUA	-	260	270	-10
Europa	-	630	610	20
América Latina	-	355	355	0
Japão	-	345	385	-40
Oceania	-	105	105	0
África	-	190	190	0
Subtotal – Fibra não branqueada		2.040	2.070	-30
Canadá	-	2.220	2.190	30
Europa	-	1.150	1.170	-20
Oceania	-	400	400	0
Subtotal – Pasta de alto rendimento		3.770	3.760	10
Total		57.100	57.175	-75

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Hawkins Wright.

Demanda

Aspectos gerais

O consumo mundial de pastas de celulose atingiu 193,0 milhões de toneladas em 2008, decréscimo de 1,2% em relação a 2007, com destaque para o consumo de 52,2 milhões de toneladas dos Estados Unidos e de 30,4 milhões de toneladas da China, perfazendo 43% do total consumido no mundo (Tabela 5). Ainda desse total, 69% foi referente às pastas químicas (133,1 milhões de toneladas), destacando-se o consumo das pastas de fibra curta branqueada (58,4 milhões de toneladas).

Como se pode ver, o consumo mundial é especialmente concentrado, com 81% do total em 12 países. Nas pastas de celulose de outras origens, a concentração no consumo é ainda mais acentuada, com quase 90% do consumo concentrado nos emergentes China e Índia.

Em 2008, o consumo *per capita* médio no mundo foi de 28,3 t/mil hab., embora o país com o maior consumo, a Finlândia, tenha apresentado volume expressivo de 1.847,5 t/mil hab. ou 1,8 t para cada habitante. Nesse sentido, destaca-se o fato de o nível de consumo *per capita* da celulose ser alavancado de acordo com o nível das exportações de papel. A Finlândia, por exemplo, é a terceira maior exportadora de papel e apenas a sétima maior na exportação da celulose, além de contar com a menor população entre os 12 maiores países consumidores de celulose.

O consumo *per capita* brasileiro encontra-se ligeiramente acima da média mundial e consideravelmente abaixo da média do grupo dos 12 maiores produtores, do qual faz parte. À primeira vista, isso se deve à baixa renda *per capita* (refletida no baixo consumo *per capita* de papel), mas também às tímidas exportações de papel do país.

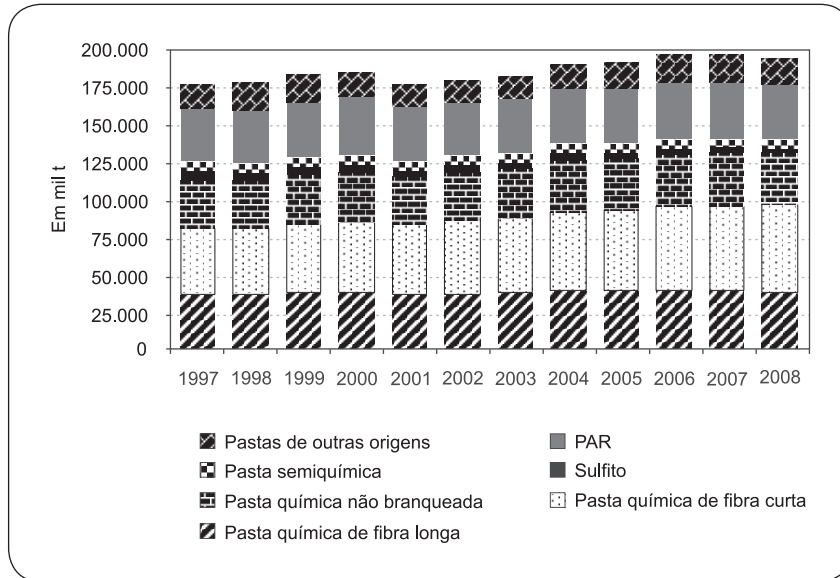
Na evolução do consumo mundial de pastas de celulose (Gráficos 6 e 7), ressaltam-se o baixo crescimento médio de 1,1% a.a. entre 1997 e 2008 (0,3x o crescimento médio anual do PIB mundial) e a estabilidade na participação dos tipos de pastas consumidas no total, exceção, novamente, para a celulose de fibra curta, que aumentou a sua participação no total de 25%, em 1997, para 30%, em 2008, e deslocou não somente a produção da celulose de fibra longa, mas também a de outros tipos de celulose, como sulfito, semiquímica e alto rendimento.

Tabela 5 | Consumo mundial de pastas de celulose (2008)

Posição/ país		Celulose – madeira									
		Pasta química*			Sulfito	Pasta semiquímica	PAR	Celulose de outras origens	Total	População	Consumo per capita
		Sulfato									
		Fibra longa branqueada	Fibra curta branqueada	Fibra não branqueada	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t
1º	EUA	11.389	14.104	18.574	550	2.994	4.554	0	52.165	314.659	165,8
2º	China	4.681	6.404	1.577	192	0	4.049	13.503	30.406	1.353.311	22,5
3º	Canadá	2.424	7.550	1.090	14	41	1.210	15	12.344	127.156	97,1
4º	Brasil	1.162	877	622	49	488	7.780	0	10.978	33.573	327,0
5º	Suécia	2.143	2.338	543	40	500	4.235	0	9.799	5.304	1.847,5
6º	Finlândia	1.646	1.381	2.183	367	268	3.290	0	9.135	9.205	992,4
7º	Japão	2.052	2.492	106	693	0	1.586	0	6.929	5.458	1.269,5
8º	Rússia	373	3.196	1.907	36	53	495	30	6.090	193.734	31,4
9º	Indonésia	883	483	1.887	564	445	1.365	145	5.772	140.874	41,0
10º	Chile	372	3.639	23	13	125	231	242	4.645	227.345	20,4
11º	Índia	1.722	1.737	23	166	43	527	170	4.388	59.870	73,3
12º	Alemanha	147	1.124	242	0	0	223	2.350	4.086	1.181.412	3,5
Total (12 maiores)		28.994	45.325	28.777	2.684	4.957	29.545	16.455	156.737	3.651.901	42,9
Total (Mundo)		36.847	58.438	33.994	3.849	5.952	35.828	18.113	193.021	6.829.362	28,3
% 12 maiores		79	78	85	70	83	82	91	81	53	-

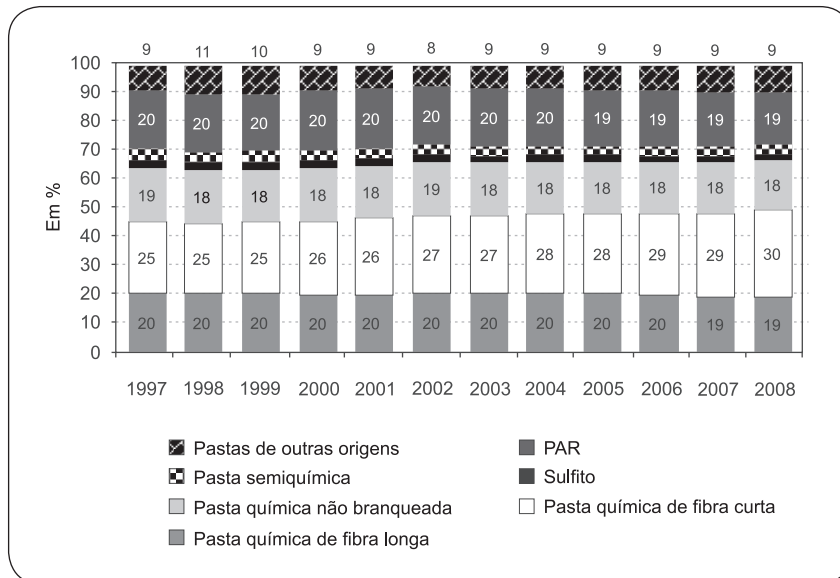
Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI.

Gráfico 6 | Evolução do consumo de pastas de celulose no mundo



Fonte: RISI.

Gráfico 7 | Evolução da participação de cada tipo de pasta de celulose no consumo mundial



Fonte: RISI.

Celulose de mercado

A demanda mundial por celulose de mercado é formada basicamente pela demanda por celulose branqueada de processo químico, tendo atingido um total de 45,8 milhões de toneladas em 2009, com 20,6 milhões de toneladas de celulose de fibra longa branqueada (ou BSKP),¹⁵ 24,5 milhões de toneladas de celulose de fibra curta branqueada (ou BHKP)¹⁶ e 0,7 milhão de toneladas de celulose sulfito.

A maior demanda por celulose branqueada de processo químico vem da Europa, com 16,4 milhões de toneladas (36% do total), seguida pela China (24%) e América do Norte (15%).

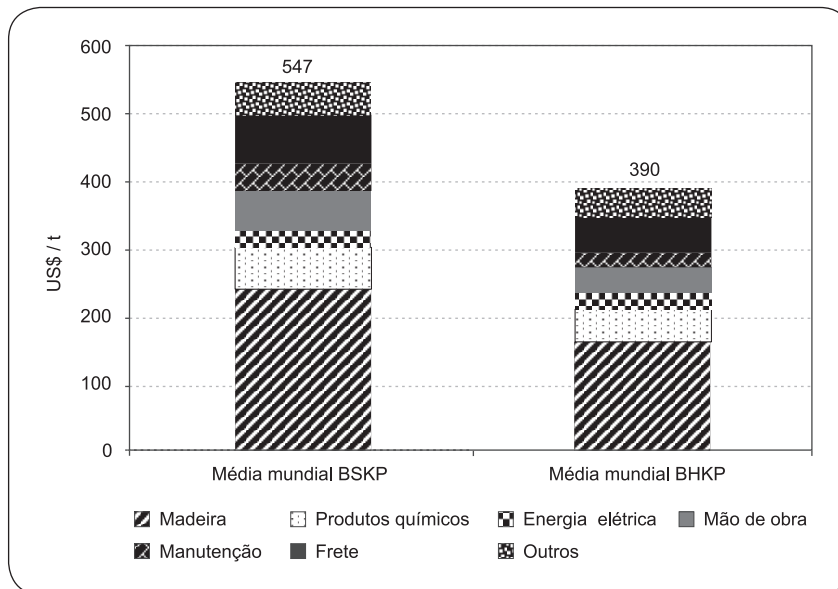
Em 2006, a participação da celulose de fibra curta branqueada na demanda mundial consolidou-se em patamar superior ao da celulose de fibra longa branqueada, com a oferta seguindo o comportamento. O fechamento de fábricas de celulose de fibra longa, principalmente no hemisfério norte, e o florescimento de investimentos em novas fábricas de celulose de fibra curta, sobretudo no hemisfério sul, refletiram mudanças estruturais, que só não foram maiores por causa da sustentação da demanda e, conseqüentemente, da oferta da celulose de fibra longa branqueada em cerca de 23 milhões de t/ano. Por sua vez, a oferta da celulose de fibra curta branqueada saltou de 22,6 milhões de t/ano, em 2006, para 27,2 milhões de t/ano, em 2009, estimulada por demanda crescente.

Essa importante inversão estrutural deve-se, em grande parte, ao diferencial de custos entre os dois tipos de *commodity* (Gráfico 8), que, em um mercado competitivo e de âmbito global, se reflete em preços menores para o produto final. Nesse contexto, a possibilidade de substituição de fibras longas por curtas dentro do *mix* no processo produtivo dos diversos tipos de papel por meio do desenvolvimento tecnológico é fator preponderante para o movimento. Papéis com características de resistividade mecânica, que antes necessitavam de pelo menos 90% de fibras longas no *mix*, puderam ser obtidos no perfil 85%-15% ou até 70%-30% na relação fibra longa/fibra curta.

¹⁵ *Bleached softwood kraft pulp.*

¹⁶ *Bleached hardwood kraft pulp.*

Gráfico 8 | Custos de produção de BHKP e BSKP e CIF Europeu



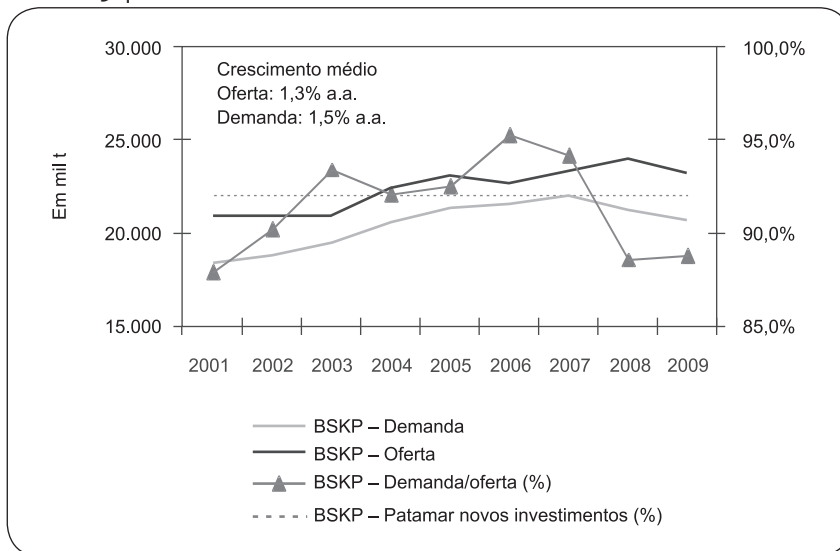
Fonte: Hawkins Wright.

Ainda em relação ao mercado de celulose branqueada (Gráficos 9 e 10), a queda da utilização de capacidade abaixo do nível que estimula investimentos, de cerca de 90%,¹⁷ tanto para a celulose de fibra curta quanto para a celulose de fibra longa, em 2008, deveu-se a aumentos de capacidade na América Latina, na Ásia e na África, enquanto, em 2009, foi reflexo dos efeitos da crise econômica mundial.

No curto prazo, a utilização de capacidade em nível superior ao do patamar de estímulo a novos investimentos atrai (por meio de preço) capacidades subutilizadas de usinas integradas ao mercado e incentiva o reinício de operações de fábricas desativadas. Por outro lado, quando a utilização de capacidade está abaixo desse patamar, fábricas de alto custo são desativadas e aumenta o incentivo à substituição da celulose integrada e de outras origens pela celulose de mercado. No médio prazo, a percepção de que a utilização de capacidade vai se manter alta (baixa) viabiliza (inviabiliza) novos planos de investimento.

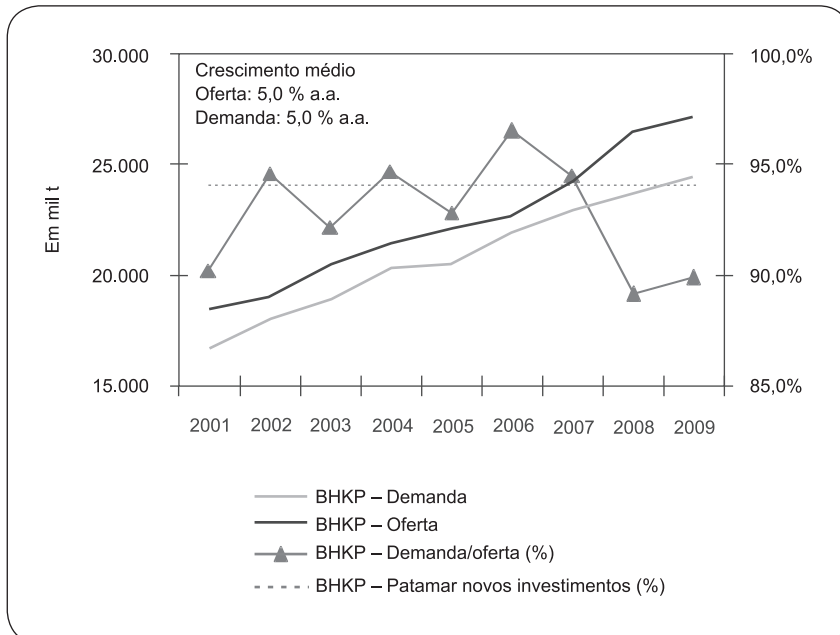
¹⁷ De acordo com a Hawkins Wright, 92% para o mercado de celulose de fibra longa, com fábricas mais antigas e de menor escala, e 94% para o mercado de celulose de fibra curta, sobretudo BEKP, com fábricas mais modernas e de menor custo.

Gráfico 9 | Mercado internacional de BSKP



Fonte: Hawkins Wright.

Gráfico 10 | Mercado internacional de BHKP



Fonte: Hawkins Wright.

Preços

Os preços na indústria de celulose de mercado, na qualidade de *commodity*, têm referências internacionais e são sensíveis às alterações da capacidade da indústria (-),¹⁸ aos estoques dos produtores (-),¹⁹ ao valor do dólar norte-americano (-),²⁰ aos custos de produção e frete (+)²¹ e, sobretudo, às oscilações da atividade econômica mundial (+),²² o que lhes confere um caráter tipicamente cíclico.

De maneira simplificada, pode-se dizer que os preços da celulose são sensíveis às variações de estoques (Gráfico 11) e às variações da atividade econômica mundial, embora, nesse último caso, com variâncias bastante ampliadas (Gráfico 12). Outro aspecto que chama a atenção é o fato de os preços, tanto da celulose de fibra longa quanto da celulose de fibra curta, variarem mais ou menos à mesma taxa, o que reflete o ajuste fino de preços dos dois produtos no mercado internacional e reduz oportunidades de arbitragens. Empresas com custos de produção superiores (inferiores) trabalham com margens inferiores (superiores) e são as primeiras (últimas) a sofrerem paralisações em ciclos de baixa no preço da *commodity*.

Fonte de oferta adicional, os estoques foram ajustados em 2009 com a paralisação de plantas menos lucrativas, após um ano de 2008 com sobreoferta e preços em queda. Nesse sentido, a média histórica de 32,6 dias de consumo serve de referência. Patamares de estoque acima desse nível implicam ajustes de preço e produção, como ocorrido nos anos de 1998 e 2001 e entre o final de 2008 e o início de 2009. No último caso, movimento especulativo mais forte foi percebido, pois os preços subiram juntamente com o aumento de estoques, o que também pode ser verificado na análise da evolução do preço médio do papel (Gráfico 13), principal destino da celulose como insumo. Entre 2004 e 2008, a inflação acumulada dos preços da celulose esteve acima da inflação de preços do papel, algo insustentável no longo prazo, cujo ajuste foi materializado em 2009.

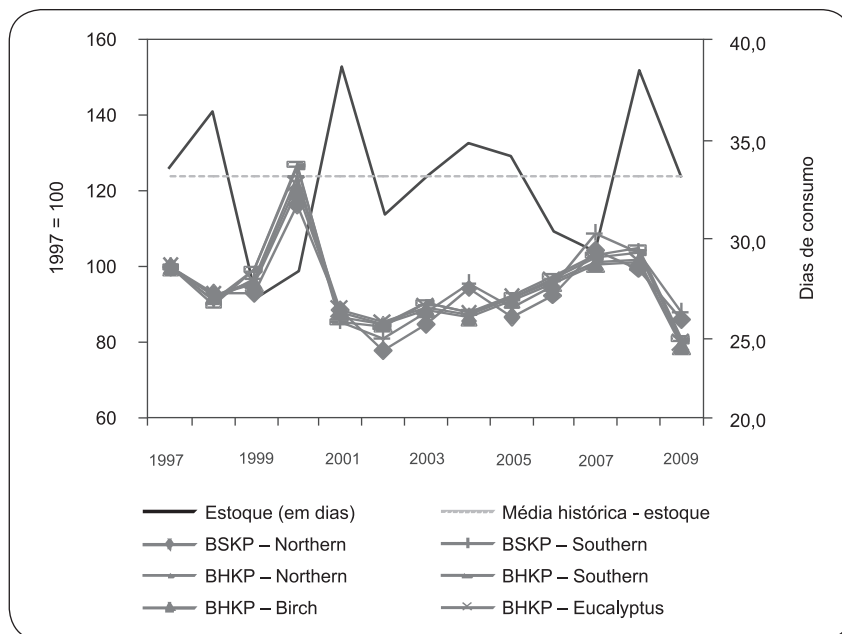
¹⁸ Correlação negativa.

¹⁹ Idem nota 18.

²⁰ Idem nota 18.

²¹ Correlação positiva.

²² Idem nota 21.

Gráfico 11 | Variação dos preços²³ da celulose e estoques mundiais em dias e consumo

Fonte: RISI.

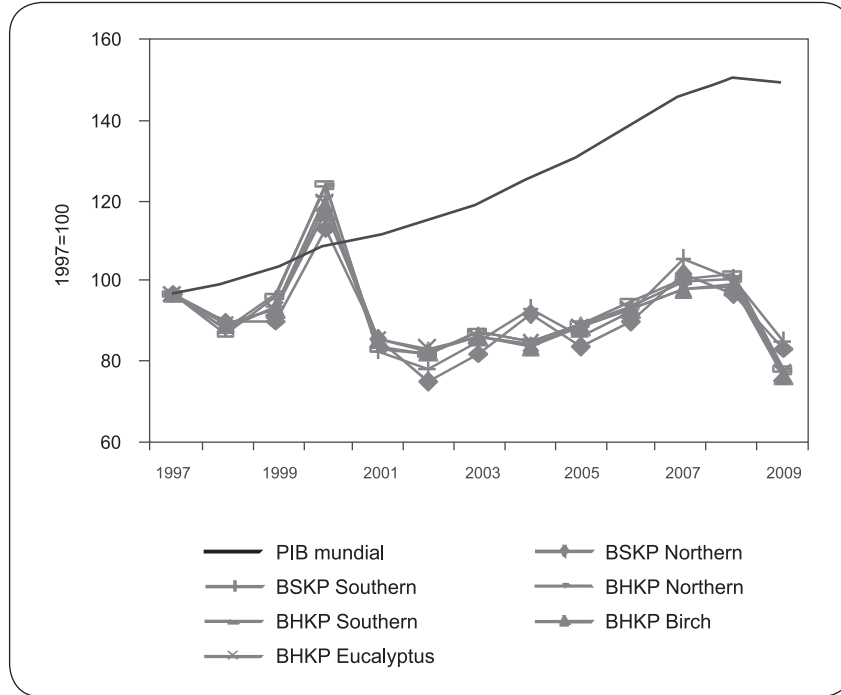
Mercado brasileiro

Introdução

As primeiras fábricas brasileiras de papel se resumiam a utilizar papéis descartados para a produção de novos papéis. A quase totalidade das necessidades brasileiras em seus diferentes tipos era suprida por importações. A esse estágio sucedeu-se um segundo, em que a indústria local passou a produzir papéis com base em matérias-primas virgens importadas, em especial celulose de fibra longa. Na década de 1970, contudo, a indústria brasileira de celulose começou a ganhar expressão, e os fabricantes locais de papel passaram a utilizar matérias-primas virgens de origem nacional em composição com as de origem estrangeira.

²³ Preços deflacionados apurados semanalmente em vendas reais, antes de quaisquer descontos e com condições de entrega CIF (porto europeu), havendo uniformidade de requisitos como umidade ao ar de 90%, alvura de 88% ou superior e resistência padrão.

Gráfico 12 | Variação dos preços da celulose e evolução do PIB mundial²⁵

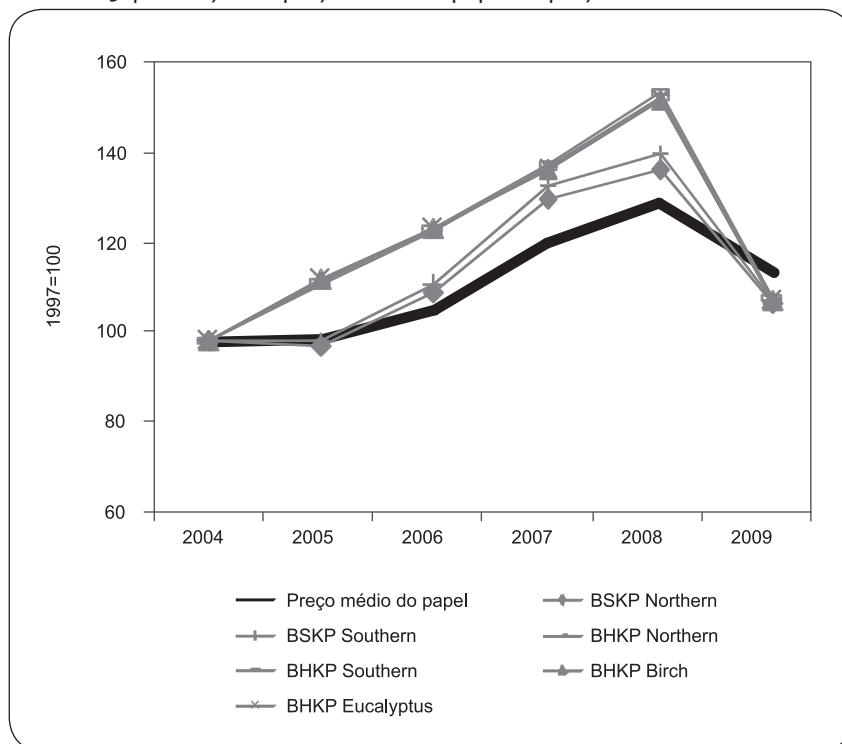


Fonte: Elaboração do BNDES, com base em FMI e RISI.

Atualmente, o setor de celulose aplica tecnologia de ponta em seus novos projetos, como a utilização de digestores contínuos no lugar de digestores *batch* (por batelada), contando com cerca de 56 empresas integradas e de mercado em 10 estados, segundo dados de 2008 da Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa). Para a celulose de mercado, a produção brasileira é representada fundamentalmente por seis empresas – Fibria, Suzano, Cenibra, Stora Enso, CMPC e Grupo Orsa –, cujos custos de produção para a pasta de fibra curta estão entre os menores do mundo (Gráfico 14). Não menos importante, o setor é referência mundial por utilizar exclusivamente florestas plantadas e, em grande medida, certificadas para a produção de celulose.

²⁴ Idem nota 10.

²⁵ Variação estimada do PIB mundial em 2009: -0,6%.

Gráfico 13 | Evolução do preço em dólar do papel²⁶ e preços de BSKP e BHKP

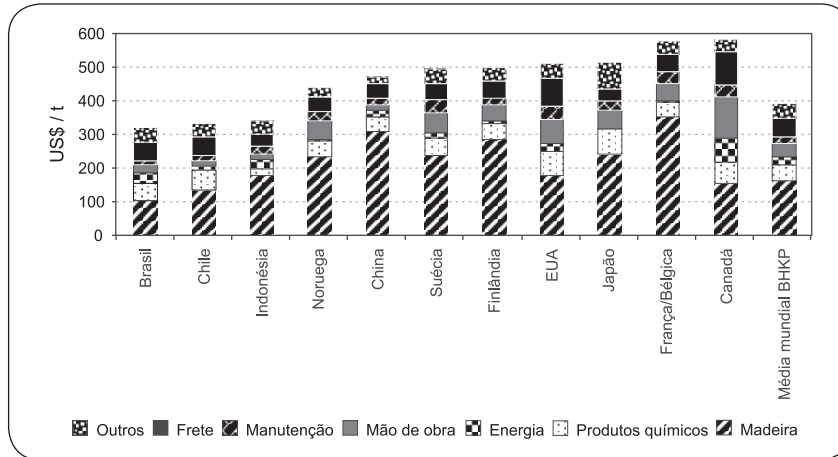
Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI e Foex.

Ainda em relação à competitividade da celulose nacional, é válido lembrar a importância da taxa de câmbio na formação do preço mundial, em que alterações nos termos de troca implicam alterações na competitividade do produto local. Taxas de câmbio valorizadas em relação ao mundo reduzem a competitividade, enquanto taxas de câmbio desvalorizadas ampliam a competitividade.

Atualmente, a maior empresa de celulose de mercado do mundo é brasileira (Tabela 6). Em 2009, foi criada a Fibria, resultante da aquisição da Aracruz Celulose pela Votorantim Celulose e Papel (VCP). A operação, divulgada ao mercado em janeiro de 2009, foi concluída em agosto, tendo em um primeiro momento o BNDES como principal acionista, com 34,9%

²⁶ Preço médio do papel = média, em dólares americanos, dos preços PIX Paper LWC, PIX Paper Ctd WF, PIX Paper A4 B-copy, PIX Paper Newsprint, PIX White-top Kraftliner, PIX Kraftliner, PIX Testliner 2, PIX Recycled Fluting.

Gráfico 14 | Custos de produção da celulose de fibra curta e Brasil é o mundo



Fonte: Hawkins Wright.

da participação total, além do grupo Votorantim, com 29,3%, e o mercado, com 35,8%. A nova empresa iniciou operação com cerca de 15 mil empregados diretos e indiretos em seis fábricas e seis escritórios comerciais no exterior, além de área florestal total de 1,3 milhão de hectares (incluindo reservas legais, plantios e fomento), nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e Bahia.

Em 2008, a indústria brasileira de celulose integrada e de mercado tinha capacidade instalada de 14,3 milhões de t/ano e estava dividida em 56 empresas, das quais 12 concentravam 92% do total (Tabela 7). Ainda nesse universo, sobressaíam Fibria, Suzano, Klabin e Cenibra, que, juntas, eram responsáveis por 67% desse total.

No que se refere à celulose de fibra longa branqueada, em 2008 existiam 10 fabricantes e capacidade total de 1,8 milhão de t/ano, destacando-se Klabin, Rigesa e Grupo Orsa, detentores de 71% da capacidade total.

Na produção da celulose de fibra curta branqueada, eram 11,4 milhões de t/ano em capacidade instalada no ano de 2008, distribuídos em 13 empresas. Destacavam-se Fibria, Suzano e Cenibra, com 69% do total.

Para as pastas de alto rendimento, havia capacidade instalada total de 612 mil t/ano em cerca de 30 empresas, com destaque para Norske Log e Stora Enso (48% do total), enquanto para a celulose solúvel existiam

Tabela 6 | 20 maiores empresas de celulose de madeira (2009)

Posição/empresa/país de origem	Celulose – madeira					PAR	Total
	Pasta química			Sulfato	Sulfato		
	Fibra longa branqueada	Fibra curta branqueada	Fibra não branqueada				
mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t		
1° Fibria ¹	Brasil	0	5.325	0	0	0	5.325
2° Arauco	Chile/Argentina	1.895	965	345	0	0	3.205
3° APRIL	Indonésia/China	0	3.040	0	0	0	3.040
4° APP	China/Indonésia/Canadá	645	1.520	0	0	330	2.495
5° CMPC	Chile	615	1.480	0	0	0	2.095
6° Sodra	Suécia/Noruega	1.500	465	0	0	100	2.065
7° Weyerhaeuser	EUA/Canadá	1.840	0	0	0	0	1.840
8° UPM-Kymmene	Finlândia/Uruguai	400	1.300	0	0	0	1.700
9° Botnia/M-real	Finlândia	1.040	140	0	215	300	1.695
10° Stora Enso	Países nórdicos	995	670	0	0	0	1.665
11° Canfor Corp.	Canadá	1.335	0	125	0	215	1.675
12° Suzano ²	Brasil	0	1.655	0	0	0	1.655
13° Domtar	EUA/Canadá	1.140	500	0	0	0	1.640
14° Ilim	Rússia	940	520	0	0	0	1.460
15° Mercer	Canadá/Alemanha	1.455	0	0	0	0	1.455
16° IP	EUA/Rússia/França	835	515	0	0	100	1.450
17° Georgia Pacific	EUA	1.385	0	0	0	0	1.385
18° ENCE	Espanha	0	1.340	0	0	0	1.340
19° West Fraser	Canadá	685	0	0	0	600	1.285
20° Cenibra	Brasil	0	1.200	0	0	0	1.200
Total (20 maiores)		16.705	20.635	470	215	1.645	39.670
Total (mundo)		23.560	28.170	1.890	910	3.770	58.300
% 20 maiores		71%	73%	25%	24%	44%	68%

Fonte: Hawkins Wright.

¹ Inclui 50% da capacidade da Veracel e 50% da capacidade do Conpacel – não inclui Guaíba, vendida à CMPC em 2009.

² Inclui 50% da capacidade do Conpacel.

Tabela 7 | Capacidade instalada de produção de pastas de celulose no Brasil (2008)

Posição/empresa/fábrica	Estado	2008 mil t	Posição/empresa/fábrica	Estado	2008 mil t
Fibria		4.651	Grupo Orsa		541
Aracruz	ES	2.330	Almeirim	PA	430
Fibra curta branqueada		2.330	Fibra curta branqueada		430
Jacareí	SP	1.450	7ª Nova Campina	SP	111
Fibra curta branqueada		1.450	Fibra longa não branqueada		111
1ª Eunápolis	BA	550	% do mercado		4%
Fibra curta branqueada		550	CMPC		500
Limeira	SP	321	8ª Guaíba	RS	500
Fibra curta branqueada		321	Fibra curta branqueada		500
% do mercado		32%	% do mercado		3%
Suzano		2.029	Bahia Specialty		430
Mucuri	BA	1.208	9ª Camaçari	BA	430
Fibra curta branqueada		1.208	Celulose Solúvel		430
2ª Suzano	SP	500	% do mercado		3%
Fibra curta branqueada		500	Lwarcel		238
Limeira	SP	321	Penápolis	SP	238
Fibra curta branqueada		321	10ª Fibra curta branqueada		238
% do mercado		14%	Fibra curta não branqueada		7
Klabin		1.710	% do mercado		2%
Monte Alegre	PR	1.190	Rigesa		230
Fibra curta branqueada		225	Três Barras	SC	230
Fibra curta não branqueada		540	11ª Fibra curta não branqueada		15
Fibra longa branqueada		35	Fibra longa não branqueada		215
3ª Fibra longa não branqueada		390	% do mercado		2%
Otacílio Costa	SC	520	Norske Skog		183
Fibra longa branqueada		35	12ª Jaguariaíva	PR	183
Fibra longa não branqueada		485	Pasta de alto rendimento		183
% do mercado		12%	% do mercado		1%
Cenibra		1.200	Total (12 maiores)		92%
4ª Belo Oriente	MG	1.200	Total		14.316
Fibra curta branqueada		1.200	Fibra curta branqueada		10.763
% do mercado		8%	Fibra curta não branqueada		657
IP do Brasil		850	Fibra longa branqueada		114
Luiz Antônio	SP	450	Fibra longa não branqueada		1.665
Fibra curta branqueada		450	Pasta de alto rendimento		612
5ª Mogi Guaçu	SP	400	Celulose solúvel		505
Fibra curta branqueada		400			
% do mercado		6%			
Stora Enso		660			
6ª Eunápolis	BA	550			
Fibra curta branqueada		550			
Arapoti	PR	110			
Pasta de alto rendimento		110			
% do mercado		5%			

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Bracelpa.

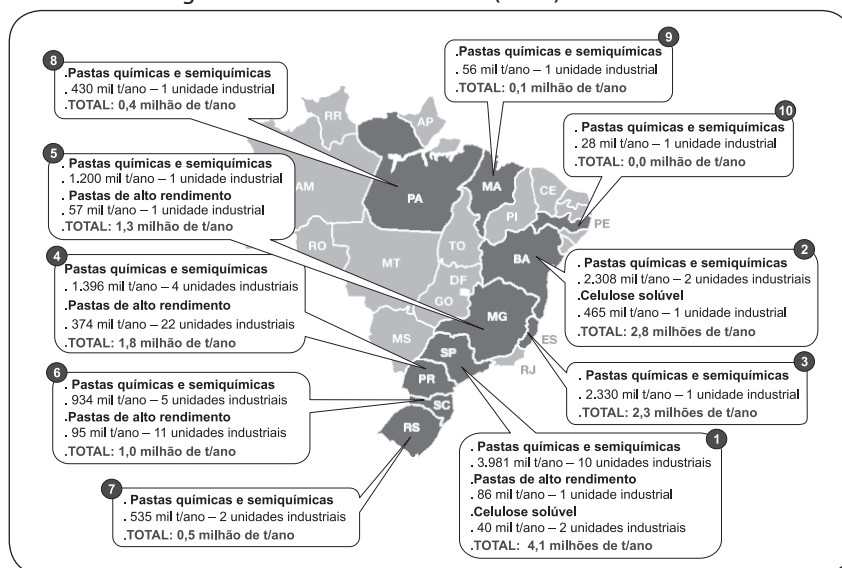
Obs.: Não considera a capacidade de produção da fábrica de Três Lagoas (MS), da Fibria, inaugurada em 2009, mas já considera Guaíba como ativo da CMPC.

505 mil t/ano em capacidade em três empresas, sendo 85% do total detido pela Bahia Specialty Cellulose.

As fábricas de pastas de celulose no Brasil localizam-se estrategicamente nas proximidades das florestas e em locais cuja logística favoreça o escoamento da produção para o abastecimento dos principais clientes, situados no exterior. Por esse motivo, as fábricas de celulose situam-se perto de portos, ferrovias e rios e concentram-se nas regiões Sul e Sudeste do país, que têm 77% da capacidade total instalada (Figura 4). Fora do eixo Sul-Sudeste, sobressaem os investimentos na Bahia.

Com atratividade relacionada aos menores valores de aquisição de terras, novos importantes projetos estão previstos para estados não tradicionais, como Mato Grosso do Sul, Maranhão e Piauí. O Mato Grosso do Sul é o mais sensível quanto ao aspecto logístico, por estar consideravelmente longe da costa brasileira. Embora a competitividade brasileira na madeira compense as maiores dificuldades logísticas, a proximidade permanece estratégica na garantia de mercado e na manutenção de preços competitivos.

Figura 4 | Distribuição regional da produção de celulose de indústria integrada e de mercado no Brasil (2008)



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Bracelpa.

Apesar de os dados de 2008 ainda não incluírem o Mato Grosso do Sul no mapa da produção de celulose nacional, em 2009 foi instalada uma unidade da Fibria no município de Três Lagoas, com capacidade de 1,3 milhão de t/ano, o que tornou o estado um dos cinco maiores produtores de celulose do Brasil.

Em relação às principais empresas produtoras de celulose integrada e de mercado no país, segue breve descrição de características e de projetos de investimentos previstos ou recém-concluídos:

- Fibria

Maior empresa de fabricação de celulose do mundo, a Fibria tem mais de 500 mil hectares de florestas plantadas de eucalipto nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo, o que lhe confere autossuficiência no abastecimento de madeira em seis fábricas, com capacidade total de cerca de 5,4 milhões de t/ano e de 313 mil t/ano de papéis térmicos, autocopiativos e de imprimir e escrever. Quatro dessas fábricas são de celulose, em Aracruz (ES), Jacaré (SP), Eunápolis (BA) e Três Lagoas (MS), uma é de papel, em Piracicaba (SP), e uma é integrada celulose-papel, em Limeira (SP). Em Eunápolis (BA), detém 50% de participação na Veracel (*joint-venture* com a Stora Enso) e, em Limeira (SP), possui 50% do Conpacel (Consórcio Paulista de Papel e Celulose; em associação com a Suzano). Por meio da KSR Distribuidora, fornece papéis gráficos a cerca de 15 mil clientes no mercado doméstico, além de utilizar os modais rodoviário, ferroviário e marítimo para o transporte de madeira, celulose e papel. Outro ponto de destaque é a manutenção de centros de distribuição, escritórios comerciais e de representação na América do Norte, na Europa e na Ásia.

Em março de 2009, iniciou a operação da fábrica de Três Lagoas (MS), com capacidade produtiva de 1,3 milhão de t/ano, sendo cerca de 20% destinado à International Paper do Brasil, para a produção de papel sulfite. A base florestal para a alimentação da fábrica era de 140 mil hectares plantados com eucalipto, num raio médio de 60 km da planta.

Também em 2009, a empresa anunciou a venda das instalações industriais e florestais da unidade de Guaíba (RS) por US\$ 1,430 bilhão para a chilena CMPC. Os ativos compreendiam a fábrica de celulose com capacidade de produção de cerca de 450 mil t/ano e uma fábrica de papel com capacidade de cerca de 60 mil t/ano. A negociação ainda envolveu área

aproximada de 212 mil hectares e licenças e autorizações para a execução de projeto de expansão da fábrica de celulose, para 1.750 mil t/ano. Apesar da venda, a Fibria manteve ativos de US\$ 180 milhões em equipamentos industriais adquiridos para a expansão da unidade.

A empresa ainda tem projetos de investimentos como Veracel II (*joint venture* com a Stora Enso), em Eunápolis (BA), com capacidade de produção de 1,5 milhão de t/ano e previsão de operação em 2013; Três Lagoas II, no Mato Grosso do Sul, com capacidade de produção de 1,4 milhão de t/ano e previsão de operação em 2015; e Projeto Losango, para uma fábrica de 1,5 milhão de t/ano no Rio Grande do Sul, com previsão de operação em 2017. Além disso, há a possibilidade de uma quarta linha em Aracruz (ES), Barra do Riacho IV, sem data definida e capacidade de produção esperada de 1,5 milhão de t/ano.

- Suzano

Segunda maior produtora de celulose do país, a Suzano tem cinco unidades industriais, sendo a fábrica integrada de Mucuri (BA) a maior delas. Outras três fábricas – Suzano, Rio Verde e Embu – estão sediadas no interior de São Paulo, a primeira integrada e as duas últimas produtoras de papel. As florestas em São Paulo localizam-se a uma distância média de 210 km das fábricas de papel e celulose do estado, cujas distâncias para o Porto de Santos não superam 90 km. As florestas na Bahia e no Espírito Santo localizam-se a uma distância média de 61 km da fábrica de papel e celulose de Mucuri (BA), sendo que a fábrica está a uma distância de 320 km do Porto de Vitória. A unidade industrial restante está situada em Limeira (SP) e diz respeito ao Conpacel, em associação com a Fibria.

A Suzano tem como principais projetos de investimento as fábricas com capacidade de produção, cada uma, de 1,3 milhão-1,4 milhão de t/ano no Maranhão (início de operação em 2013) e no Piauí (início de operação em 2015). Além disso, há a previsão da ampliação de Mucuri (BA) em 400 mil t/ano em 2017 e o projeto para uma fábrica sem localização definida e capacidade de produção esperada de 1,3 milhão de t/ano.

- Klabin

A Klabin é a maior empresa em produção, exportação e reciclagem de papéis do Brasil, além de ser líder na produção integrada de papéis e cartões

para embalagens, embalagens de papelão ondulado e sacos industriais. Possui 17 unidades industriais no Brasil, distribuídas por estados como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia e Pernambuco, além de uma na Argentina, sendo duas integradas à produção de celulose (Paraná e Santa Catarina). Autossuficiente em madeira, possui 224 mil hectares de florestas plantadas com pínus e eucalipto.

A empresa prevê uma nova fábrica no Paraná, com capacidade de produção de 1,5 milhão de t/ano e previsão de operação em 2015. A unidade será destinada à produção integrada de papel-cartão, e o excedente será vendido ao mercado.

- Cenibra

Localizada no leste de Minas Gerais, a Cenibra é resultado de uma parceria entre a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e a Japan Brazil Paper and Pulp Resources Development Co. Ltd. (JBP), cuja participação passou a 100% em 2001. A empresa possui uma unidade industrial em Belo Oriente com capacidade de produção de cerca de 1,2 milhão de t/ano e 49% do terminal especializado de Barra do Riacho-Portucel,²⁷ jurisdicionado ao Porto de Vitória e localizado no norte do Espírito Santo, para o escoamento de sua produção. A base florestal da empresa para a produção é de cerca de 129 mil hectares.

O principal projeto de investimento da Cenibra é o aumento de capacidade da unidade de Belo Oriente (MG) de 1,2 milhão para 2,0 milhões de t/ano até 2014.

Além dos investimentos das principais empresas do setor, há dois projetos importantes: o da empresa Eldorado (nova entrante no setor), para uma fábrica de 1,5 milhão de t/ano no município de Três Lagoas (MS) e previsão de operação em 2012, e um projeto da CMPC para a ampliação de Guaíba, denominado Guaíba II, que elevará a capacidade de 450 mil t/ano para 1.750 mil t/ano até 2015. Há ainda outro projeto do Grupo Orsa, de capacidade de produção de 1,3 milhão de t/ano no Pará e entrada em operação prevista para 2017.

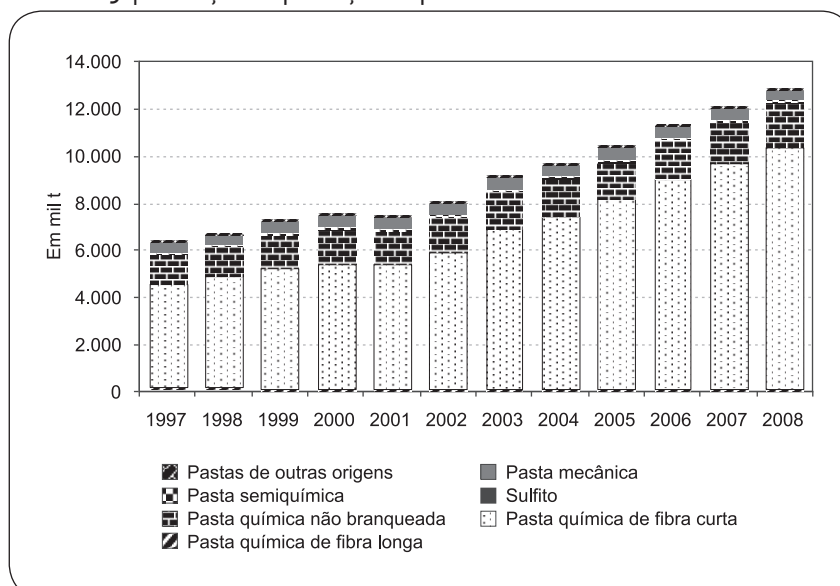
²⁷ Os outros 51% são detidos pela Fibria.

Oferta

Aspectos gerais

A produção brasileira de celulose atingiu 12,8 milhões de toneladas em 2008, 96% do total referente às pastas de processo químico (12,2 milhões de toneladas) e 4%, às pastas de alto rendimento (495 mil toneladas), conforme o Gráfico 15. Em média, a produção brasileira de celulose aumentou em 6,2% a.a. entre 1997 e 2008, sendo 7,9% a.a. para as pastas de celulose de fibra curta e apenas 1,6% a.a. para os demais tipos. O destaque negativo foi para a celulose de fibra longa, com -9,6% a.a. no período.

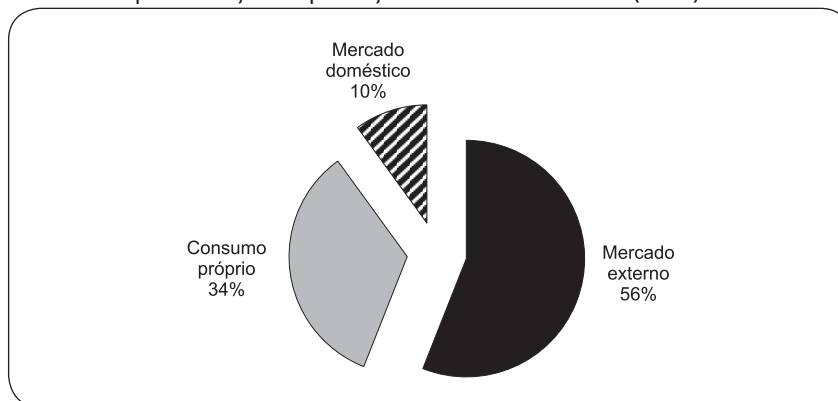
Gráfico 15 | Evolução da produção de pastas de celulose no Brasil



Fonte: RISI.

Também em relação à produção brasileira em 2008, 34% do total foi destinado ao consumo próprio em fábricas integradas celulose-papel (55% de fibra curta, 36% de fibra longa e 9% de PAR), 10% foi vendido no mercado local para fábricas não integradas (83% de fibra curta, 6% de fibra longa e 11% de PAR) e 56% para as vendas no exterior (100% de fibra curta), conforme Gráfico 16. Nas vendas locais, a pulverizada indústria de papel nacional configura-se como a principal cliente.

Gráfico 16 | Destinação da produção de celulose no Brasil (2008)



Fonte: Bracelpa.

Não menos importante para a avaliação da oferta interna, o Brasil importou cerca de 5,4% do total consumido em celulose no ano de 2008, sendo aproximadamente 96% de celulose de fibra longa e 4% das demais, com um volume total de 329 mil toneladas. Em 2009, as importações atingiram 359 mil toneladas, mantendo o padrão verificado no ano anterior (Tabela 8). Em valor, para o mesmo ano, as importações chegaram a US\$ 213 milhões. O principal modal utilizado para o acesso ao mercado brasileiro foi o marítimo, seguido pelo rodoviário (importações intrarregião).

Tabela 8 | Tipos e modais das importações brasileiras de pastas de celulose (2009)

Principais pastas importadas (2009)				Principais modais para importações (2009)			
	mil t	US\$ MM	% vol.		mil t	US\$ MM	% vol.
Pastas químicas	359	213	100	Aéreo	0	0	0
<i>Fibra curta branqueada</i>	1	0	0	<i>Campinas</i>	0	0	72
<i>Fibra longa branqueada</i>	352	208	98	<i>Demais</i>	0	0	28
<i>Fibra não branqueada</i>	6	3	2	Marítimo	221	137	61
<i>Sulfito</i>	1	1	0	<i>Santos</i>	104	67	47
Pastas semiquímicas	0	0	0	<i>Rio de Janeiro</i>	37	22	17
Pastas de alto rendimento	0	0	0	Paranaguá	28	17	13
				<i>Demais</i>	51	31	23
				Rodoviário	138	76	39
				<i>Foz do Iguaçu</i>	128	71	93
				<i>Demais</i>	10	5	7

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Secex.

Obs.: Não inclui celulose solúvel.

Ainda em 2009, as principais origens das importações de celulose foram América do Norte e América Latina (Tabela 9). A principal região importadora foi a Sudeste, seguida pela Região Sul.

Tabela 9 | Estados importadores e origem das importações brasileiras de pastas de celulose (2009)

Origem das importações brasileiras (2009)				Principais estados importadores (2009)			
	mil t	US\$ MM	% vol.	mil t	US\$ MM	% vol.	
América do Norte	177	112	49	Sudeste	204	124	57
<i>EUA e Canadá</i>	177	112	100	<i>São Paulo</i>	169	103	83
<i>Demais</i>	0	0	0	<i>Demais</i>	34	21	17
América Latina	160	88	45	Sul	128	73	36
<i>Argentina, Chile e Uruguai</i>	160	88	100	<i>Paraná</i>	82	46	65
<i>Demais</i>	0	0	0	<i>Demais</i>	45	27	35
Europa	21	13	6	Centro-Oeste	10	6	3
<i>Finlândia, Suécia e Áustria</i>	18	10	88	<i>Goiás</i>	10	6	100
<i>Demais</i>	3	2	12	<i>Demais</i>	0	0	0
Ásia/África/Oceania/Oriente Médio	0	0	0	Norte/Nordeste	18	10	5
<i>Austrália, Cingapura e China</i>	0	0	100	<i>Pernambuco</i>	15	9	83
<i>Demais</i>	0	0	0	<i>Demais</i>	3	2	17

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Secex.

Obs.: Não inclui celulose solúvel.

Celulose de mercado

O Brasil tem a maior capacidade de produção do mundo para a celulose de mercado, chegando a cerca de 9,2 milhões de t/ano em 2009 ou 16% do total (Tabela 4). Considerando-se somente a fibra curta branqueada, a participação na capacidade total sobe para 34%, sendo disparada a maior do mundo. Como base de comparação, a Indonésia, segundo país em capacidade de produção para a celulose de fibra curta branqueada, tinha, no mesmo ano, parque para cerca de 3,8 milhões de t/ano.

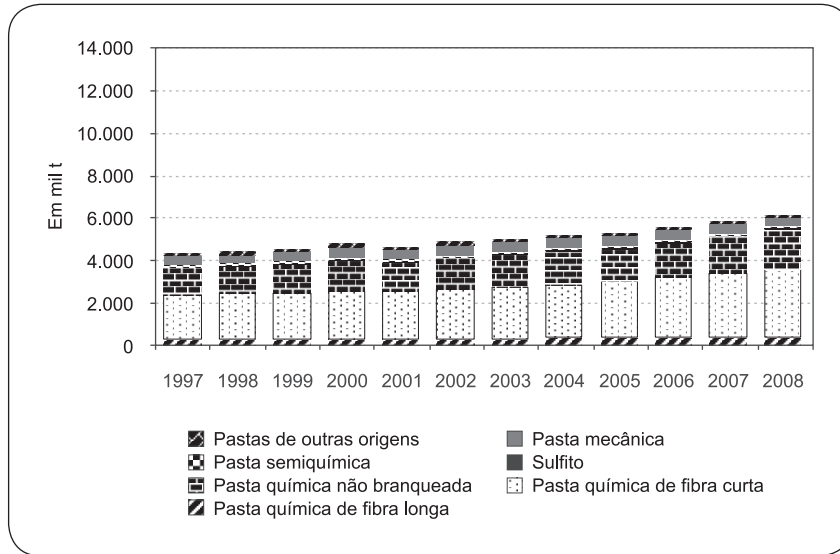
Demanda

Aspectos gerais

Nos últimos 12 anos, o consumo aparente de celulose²⁸ apresentou crescimento médio de 3,2% a.a. – 4,2% a.a. para a celulose de fibra curta e 2,1% a.a. para os demais tipos (Gráfico 17). Quanto à participação por tipo, chamam a atenção a redução para quase nula da participação da celulose de origens que não madeira e o ganho de participação da celulose de fibra curta (Gráfico 18).

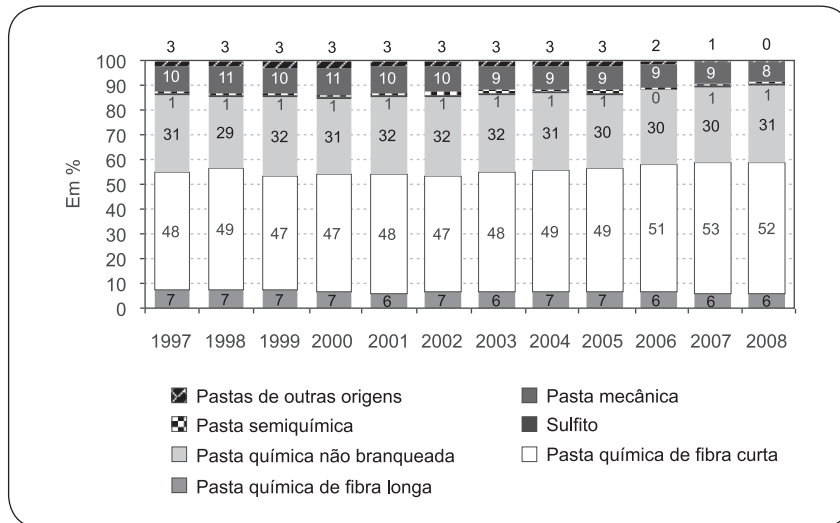
²⁸ Produção + importações - exportações.

Gráfico 17 | Evolução do consumo de pastas de celulose no Brasil



Fonte: RISI.

Gráfico 18 | Evolução da participação de cada tipo de pasta de celulose no consumo no Brasil

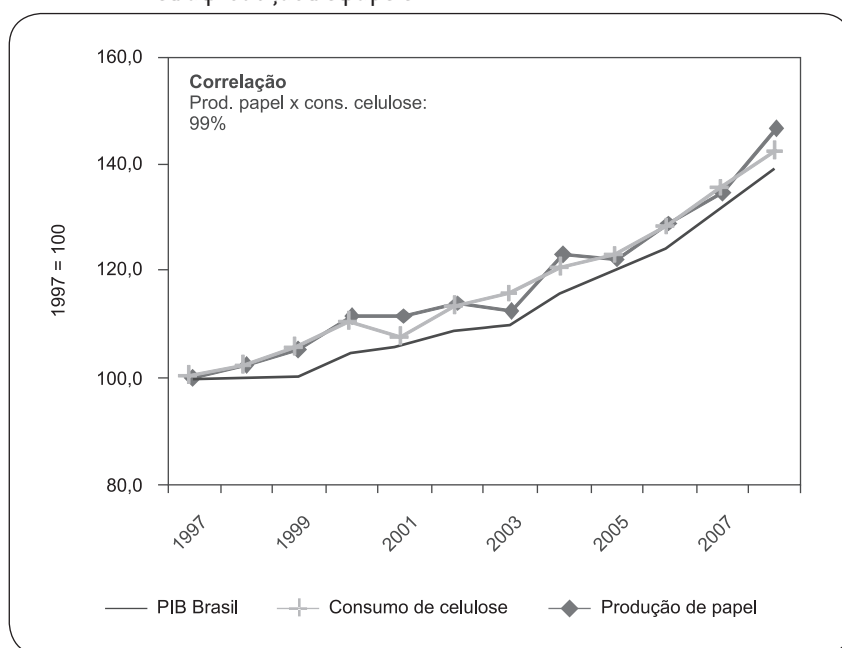


Fonte: RISI.

Ao comparar os Gráficos 17 e 18, é possível verificar que as taxas de penetração no consumo das pastas de celulose de fibra curta branqueada e das pastas de celulose não branqueada são consideravelmente maiores no Brasil em relação ao mundo. No primeiro caso, a diferença é de expressivos 22 pontos percentuais, enquanto, no segundo, é de 13 pontos percentuais. A explicação para a diferença está na especialização do país nos dois tipos, não havendo tradição na produção da fibra longa branqueada ou na produção de pastas de outras origens que não madeira.

A evolução do consumo da celulose no Brasil está intimamente ligada à evolução do PIB nacional e, mais especificamente, à evolução da produção de papel (Gráfico 19). Nesse contexto, para cada 1% de incremento da produção de papel entre 1997 e 2008, o consumo de celulose cresceu, em média, 0,8%, percentual levemente inferior por conta da concorrência com a produção do papel reciclado. Por outro lado, considerando-se a evolução do PIB, essa relação atingiu 1:1, evidenciando a dependência do

Gráfico 19 | Evolução do consumo de celulose e evolução do PIB nacional e da produção de papel

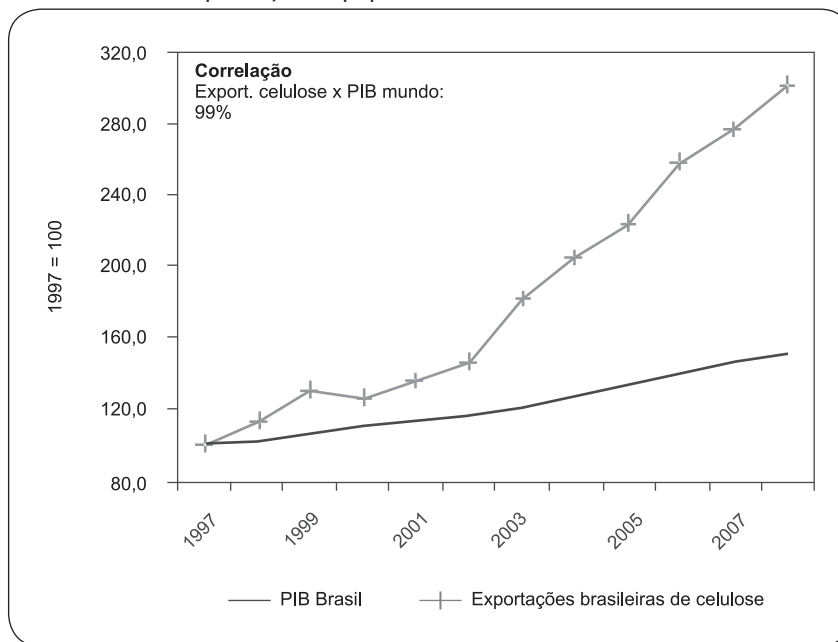


Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI e IBGE.

crescimento do consumo de celulose em relação ao crescimento do PIB nacional, uma vez que as exportações de papel são consideradas tímidas – não mais que 20% da produção, concentradas nos papéis de imprimir e escrever e embalagens.

As exportações de pastas de celulose ficaram em 7,0 milhões de toneladas em 2008, 100% constituídas por pastas de celulose de fibra curta branqueada, sendo a relação mais forte com o crescimento do PIB mundial. O destaque fica por conta da amplitude de aumento das exportações brasileiras em relação às variações do PIB mundial, graças à competitividade do país na produção da celulose de fibra curta branqueada. Para cada incremento em 1% do PIB mundial, as exportações brasileiras cresceram, em média, 2,6% no período 1997-2008 (Gráfico 20).

Gráfico 20 | Evolução do consumo de celulose e evolução do PIB e da produção de papelé



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em RISI e FMI.

Em 2009, as exportações atingiram 8.229 mil toneladas, mantendo o padrão verificado no ano anterior (Tabela 10). Em valor, para o mesmo ano, as exportações chegaram a US\$ 3,1 bilhões, gerando importante

superávit comercial de US\$ 2,9 bilhões ao país. O principal modal utilizado para o acesso aos mercados externos foi, de forma disparada, o marítimo.

Tabela 10 | Tipos e modais das exportações e importações de celulose (2009)

Principais pastas exportadas (2009)				Principais modais para importações (2009)			
	mil t	US\$ MM	% vol.		mil t	US\$ MM	% vol.
Pastas químicas	8.229	3.073	100	Aéreo	0	0	0
<i>Fibra curta branqueada</i>	8.229	3.073	100	<i>Campinas</i>	0	0	72
<i>Fibra longa branqueada</i>	0	0	0	<i>Demais</i>	0	0	28
<i>Fibra não branqueada</i>	0	0	0	Fluvial	319	123	4
<i>Sulfito</i>	0	0	0	<i>Almeirim</i>	287	108	90
Pastas semiquímicas	0	0	0	<i>Demais</i>	32	15	10
Pastas de alto rendimento	0	0	0	Marítimo	7.876	2.939	96
				<i>Vitória</i>	5.812	2.157	74
				Santos	1.705	654	22
				<i>Rio Grande</i>	342	122	4
				<i>Demais</i>	17	5	0
				Rodoviário	34	11	0
				<i>Foz do Iguaçu</i>	13	5	39
				<i>Demais</i>	21	7	61

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Secex.
Obs.: Não inclui celulose solúvel.

Ainda em 2009, os principais destinos das exportações de celulose foram Europa e Ásia, com destaque para a China (Tabela 11). A principal região exportadora foi a Sudeste, seguida pela região Nordeste, graças às exportações da Bahia.

Conjuntura e perspectivas

Celulose de mercado

Curto prazo

A economia global está se recuperando da maior desaceleração desde a Segunda Guerra Mundial, após uma das maiores crises financeiras internacionais de que se tem notícia. Apesar da inflexão, a velocidade de recuperação é bastante diferente entre as regiões mundiais: enquanto, para as economias avançadas, a recuperação está sendo lenta, para muitos países emergentes, a crise apenas arrefeceu o ímpeto expansivo.

Tabela 11 | Estados exportadores e destino das exportações brasileiras de pastas de celulose (2009)

Destino das exportações brasileiras (2009)				Principais estados exportadores (2009)			
	mil t	US\$ MM	% vol.		mil t	US\$ MM	% vol.
América do Norte	1.386	514	17	Sudeste	4.731	1.721	57
<i>EUA</i>	1.386	514	95	<i>Espirito Santo</i>	2.277	821	48
<i>Demais</i>	0	0	5	<i>Demais</i>	2.453	900	52
América Latina	60	23	1	Sul	344	123	4
<i>Argentina, Colômbia e Uruguai</i>	47	17	55	<i>Rio Grande do Sul</i>	344	123	100
<i>Demais</i>	12	6	45	<i>Demais</i>	0	0	0
Europa	3.385	1.307	41	Centro-Oeste	412	162	5
<i>Holanda, Itália e Bélgica</i>	2.655	1.023	70	<i>Mato Grosso do Sul</i>	220	75	53
<i>Demais</i>	730	285	30	<i>Demais</i>	192	87	47
Ásia/África/Oceania/Oriente Médio	3.399	1.229	41	Norte/Nordeste	2.742	1.067	33
<i>China, Coreia do Sul e Japão</i>	2.993	1.084	62	<i>Bahia</i>	2.423	943	88
<i>Demais</i>	405	145	38	<i>Demais</i>	319	123	12

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Secex.

Obs.: Não inclui celulose solúvel.

Importante para o desenvolvimento do mercado mundial de celulose, a economia mundial, segundo dados do Fundo Monetário Internacional (FMI) no *World Economic Outlook* (WEO) de abril de 2010, retraiu-se em 0,6% em 2009, devendo retomar um crescimento mais forte em 2010 (+4,2%).

Após um 2009 em que o papel da demanda da China foi preponderante para a estabilidade na demanda mundial por celulose branqueada de processo químico, com leve crescimento de 0,3% sobre 2008, o ano de 2010 vem apresentando uma inversão, com a demanda chinesa mais fraca e a demanda de países desenvolvidos em recuperação, muito embora de forma lenta e tendendo à estabilização em patamar inferior ao do período pré-crise. A percepção é de que o desemprego mundial continua alto e o consumo baixo, implicando um consumo de papel ainda 15% abaixo do patamar pré-crise no ano.

Nesse contexto, apesar do melhor desempenho dos países desenvolvidos em 2010, a consultoria Hawkins Wright espera que o reflexo na demanda mundial por celulose de mercado seja limitado, devendo crescer 1,1% em 2010 (Tabela 12), percentual abaixo do crescimento médio de 1,8% a.a. do período 2006-2009.

O ano de 2009 registrou declínio de 3,0% ante 2008 para a celulose de fibra longa branqueada, em razão da retração da demanda pelo subtipo BSKP Northern, de maior custo e produzido em fábricas antigas dos países

nórdicos e do Canadá. Na mesma comparação, os destaques ficaram por conta do aumento da demanda na Ásia (+13,3% sobre 2008) e na América Latina (+7,5%), sendo o resultado prejudicado pelo desempenho do Japão, uma vez que a demanda chinesa cresceu 35% em relação a 2008. Por sua vez, na América do Norte, a retração foi de 11,9%, enquanto na Europa chegou a 13,7%.

Para 2010, a Hawkins Wright espera que o crescimento da demanda por celulose de fibra longa branqueada seja de 0,8% sobre 2009, com crescimento da demanda em todas as regiões, exceto Ásia/África/Oceania. Por subtipo, o destaque será a demanda por BSKP Southern (+1,7%) e BSKP Northern (+1,0%), enquanto a demanda por BSKP Other (-1,1%) sofrerá redução em razão dos menores embarques à China.

A demanda por celulose de fibra curta branqueada apresentou crescimento de 3,4% em 2009 sobre 2008, suportada pelo crescimento do subtipo BHKP Eucalyptus (+17,3%), uma vez que os subtipos BHKP Southern, BHKP Northern, BHKP Birch e BHKP Asian registraram quedas de -19,0%, -2,5%, -16,1% e -14,0%, respectivamente. Com isso, a participação do tipo BHKP Eucalyptus no total da demanda pela celulose de fibra curta branqueada passou a 63% (ante 46%, em 2005). No mesmo ano, os destaques por região ficaram por conta do aumento da demanda na América Latina (+20,5% sobre 2008) e da Ásia (+15,1%). Na América Latina, o aumento foi reflexo da entrada em operação da máquina de papel da International Paper em Três Lagoas (MS), enquanto, na Ásia, foi reflexo do desempenho do Japão, uma vez que a demanda chinesa cresceu 44% na comparação. Na Europa, a retração foi de 6,5%, enquanto na América do Norte chegou a 10,0%.

Para 2010, a Hawkins Wright espera que o crescimento da demanda pela celulose de fibra curta branqueada seja de 1,6% sobre 2009, com crescimento da demanda em todas as regiões (América do Norte, Europa, América Latina e Ásia/África/Oceania). Por subtipo, o destaque será a demanda por BHKP Asian (+13,2%) e BHKP Eucalyptus (+2,2%), o primeiro, por causa da retomada de compras locais pela China em razão dos altos preços mundiais, e o segundo, pela grande competitividade intrínseca.

No mercado chinês, o mais dinâmico em termos de demanda na atualidade, o fim da substituição da celulose local, a maior estocagem e o crescimento da produção local de celulose, além do desincentivo

proporcionado pelo recente aumento de preços, devem levar a uma contração de 3% da demanda em 2010, após crescimento de 37% em 2009. A questão, nesse sentido, é saber se a demanda dos mercados maduros será realmente capaz de compensar a queda na demanda chinesa em 2010.

No lado da oferta, segundo a consultoria Hawkins Wright, após retração de 0,1% em 2009 (sobre 2008), atingindo 51,3 milhões de t/ano, 2010 deve apresentar acréscimo de 1,3 milhão de t/ano, sendo 0,3 milhão de t/ano de celulose de fibra longa branqueada (após contração de 0,8 milhão de t/ano em 2009) e 1,0 milhão de t/ano de celulose de fibra curta branqueada (após crescimento de 0,7 milhão de t/ano em 2009). No primeiro caso, o acréscimo resulta da reativação de fábricas na América do Norte e de novos investimentos nos Estados Unidos, além de melhorias operacionais em fábricas no Chile e na Europa. Já no segundo caso, a razão principal é a entrada em operação da totalidade da capacidade da fábrica de Três Lagoas da Fibria, além de incrementos de capacidade em Portugal e Espanha. Na China, o destaque será a entrada em operação de uma linha de celulose de fibra curta de 1,0 milhão de t/ano da April, enquanto o crescimento na Indonésia será de 250 mil t/ano (Tabela 13).

A oferta mundial no início de 2010 foi tomada por baixos estoques e recuperação econômica nos países desenvolvidos, além de ter sido influenciada pelo terremoto no Chile, que prejudicou mais a infraestrutura logística do que as próprias fábricas, resultando, segundo a Hawkins Wright, em cerca de 660 mil toneladas de celulose a menos no mercado no primeiro semestre do ano (cerca de 1,2% da oferta total de fibra longa e curta branqueada). Apesar do início turbulento refletido em alta de preços, espera-se que a produção seja normalizada no segundo semestre.

Em análise dos níveis de estoques, destaca-se a volatilidade, uma vez que atingiram 50,9 dias de consumo em novembro de 2008 (maior nível em 15 anos) e, após 10 meses, atingiam apenas 26,6 (menor nível em oito anos). O fato é que, no último trimestre de 2008, as vendas caíram dramaticamente com a crise financeira internacional, levando alguns meses para que os produtores reagissem, o que elevou estoques e deprimiu preços. No primeiro trimestre de 2009, por sua vez, várias fábricas fecharam ou diminuíram a produção, o que também prejudicou a reação ao aumento da demanda chinesa provocado por preços deprimidos, contraindo estoques.

Em 2010, espera-se que a demanda chinesa arrefecida e a produção em aceleração (estimuladas por preço) redundem em novos aumentos de estoques e queda de preços, apesar do mercado apertado no início do ano, em função, entre outros fatores, do terremoto chileno, com efeitos limitados ao primeiro semestre.

Por tipo, no fim de fevereiro de 2010, os estoques da celulose de fibra curta branqueada atingiram 32 dias de consumo e os da celulose de fibra longa branqueada, cerca de 24 dias, abaixo dos patamares de 37 dias e 27 dias de consumo, respectivamente, que conferem equilíbrio aos mercados. O maior patamar de equilíbrio para a celulose de fibra curta branqueada se deve ao maior consumo do produto e ao deslocamento da produção para a América Latina, com maiores prazos de entrega.

Ainda segundo a Hawkins Wright, a retração da produção ocasionada pelo terremoto chileno e pelas paradas para manutenção em 2010 deverá ser compensada pelas melhores condições climáticas (tempo menos úmido favorece o suprimento de madeira) e produtivas no hemisfério norte, além da entrada em operação de nova linha da chinesa April, o que deverá elevar estoques a partir do terceiro trimestre.

Quanto ao desempenho do mercado de papéis, as vendas mundiais exclusive China estabilizaram-se em patamar 15%-20% abaixo do pré- crise, refletindo a tendência de longo prazo de contração no consumo de papel nos mercados maduros da América do Norte, do Japão e da Europa e a ainda parcial recuperação econômica dessas regiões. Embora os preços de papéis tenham crescido na China, na América do Norte e na Europa, o ritmo desse crescimento foi menor nas duas últimas e, de maneira geral, não acompanhou a escalada dos preços da celulose, com a razão preço da celulose/preço do papel em mais de 80%, quando o normal seria 60%-70%. Apesar desse desequilíbrio, a colocação de máquinas de papel pela China deve se manter até 2011, com as empresas chinesas focadas no ganho de participação de mercado em detrimento da lucratividade. Nesse sentido, é esperado que o *trade-off* se torne mais custoso, uma vez que a produção de papel do início do ano ainda se beneficiou dos baixos preços da celulose em estoque.

Enfim, o mais provável é que os preços não caiam ainda no primeiro semestre, atingindo pico em torno de US\$ 1.000/t em julho de 2010 e passando a cair somente a partir de outubro.

Médio prazo

O FMI prevê crescimento médio de 4,4% a.a. para a economia mundial em 2011-2014 e espera aumento médio de 2,5% a.a. para a atividade econômica das economias desenvolvidas e de 6,4% a.a. para as economias em desenvolvimento, evidenciando importante diferença de desempenho.

Nesse contexto, segundo relatório da consultoria Hawkins Wright, a demanda mundial por celulose de mercado, assim como em 2010, deve crescer, em média, 1,1% a.a. no período 2010-2014. O resultado é fruto do lento crescimento médio esperado para a demanda pela celulose de fibra longa branqueada (0,4% a.a. em 2010-2014; não devendo recuperar o pico alcançado em 2007) e da desaceleração do aumento médio da demanda pela celulose de fibra curta branqueada (1,9% a.a. em 2010-2014). Os destaques em crescimento da demanda na celulose de fibra longa branqueada serão Ásia e África (+1,9%), enquanto na celulose de fibra curta branqueada, além de Ásia e África (+3,2%), deve se destacar a América Latina (+3,0%). No mesmo período, os mercados maduros da América do Norte e da Europa devem apresentar estabilidade ou redução da demanda. A partir de 2011, sem um ciclo de alta típico do período pós-recessão, a tendência de queda histórica será seguida mais de perto.

Não menos importante, um dos efeitos da crise financeira internacional foi a aceleração da tendência de queda histórica da demanda por papel e, conseqüentemente, pela celulose. Inovações tecnológicas passaram a oferecer alternativas de comunicação e armazenamento de informações, enquanto jornais e revistas perderam participação no mercado publicitário. Segundo a Hawkins Wright, a produção de papel e cartão deve crescer apenas 1%-2% em 2010-2014, suportada sobretudo pelo crescimento da produção de papéis *tissue* e especiais e, em menor escala, de embalagens, mais que compensando a contração na produção de papéis de imprimir e escrever e de imprensa.

Nos mercados maduros (América do Norte, Europa e Japão), a produção de papel e cartão caiu cerca de 30% no pós-crise e, por mais que a recuperação econômica tenha tornado a queda mais moderada, para alguns tipos de papel continuará prevalecendo. Uma das razões para o movimento é o fato de materiais impressos e embalagens serem importados prontos da China, diminuindo a necessidade de produção local. Além disso, esses

países estão na vanguarda em matéria de inovações tecnológicas, proporcionando alternativas de comunicação e armazenamento de informações.

Outro fator que deve afetar negativamente a produção nos países desenvolvidos no médio prazo é o excessivo investimento em capacidade de produção de papel na China, que tem aumentado o nível de exportações. Embora a total recuperação econômica já seja realidade nos países em desenvolvimento, o número de máquinas de papel investidas e, conseqüentemente, a capacidade de produção adicionada superam em muito o crescimento do consumo. Em oito anos, a China saiu da condição de importadora líquida de papéis revestidos para uma das maiores exportadoras, sem contar o papel contido em produtos exportados, como abordado no parágrafo anterior. Para se ter uma ideia, entre 2009 e 2011, cerca de 5,4 milhões de t/ano de capacidade deverão ser instaladas (equivalente a cerca de 50% da capacidade total do Brasil em 2008). Caso essas máquinas operem a plena capacidade, há oportunidades para as fabricantes de celulose de mercado, uma vez que o investimento chinês em produção de celulose não tem acompanhado o acelerado movimento de adição de capacidade produtiva de papel.

Nos mercados emergentes, embora existam melhores perspectivas, a percepção é de que a demanda crescente dos últimos anos esteve demasiadamente dependente da voraz demanda chinesa, por sua vez, dependente de seu setor exportador, cujos principais destinos são os mercados maduros do Ocidente. Nesse sentido, a perspectiva de que o consumo ocidental apresentará crescimento inferior ao verificado anteriormente, além da possibilidade de adoção de inovações tecnológicas, poderá ter conseqüências nefastas à demanda dos países em desenvolvimento, sendo o maior estímulo ao consumo interno chinês uma das maneiras de eliminar o desequilíbrio.

No âmbito da oferta para a celulose de fibra longa branqueada, segundo a Hawkins Wright, a expectativa é de que o mercado se mantenha com excesso de oferta, após dois anos de retração, em reação à diminuição de três anos da demanda. Nesse sentido, embora a consultoria veja espaço para novas retrações da oferta (estimadas em até 800 mil t/ano), não refletiu isso em suas projeções em razão da incerteza inerente.

Quanto à oferta de celulose de fibra curta branqueada, em 2010 também será verificada importante sobreoferta, enquanto em 2011, com o

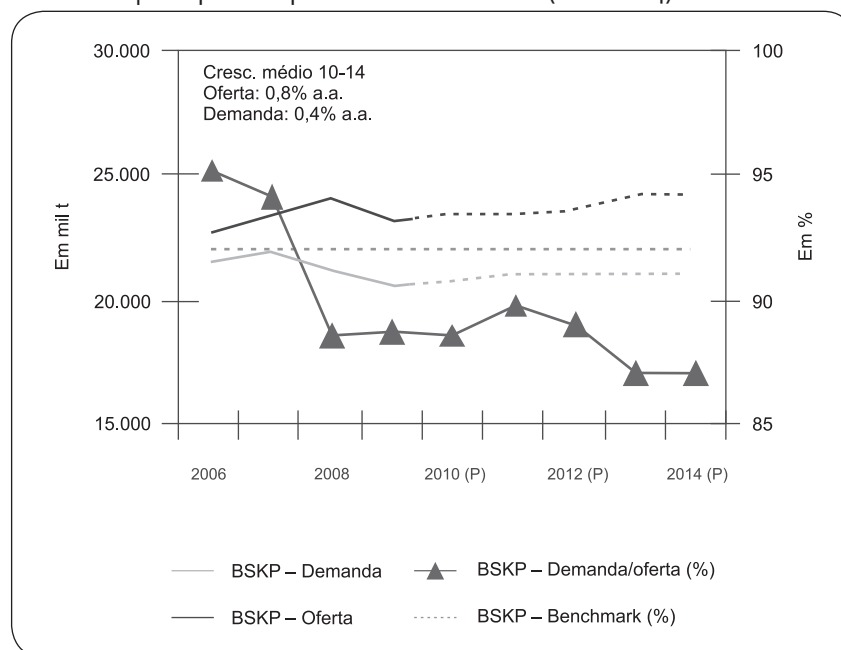
maior crescimento da demanda, o patamar de utilização deve se elevar. Ainda assim, a consultoria vislumbra espaço para corte de até um milhão de t/ano de maneira a equilibrar novamente o mercado. A partir de 2012, novos investimentos da CMPC e da Arauco no Chile e da Suzano no Brasil, mantidas as estimativas de crescimento da demanda, devem deprimir a taxa de utilização novamente, implicando aumento da pressão para a retirada de oferta em regiões menos competitivas.

Conclusão

Depreende-se do estudo o grande momento vivido pelo setor de celulose brasileiro. Há uma clara janela de oportunidade para os investimentos no Brasil, reflexo de sua ampla competitividade florestal.

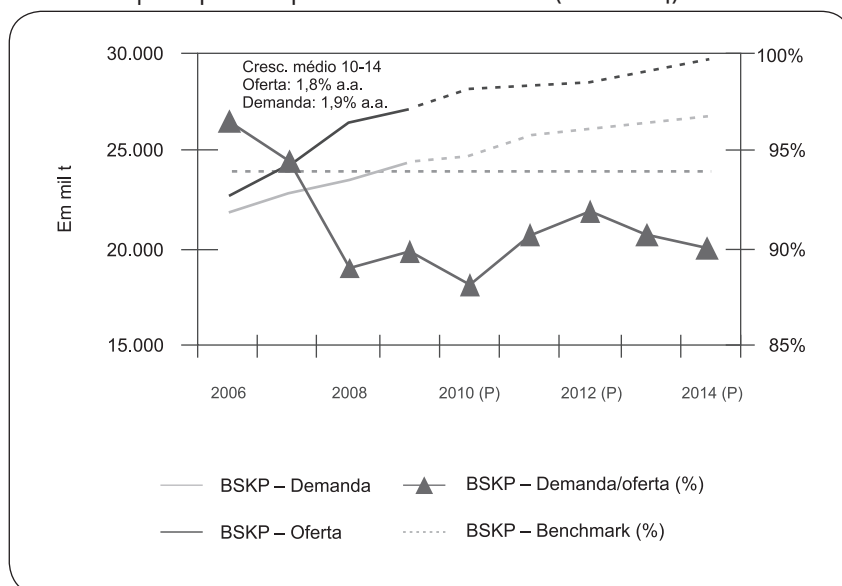
Embora haja perspectiva de que o mercado de papel e, conseqüentemente, o de celulose em âmbito mundial apresentem crescimento moderado, a possibilidade de ganho no mercado de celulose não estará no

Gráfico 21 | Perspectivas para o mercado de BSKP (2006-2014)



Fonte: Hawkins Wright.

Gráfico 22 | Perspectivas para o mercado de BSKP (2006-2014)



Fonte: Hawkins Wright.

crescimento do mercado em si, mas no aumento de participação em um mercado virtualmente maduro.

Não menos importante, é possível afirmar que os países maduros do hemisfério norte somente terão competitividade em papel com o fim da produção integrada local, enquanto a Ásia deverá se consolidar como importante demandante, por causa do seu déficit na produção de celulose, beneficiando a oferta de regiões com grande competitividade, como a América Latina.

No médio prazo, enfim, o mercado de papel deverá passar por mudanças estruturais definitivas que, inevitavelmente, irão se refletir no mercado de celulose.

Tabela 12 | Mercado de pastas de celulose química branqueada (2008-2014)

Região	Celulose química branqueada								
	2008 mil t	2009 (E) mil t	2010 (P) mil t	2011 (P) mil t	2012 (P) mil t	2013 (P) mil t	2014 (P) mil t	Δ% 06-09	Δ% 10-14
BSKP Northern									
Oferta	12.365	11.825	11.940	11.950	11.960	11.970	11.970	-2,1	0,2
América do Norte	6.360	5.935	6.010	6.010	6.010	6.010	6.010	-4,7	0,3
Europa	6.005	5.890	5.930	5.940	5.950	5.960	5.960	1,1	0,2
Demanda	11.200	10.240	10.345	10.445	10.350	10.245	10.160	-4,7	-0,2
América do Norte	2.905	2.460	2.480	2.450	2.410	2.360	2.310	-7,0	-1,3
Europa	5.405	4.695	4.880	4.840	4.730	4.620	4.530	-5,2	-0,7
América Latina	60	65	65	60	55	50	45	-2,5	-7,1
Ásia/África/Oceania	2.830	3.020	2.920	3.095	3.155	3.215	3.275	-1,8	1,6
BSKP Southern									
Oferta	6.695	6.295	6.405	6.695	6.695	6.695	6.695	0,0	1,2
América do Norte	6.695	6.295	6.405	6.695	6.695	6.695	6.695	0,0	1,2
Demanda	5.835	5.845	5.945	6.015	6.065	6.100	6.130	1,5	1,0
América do Norte	1.965	1.830	1.875	1.870	1.850	1.825	1.800	-2,8	-0,3
Europa	1.380	1.240	1.265	1.225	1.220	1.210	1.205	-2,8	-0,6
América Latina	700	675	675	670	665	665	665	-2,3	-0,3
Ásia/África/Oceania	1.790	2.100	2.130	2.250	2.330	2.400	2.460	12,2	3,2
BSKP Other									
Oferta	4.910	5.100	5.215	5.215	5.410	5.885	5.885	6,9	2,9
Europa	1.680	1.875	1.920	1.920	2.010	2.410	2.410	6,3	5,1
América Latina	2.560	2.455	2.515	2.515	2.620	2.695	2.695	7,0	1,9
Ásia/África/Oceania	670	770	780	780	780	780	780	8,4	0,3

Continua

Continuação

Celulose química branqueada									
Região	2008	2009 (E)	2010 (P)	2011 (P)	2012 (P)	2013 (P)	2014 (P)	Δ%	Δ%
	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	06-09	10-14
Demanda	4.190	4.510	4.460	4.590	4.625	4.660	4.705	7,4	0,9
Europa	1.225	980	1.010	995	980	965	950	-4,7	-0,6
América Latina	310	410	415	420	425	430	435	5,7	1,2
Ásia/África/Oceania	2.655	3.120	3.035	3.175	3.220	3.265	3.320	13,5	1,3
BHKP Northern									
Oferta	4.580	3.990	3.905	3.740	3.520	3.520	3.520	-2,2	-2,5
América do Norte	1.680	1.320	1.320	1.320	1.195	1.195	1.195	-6,8	-2,0
Europa	1.570	1.370	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	0,6	-1,5
Ásia/África/Oceania	1.330	1.300	1.315	1.150	1.055	1.055	1.055	0,4	-4,1
Demanda	4.035	3.270	3.105	2.870	2.670	2.525	2.390	-6,3	-6,1
América do Norte	740	570	540	510	480	450	420	-4,9	-5,9
Europa	940	770	770	710	665	620	585	-12,6	-5,3
América Latina	45	35	25	20	15	15	15	9,9	-15,6
Ásia/África/Oceania	2.310	1.895	1.770	1.630	1.510	1.440	1.370	-3,7	-6,3
BHKP Southern									
Oferta	2.190	2.230	2.180	2.180	2.180	2.180	2.180	-2,6	-0,5
América do Norte	2.190	2.230	2.180	2.180	2.180	2.180	2.180	-2,6	-0,5
Demanda	1.835	1.790	1.820	1.675	1.600	1.525	1.460	-4,8	-4,0
América do Norte	870	815	870	840	810	780	750	-4,8	-1,6
Europa	380	265	255	230	220	210	200	-19,1	-5,5
América Latina	110	125	120	120	115	110	105	2,6	-3,4
Ásia/África/Oceania	475	585	575	485	455	425	405	6,7	-7,1

Continua

Continuação

Celulose química branqueada									
Região	2008	2009 (E)	2010 (P)	2011 (P)	2012 (P)	2013 (P)	2014 (P)	Δ%	Δ%
	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	06-09	10-14
BHKP Birch									
Oferta	1.210	880	790	790	790	790	790	-11,4	-2,1
Europa	1.210	880	790	790	790	790	790	-11,4	-2,1
Demanda	1.245	1.045	865	770	690	665	640	-5,2	-9,3
Europa	1.205	1.030	865	770	690	665	640	-5,1	-9,1
Ásia/África/Oceania	40	15	0	0	0	0	0	-6,9	-100,0
BHKP Asian									
Oferta	4.130	4.590	4.990	5.320	5.360	5.360	5.360	4,0	3,2
Ásia/África/Oceania	4.130	4.590	4.990	5.320	5.360	5.360	5.360	4,0	3,2
Demanda	3.315	2.850	3.225	4.400	4.890	5.040	5.240	-4,0	13,0
Europa	155	70	100	170	200	210	210	-32,6	24,6
Ásia/África/Oceania	3.160	2.780	3.125	4.230	4.690	4.830	5.030	-2,0	12,6
BHKP Eucalyptus									
Oferta	14.415	15.500	16.305	16.365	16.665	17.340	17.940	11,8	3,0
Europa	2.440	2.490	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585	1,9	0,8
América Latina	11.285	12.245	12.925	12.985	13.285	13.960	14.560	15,4	3,5

Continua

Continuação

Celulose química branqueada									
Região	2008 mil t	2009 (E) mil t	2010 (P) mil t	2011 (P) mil t	2012 (P) mil t	2013 (P) mil t	2014 (P) mil t	Δ% 06-09	Δ% 10-14
Ásia/África/Oceania	690	765	795	795	795	795	795	2,2	0,8
Demanda	13.195	15.480	15.820	16.030	16.355	16.720	17.085	13,3	2,0
América do Norte	1.490	1.405	1.450	1.500	1.550	1.595	1.640	4,7	3,1
Europa	6.840	6.765	7.040	7.185	7.270	7.355	7.440	7,1	1,9
América Latina	1.210	1.485	1.560	1.625	1.685	1.740	1.790	20,9	3,8
Ásia/África/Oceania	3.655	5.825	5.770	5.720	5.850	6.030	6.215	25,0	1,3
Sulfito									
Oferta	850	880	910	910	910	910	910	-0,7	0,7
América do Norte	25	25	25	25	25	25	25	0,0	0,0
Europa	815	845	875	875	875	875	875	-0,7	0,7
Ásia/África/Oceania	10	10	10	10	10	10	10	0,0	0,0
Demanda	780	725	655	560	530	525	520	-3,1	-6,4
Europa	670	610	580	505	485	480	475	-3,8	-4,9
Ásia/África/Oceania	110	115	75	55	45	45	45	1,1	-17,1
Total de celulose química branqueada									
Oferta de BSKP	23.970	23.220	23.560	23.860	24.065	24.550	24.550	0,2	1,1
América do Norte	13.055	12.230	12.415	12.705	12.705	12.705	12.705	-2,5	0,8
Europa	7.685	7.765	7.850	7.860	7.960	8.370	8.370	2,2	1,5
América Latina	2.560	2.455	2.515	2.515	2.620	2.695	2.695	7,0	1,9
Ásia/África/Oceania	670	770	780	780	780	780	780	8,4	0,3

Continua

Continuação

Celulose química branqueada									
Região	2008	2009 (E)	2010 (P)	2011 (P)	2012 (P)	2013 (P)	2014 (P)	Δ%	Δ%
	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	mil t	06-09	10-14
Demanda de BSKP	21.225	20.595	20.750	21.050	21.040	21.005	20.995	-0,8	0,4
América do Norte	4.870	4.290	4.355	4.320	4.260	4.185	4.110	-5,4	-0,9
Europa	8.010	6.915	7.155	7.060	6.930	6.795	6.685	-4,7	-0,7
América Latina	1.070	1.150	1.155	1.150	1.145	1.145	1.145	0,2	-0,1
Ásia/África/Oceania	7.275	8.240	8.085	8.520	8.705	8.880	9.055	6,3	1,9
Oferta de BHKP	26.525	27.190	28.170	28.395	28.515	29.190	29.790	5,3	1,8
América do Norte	3.870	3.550	3.500	3.500	3.375	3.375	3.375	-4,3	-1,0
Europa	5.220	4.740	4.645	4.645	4.645	4.645	4.645	-1,7	-0,4
América Latina	11.285	12.245	12.925	12.985	13.285	13.960	14.560	15,4	3,5
Ásia/África/Oceania	6.150	6.655	7.100	7.265	7.210	7.210	7.210	3,1	1,6
Demanda de BHKP	23.625	24.435	24.835	25.745	26.205	26.475	26.815	4,5	1,9
América do Norte	3.100	2.790	2.860	2.850	2.840	2.825	2.810	-0,6	0,1
Europa	9.520	8.900	9.030	9.065	9.045	9.060	9.075	0,6	0,4
América Latina	1.365	1.645	1.705	1.765	1.815	1.865	1.910	18,5	3,0
Ásia/África/Oceania	9.640	11.100	11.240	12.065	12.505	12.725	13.020	8,3	3,2
Total (BHKP + BSKP + Sulfito)									
Oferta	51.345	51.290	52.640	53.165	53.490	54.650	55.250	2,7	1,5
Demanda	45.630	45.755	46.240	47.355	47.775	48.005	48.330	1,8	1,1

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Hawkins Wright.

Obs.: Não inclui a capacidade de produção de 1,5 milhão de t/ano da Veracel II a partir de 2013, a ampliação de Belo Oriente de 1,2 para 2,0 milhões de t/ano a partir de 2014 e a capacidade de 1,5 milhão de t/ano da empresa Eldorado a partir de 2012, considerados investimentos não firmes pela Hawkins.

Tabela 13 | Perspectivas de condições de capacidade no mercado de celulose química branqueada (2008-2014)

Região/país/empresa	2010 mil t	2011 mil t	2012 mil t	2013 mil t	2014 mil t
América do Norte	185	290	0	0	0
Canadá	75	0	0	0	0
Tembec; Catalyst	75	0	0	0	0
Estados Unidos	110	290	0	0	0
Domtar; Parsons & Whittemore; WeyerHaeuser; Halsey; International Grand	110	290	0	0	0
Europa	95	10	100	410	0
Países Nórdicos	40	10	10	10	0
Stora Enso; Sodra; Rottneros	40	10	10	10	0
Rússia	10	0	90	400	0
Ilim Pulp	10	0	90	400	0
Outros	45	0	0	0	0
Heinzl; Tembec	45	0	0	0	0
América Latina	60	0	105	75	0
Chile	60	0	105	75	0
CMPC; Arauco	60	0	105	75	0
Subtotal BSKP	340	300	205	485	0
América do Norte	-50	0	-125	0	0
Canadá	0	0	-125	0	0
Fortress Paper	0	0	-125	0	0
Estados Unidos	-50	0	0	0	0
Parsons & Whittemore	-50	0	0	0	0
Europa	-95	0	0	0	0
Espanha	120	0	0	0	0
ENCE	120	0	0	0	0

Continua

Continuação

Região/país/empresa	2010 mil t	2011 mil t	2012 mil t	2013 mil t	2014 mil t
Portugal	-25	0	0	0	0
Portucel	-165	0	0	0	0
Altri	140	0	0	0	0
Países nórdicos	-90	0	0	0	0
Stora Enso; Metsa Botnia; Sodra	-90	0	0	0	0
Outros	-100	0	0	0	0
Tembec	-100	0	0	0	0
América Latina	680	60	300	675	600
Uruguai	30	0	0	0	0
UPM-Kymmene	30	0	0	0	0
Chile	50	60	300	175	0
Arauco	0	0	60	175	0
CMPC	50	60	240	0	0
Brasil	600	0	0	500	600
Suzano	0	0	0	500	600
Fibria	600	0	0	0	0
Ásia/África/Oceania	445	165	-55	0	0
Indonésia, China e Vietnã	400	330	40	0	0
APP; APRIL; PT Tel	400	330	40	0	0
Coreia do Sul	15	-165	-95	0	0
Donghae	15	-165	-95	0	0
Paquistão	30	0	0	0	0
Faruki	30	0	0	0	0
Subtotal BHKP	980	225	120	675	600
	1.320	525	325	1.160	600

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em Hawkins Wright.

Anexo

Perspectivas de adições de capacidade no mercado de celulose química branqueada em projetos incertos

Região/país/projeto	Empresa	Tipo	Previsão para a operação	Capacidade mil t
Europa				845
Rússia				845
Karelia	Segezha Pulp and Paper	BSKP	n/d	845
Subtotal BSKP				845
América Latina				16.900
Uruguai				1.500
Punta Pereira	Arauco / Stora Enso	BEKP	n/d	1.500
Brasil				15.400
Eldorado	MCL	BEKP	2012	1.500
Guaíba II	CMPC	BEKP	2015	1.300
Veracel II	Fibria / Stora Enso	BEKP	2013	1.500
Três Lagoas II	Fibria	BEKP	2015	1.500
Losango	Fibria	BEKP	2017	1.500
Barra do Riacho IV	Fibria	BEKP	n/d	1.500
Paraná	Klabin	BEKP	2015	1.500
Ampliação Belo Oriente	Cenibra	BEKP	2014	800
Piauí	Suzano	BEKP	2015	1.300
Ampliação Mucuri	Suzano	BEKP	2017	400
TBC	Suzano	BEKP	2017	1.300
Pará	Grupo Orsa	BEKP	2017	1.300
Ásia/África/Oceania				3.600
Malásia				800
Sarawak	Acacell	BEKP	n/d	800
Austrália				1.100
Bell Bay	Gunns	BEKP	2012	1.100
China				1.700
Beihai City	Stora Enso	BEKP	n/d	1.000
Jiangsu	Oji Paper	BHKP	2011	700
Subtotal BHKP				20.500

Fontes: Hawkins Wright e BNDES.

Referências

ABTCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. *Curso básico sobre fabricação de celulose*, mar. 2010.

———. *O papel*, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.revistaopapel.org.br>>. Acesso em: abr. 2010.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. *Relatório estatístico anual 2008/2009*. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: abr. 2010.

FMI – FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. *World economic outlook*, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.imf.org>>. Acesso em: abr. 2010.

HAWKINS WRIGHT. *Outlook for market pulp*, abr. 2010.

RISI. *Annual review*, 2008.

VALENÇA, Antonio Carlos de Vasconcelos. *Apostila*, nov. 2005.

Sites consultados

<http://www.ibge.gov.br>

<http://www.mdic.gov.br/sitio>

Fruticultura: convergências e divergências

Celso de Jesus Júnior

Luiza Sidonio

Victor Emanuel Gomes de Moraes*

Resumo

O Brasil é um país de grande extensão, dotado de ampla variedade de climas e solos, o que possibilita o cultivo de diversas espécies de frutas. Apesar de apresentar uma das maiores produções mundiais no segmento da fruticultura, a sua participação no comércio internacional é pouco significativa. Por que um país que, em princípio, detém vantagens e potencialidades nesse mercado não desponta internacionalmente é uma indagação que leva a um questionamento anterior: se as frutas deveriam ser tratadas pelo setor e pelas políticas públicas como um único produto, como um todo coeso.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo exprimir as particularidades das diferentes frutas, confrontando as convergências e as

* Respectivamente, gerente, economista e contador do Departamento de Agroindústria da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem as informações fornecidas por Carla Salomão, Anita Gutierrez, da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), aos executivos do Instituto Brasileiro de Fruticultura (Ibraf) e os comentários de Sérgio Roberto Lima de Paula, isentando-os de qualquer responsabilidade por incorreções porventura remanescentes no texto.

divergências existentes no setor para um melhor entendimento da fruticultura no Brasil.

Por um lado, existem semelhanças na fruticultura que perpassam a colheita, a pós-colheita, a logística e a comercialização. Um dos gargalos no setor, no Brasil, é a cadeia de frio. Frutas são produtos delicados e facilmente perecíveis que são mais bem conservados se forem resfriados. Outro problema é a relação conflituosa estabelecida entre os diversos atores envolvidos na fruticultura ao longo da cadeia. Essas características e dificuldades presentes na produção e na comercialização das frutas permitem a adoção de algumas estratégias comuns no setor.

Por outro lado, as frutas apresentam peculiaridades presentes mesmo dentro dos aspectos convergentes, e que vão além de gosto e forma, como suas finalidades de uso e consumo. A finalidade de uso e o mercado de destinação, por exemplo, podem determinar o sistema de produção e as variedades cultivadas que são mais adequados. Também podem determinar a forma de colheita da fruta: mecanizada ou manual.

Portanto, o presente trabalho conclui que, apesar de existirem aspectos convergentes na cadeia frutícola, tratar as frutas de maneira homogênea, sem salientar as suas especificidades, pode conduzir a análises e políticas equivocadas.

Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, depois de China e Índia. Apesar disso, sua participação no comércio internacional de produtos frescos está muito abaixo do seu potencial. Como motivos, apontam-se gargalos em cada um dos elos de sua cadeia, da produção à comercialização.

Vários diagnósticos já foram elaborados e diversos caminhos indicados por especialistas e instituições representativas do setor, mas, ainda assim, a fruticultura brasileira permanece na condição de coadjuvante no comércio mundial de frutas frescas. Um aspecto fundamental desses estudos é tratar o setor como um todo uniforme. O presente trabalho objetiva fazer uma abordagem diferente. A hipótese implícita é que, apesar de a fruticultura compartilhar muitas características, em geral não são levadas em conta a sua diversidade de produtos e suas relevantes

particularidades, para as quais se deve atentar na elaboração de qualquer estratégia para o setor.

O Brasil, em função de sua diversidade climática, tem condições de produzir tanto frutas de clima tropical quanto frutas de clima temperado. Entretanto, dada a grande variedade existente no país, este artigo restringiu-se àquelas com uma *performance* econômica mais dinâmica e que apresentam boas perspectivas de competitividade: laranja, banana, maçã, uva, manga, melão e papaia.¹

A opção por estudar frutas frescas deve-se ao potencial de expansão que o segmento apresenta, tanto no mercado interno quanto no mercado externo. Nesse sentido, este trabalho não aprofundará o estudo dos produtos processados, que no Brasil são dominados pela indústria de suco de laranja, produto consolidado e com dinâmica própria. Além disso, a cadeia produtiva mais curta e simples das frutas frescas, em última análise, remunera um pouco melhor o produtor, que, na maioria das situações existentes no país, é pequeno e representa o elo mais fraco da cadeia.

Dessa forma, a segunda seção irá identificar as principais frutas produzidas e comercializadas no Brasil e no mundo, tendo como foco o mercado de produtos voltados para o consumo *in natura*. Na terceira seção, serão destacadas as diferenças, as quais exigirão uma abordagem específica para a construção de uma estratégia de conquista ou abertura de mercados. Na quarta seção, serão apontadas semelhanças existentes entre as várias frutas, que permitirão o compartilhamento de soluções na busca pelo aprimoramento da competitividade, sempre ressaltando as divergências também presentes. A quinta seção apresentará as conclusões.

Aspectos econômicos

O Brasil dispõe de uma grande variedade de frutas (mais de 300) e, dadas a sua dimensão e sua localização no globo terrestre, tem capacidade para produzir frutas de clima tanto tropical quanto temperado. Algumas são bem conhecidas da população, como a acerola, o abacaxi, a goiaba, o caju e a maçã. Outras, como o bacuri e a guariroba, são pouco conhecidas,

¹ O papaia é uma espécie de mamão, também conhecido como mamão Havaí. Por ter um tamanho inferior ao do mamão Formosa, tem um nicho de mercado diferenciado. Seu pequeno tamanho permite que seja consumido de uma única vez.

enquanto a grumixama e o guabiju requerem uma consulta a compêndios de botânica para a comprovação de sua existência. Há ainda outras que foram trazidas para o território brasileiro e se adaptaram tão bem que parecem, hoje, frutas nativas. É o caso da laranja, de origem chinesa, do mamão, que veio do México, da banana, que foi trazida do Sudeste Asiático, e da manga, originária da Índia.

Assim, tendo em vista a diversidade de frutas que podem ser produzidas no Brasil, optou-se, neste trabalho, por limitar seu escopo às sete espécies com maior volume de produção no país e que também tenham importância no comércio mundial. São elas: laranja, banana, maçã, uva, manga, melão e papaia.

No período 2004-2008, a produção desse conjunto apresentou o comportamento demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 | Brasil – produção de frutas selecionadas (em mil t)

Discriminação	2004	2005	2006	2007	2008
Laranja	18.314	17.853	18.032	18.685	18.390
Banana	6.584	6.703	6.956	7.098	7.117
Abacaxi	2.216	2.292	2.561	2.676	2.492
Papaia	1.612	1.574	1.898	1.812	1.900
Uva	1.291	1.233	1.257	1.372	1.403
Manga	950	1.002	1.217	1.272	1.272
Maçã	980	851	863	1.115	1.121
Melão	341	353	500	495	510
	32.288	31.861	33.284	34.525	34.205

Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da FAO.

A fruta mais produzida no Brasil é a laranja, que, como será visto adiante, é amplamente utilizada na produção de suco. Tomando-se como base o ano de 2008, essa fruta representou 54% do volume de produção do universo destacado na Tabela 1. Em seguida, encontra-se a banana, com 20%. Assim, percebe-se que a produção das frutas de maior relevância para a economia brasileira está concentrada em duas espécies apenas.

Além da laranja, outras duas frutas merecem comentário: abacaxi e melão. A produção de abacaxi, conforme demonstrado, é inferior apenas à de banana; porém, a *performance* brasileira na sua exportação ainda apresenta

muita oscilação. Já o melão, cujo volume de produção é bem inferior ao das demais frutas, tem conquistado espaço no mercado externo, fazendo com que as suas exportações sejam mais constantes, fato que coloca o Brasil como terceiro maior exportador mundial. Essas foram as razões para a não inclusão do abacaxi e para a inclusão do melão no escopo deste artigo.

Antes de apresentar os países que mais se destacam no comércio frutícola mundial, a Tabela 2 mostra a relação produção *versus* exportação brasileira das frutas com maior importância comercial.

Tabela 2 | Brasil – produção x exportação de frutas selecionadas – 2007
(em mil t)

Discriminação	Produção	Exportação	E/P (%)
Laranja	18.685	48	0,26
Banana	7.098	186	2,62
Papaia	1.812	33	1,82
Uva	1.372	63	4,59
Manga	1.272	116	9,12
Maçã	1.115	43	3,86
Melão	495	205	41,31
	31.849	694	2,18

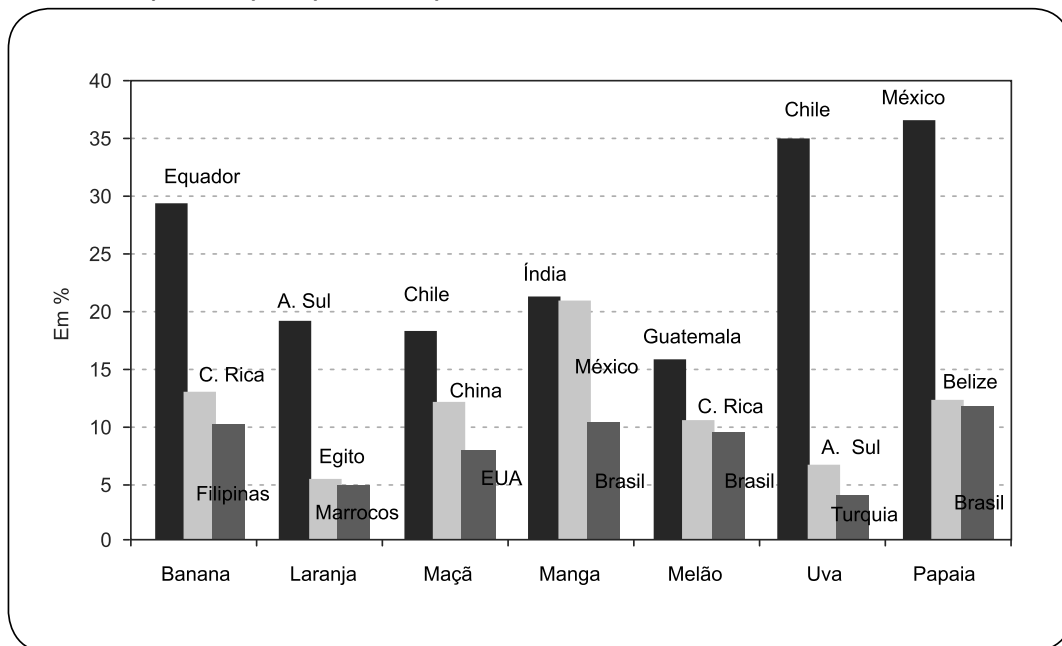
Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da FAO.

Os dados da tabela evidenciam que o nível de exportação das principais frutas ainda é muito pequeno. Melão, manga e papaia são aquelas com as quais o Brasil demonstra o melhor desempenho no comércio mundial. Em todos os casos, coloca-se como o terceiro maior exportador. Nas demais culturas, a participação não é tão destacada.

A posição relativa do país no mercado externo também é afetada pela variedade das frutas produzidas, como no caso da banana. As transações internacionais envolvem, em sua maioria, a espécie Cavendish, que é muito diferente das variedades mais consumidas no Brasil, que são a prata e a maçã. Assim, a produção de bananas é prioritariamente destinada ao mercado interno, que consome praticamente 100% dos frutos.

O Gráfico 1 apresenta os três principais atores no comércio mundial de cada fruta, com suas participações expressas em percentuais. A comparação entre os dados apresentados na Tabela 1 e no Gráfico 1 corroboram a

Gráfico 1 | Principais países exportadores de frutas – 2007



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da FAO.

afirmação de que o Brasil é grande produtor de frutas, mas não tem papel importante nas exportações.

O Chile e a África do Sul são dois países constantemente lembrados como exemplos de profissionalismo no setor frutícola. Para o Chile, a menção é resultado de um conjunto de ações implementadas pelo governo por intermédio de órgãos ou agências, como a Corporación de Fomento de la Producción de Chile (Corfo),² a partir dos anos 1960. Como consequência, foi possível viabilizar, por exemplo, o financiamento a pequenas e médias empresas, assistência técnica e desenvolvimento científico que levaram o país andino a uma posição relevante no mercado mundial de uvas e maçãs, como demonstra o Gráfico 1.

Já na África do Sul, o fim do *apartheid* e a consequente retirada dos diversos embargos comerciais impostos ao país durante a vigência desse regime possibilitaram grandes reformas econômicas e sociais, com vistas à criação de uma economia de mercado que muito impulsionou a agricultura sul-africana. O resultado das medidas governamentais, assim como ocorreu no Chile, levou aquele país ao primeiro lugar na exportação de

² Agência responsável pela promoção do desenvolvimento econômico daquele país, desde a década de 1940.

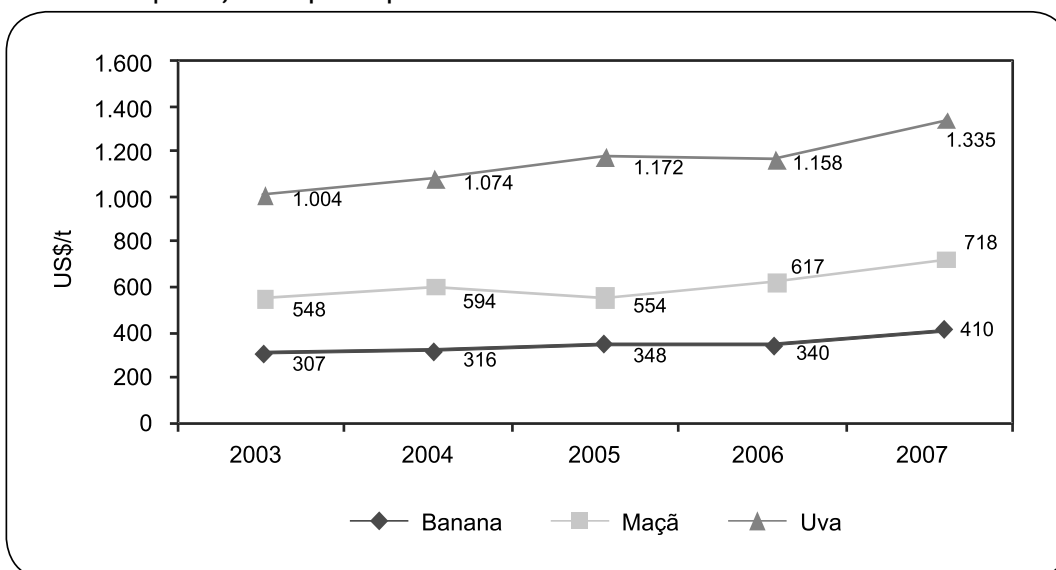
laranjas e à segunda posição na comercialização de uvas, ficando atrás apenas do Chile.

Dentre as frutas citadas no Gráfico 1 em que o Brasil não demonstra grande participação mundial, constam banana, laranja, maçã e uva. Em relação à banana, o país é o 11º colocado em exportação. Já a laranja encontra-se na 10ª posição. A maçã, entre essas quatro frutas, ocupa a pior posição (14ª), e a uva encontra-se na melhor colocação (sétima), conforme dados da Food and Agriculture Organization (FAO).

O Brasil, apesar de ser o maior produtor de laranja, não se sobressai no comércio internacional da fruta *in natura*, porque, tal como acontece com a banana, a variedade que é produzida no Brasil não é a mais buscada pelos parceiros internacionais. Segundo dados da FAO, o destaque brasileiro se dá na exportação de suco concentrado, respondendo por 60% do volume das transações e 50% do valor monetário em termos mundiais.

Ainda de acordo com a FAO, as exportações mundiais de banana são responsáveis pelo maior volume físico e movimentação financeira. Entretanto, considerando-se o preço por tonelada, a situação se altera substancialmente. A uva apresenta o maior preço unitário, sendo seguida pela maçã e, depois, pela banana, que passa a ocupar o terceiro lugar.

Gráfico 2 | Preço das principais frutas comercializadas mundialmente



Fonte: Elaboração do BNDES, com base em dados da FAO.

Como se pode observar no Gráfico 2, o preço médio obtido entre os anos de 2003 e 2007 por tonelada de uva foi de US\$ 1.149, bastante superior aos US\$ 607 alcançados pela maçã e os US\$ 345 pela banana.

A análise das informações apresentadas aponta para um mercado mundial fortemente concentrado, no qual três frutas (banana, maçã e uva) predominam, e poucos países já estão consolidados como grandes exportadores. Faz-se importante ressaltar que duas dessas frutas são de clima temperado. O Brasil, por apresentar um clima predominantemente tropical, não detém as mesmas vantagens comparativas do Chile, por exemplo. Dessa forma, existem duas estratégias competitivas viáveis e não excludentes no mercado internacional que podem ser implementadas: (i) comercializar frutas tropicais, fazendo campanhas de *marketing* com o objetivo de aumentar a importância e o consumo desse produto do qual o Brasil tem grande produção; e (ii) investir em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias, principalmente em sementes de frutas de clima temperado que sejam adaptáveis às condições edafoclimáticas brasileiras.

No primeiro caso, pode-se citar como campanha mercadológica de sucesso o *kiwi* neozelandês,³ fruta hoje com larga aceitação mundial, muito embora fosse desconhecida há até pouco tempo. O Brasil poderia investir mais na produção e *marketing* da manga ou papaia, visando melhorar a sua posição como exportador dessas frutas tropicais que já despontam no mercado externo. No segundo caso, temos como exemplos a maçã⁴ na região Sul e a uva⁵ em Petrolina e Juazeiro, no Nordeste do Brasil. Foram desenvolvidas tecnologias para que essas frutas de clima temperado se adaptassem ao solo e ao clima brasileiros. Em ambas as situações, os resultados até agora obtidos podem incentivar pesquisas com outras espécies, gerando oportunidades para novos casos de sucesso.

³ O *kiwi* tem origem na China, mas o seu desenvolvimento comercial ocorreu na Nova Zelândia, nos primeiros anos do século XX. Hoje, é produzido na Itália, na Nova Zelândia e no Chile, entre outros países.

⁴ A maçã é um caso de sucesso no Brasil, com destaque para as cidades de São Joaquim e Fraiburgo, ambas em Santa Catarina. Foram desenvolvidas técnicas, práticas e sementes adaptadas à região, que hoje é produtora de 60% das maçãs do país, fazendo com que a produção brasileira não esteja muito aquém da chilena e da argentina.

⁵ As pesquisas para a adaptação da uva foram mais intensas do que aquelas aplicadas para a maçã. Isso ocorreu porque a maçã se encontra em uma região brasileira mais amena e semelhante ao seu clima original. Já a uva está hoje em dia plenamente adaptada ao semiárido brasileiro, região quente e seca, bem diversa do seu *habitat* natural.

Divergências

O enfoque deste trabalho é ressaltar as diferenças existentes entre as frutas, tentando corroborar a hipótese de que há muitas particularidades ao longo da cadeia, o que dificulta que sejam dirigidas ações e políticas semelhantes para a fruticultura como um todo. Dessa forma, esta seção expõe uma abordagem melhor desse assunto.

As frutas apresentam grande variedade de formas, cores e, principalmente, de sabores. Entretanto, essas não são as únicas diferenças encontradas entre elas. De maneira geral, as frutas podem ser divididas em dois grandes grupos quanto à sua utilização, quais sejam: consumo *in natura* ou consumo industrial. Outra forma de divisão também muito utilizada leva em conta o ciclo vegetativo da planta: cultura anual ou perene. As frutas podem ser ainda definidas como exóticas ou tradicionais. A seguir, serão traçadas algumas considerações sobre essas classificações.

Consumo *in natura*: são frutas frescas para uso culinário e de mesa. A exigência do consumidor de fruta de mesa inclui a não existência de manchas, machucados ou imperfeições, ou seja, uma fruta “perfeita”, agradável de ser vista antes de ser degustada. Uma fruta que recebe essa classificação pode ser considerada da mais alta qualidade. Manga, papaia, melão e uva, quando combinados artisticamente em uma mesa, formam um mosaico de cores e formas que desperta o paladar de qualquer um.

As frutas tropicais têm forte presença na culinária. Assim, no Brasil é comum a sua utilização tanto nos pratos mais simples consumidos diariamente pela população quanto naqueles mais requintados da culinária internacional. Abacaxi, coco e manga apresentam grande aplicabilidade em pratos salgados e doces. Não se pode deixar de mencionar também o abacate (ingrediente tradicional e também muito apreciado na culinária mexicana), que é utilizado em pratos requintados, como o coquetel de camarões.

Consumo industrial: antigamente, quando as frutas adquiridas para consumo nos lares não estavam com boa aparência ou apresentavam pequenas imperfeições, eram destinadas ao preparo de doces ou geleias. No ambiente empresarial, essa prática foi aperfeiçoada, com a introdução de espécies mais indicadas à atividade industrial. É o caso da manga, cuja

variedade determina a sua principal utilização. A tipo Ubá é empregada na produção de doces e sucos, enquanto as mangas tipo Haden ou Palmer são preferidas para consumo de mesa e representam cerca de 80% da produção nacional.

Estudo de Antunes *et al.* (2005) reforça essa prática também para o morango. A fruta destinada ao consumo *in natura*, no caso do Rio Grande do Sul, é cultivada no vale do rio Caí. Já aquela destinada à indústria é encontrada em Pelotas e municípios vizinhos. Em São Paulo, a concentração da produção do morango está na região de Campinas e Atibaia, sendo essas frutas, em sua grande maioria, destinadas ao consumo de mesa. A laranja, no Brasil, é cultivada quase que exclusivamente para o preparo do suco concentrado. Cerca de 90% da produção de laranjas é destinada ao processamento.

Assim, existem variedades mais indicadas para o consumo *in natura* ou para o processamento industrial; o morango e a manga são bons exemplos disso. Entretanto, vale lembrar que a maioria delas pode ser utilizada para os dois fins, o que, em muitos casos, justifica a instalação de unidades industriais próximas aos pomares.

Outra forma de estratificação das frutas é quanto à sua origem: exóticas ou tradicionais. Por frutas exóticas, entendem-se aquelas que não são oriundas do país. Ocorre que, pela definição *stricto sensu*, laranja e banana deveriam ser consideradas frutas exóticas no Brasil, uma vez que têm sua origem na China e no Sudeste Asiático, respectivamente. Assim, para efeitos deste trabalho, fruta exótica é aquela ainda não conhecida do grande público consumidor, seja ela natural do Brasil ou não.

Exóticas: nessa categoria classifica-se, por exemplo, a maioria das frutas da região Norte do Brasil, o mirtilo (*blueberry*) de origem norte-americana, o lulo (uma espécie de laranja) originário dos Andes e a *granadilla* (semelhante ao maracujá), que vem do México.

Tradicionais: trata-se de frutas conhecidas pelos consumidores, com grande volume de comercialização, como goiaba, caqui, abacaxi e mesmo algumas frutas importadas, mas que já fazem parte do cardápio do brasileiro, como o *kiwi* e a cereja.

Para as duas categorias mencionadas, a estratégia de atuação é bem distinta. No primeiro caso, faz-se necessária a abertura de novos mercados,

buscando-se identificar os nichos nos quais a procura pela “novidade” é bem-vinda. O segundo grupo, que tem mercado consolidado, demanda a disputa por clientes, normalmente deslocando um competidor já instalado.

As frutas ainda podem ser classificadas quanto à periodicidade das suas culturas, ou seja, perene (permanente) ou anual.⁶

Perene: uma fruta é dita de cultura perene, quando não é necessário o replantio após cada colheita. A macieira, a mangueira e os cítricos em geral são exemplos de frutas de cultura perene.

Anual: a planta necessita de um novo plantio após cada colheita, pois ela é retirada integralmente do solo com as suas raízes. O melão, por exemplo, é de cultura anual. Além dele, podem-se mencionar, ainda, o morango, a melancia e o abacaxi.

Como na natureza nem tudo é cartesiano, existem ainda as culturas semiperenes. Nelas, o replantio se faz necessário em um período de tempo maior do que uma safra, porém menor do que o observado nas culturas perenes. Como exemplo dessas espécies, citam-se o mamoeiro, a banana e o maracujá.

Assim, existem muitas particularidades que devem ser respeitadas por produtores e distribuidores, como o ciclo produtivo das plantas, seu volume de comercialização e, por que não dizer, o gosto do consumidor. A correta observação dessas nuances poderá incrementar muito a produção e a comercialização das frutas produzidas no Brasil.

Convergências ou divergências?

Apesar de o conjunto “frutas” ser muito abrangente e diverso, como foi visto na seção “Divergências”, existem pontos de convergência na produção e no tratamento das diferentes espécies. Há aspectos bastante semelhantes nos processos de colheita, pós-colheita, sanidade, logística e comercialização na fruticultura. Contudo, os próprios aspectos convergentes apresentam pontos de divergência que devem ser ponderados. A presente seção abordará temas comuns a muitas frutas, salientando as particularidades também existentes.

⁶ O conceito de cultura anual ou perene é válido para qualquer espécie vegetal, não sendo de aplicação específica à fruticultura.

Colheita

A colheita é uma fase importante da produção de qualquer fruta, pois parte considerável do valor final de comercialização será determinada pela forma como ela será realizada e quais cuidados serão tomados. O *follow up* do varejo, que detém as informações referentes às preferências do consumidor, irá determinar desde o estágio de maturação em que a fruta deverá ser colhida até a logística a ser utilizada para que ela chegue dentro das especificações ao seu destino final.

A maturação é o processo de desenvolvimento da fruta, que lhe dá sabor, cor, textura, aroma, maciez e todas as demais características desejáveis. Ela condiciona a sua qualidade após a colheita. Se a colheita não for realizada em estágio de maturação adequado, a fruta estará mais suscetível a danos mecânicos⁷ e a podridões, o que poderá reduzir seu tempo de armazenamento e comercialização. Um aspecto divergente entre as diferentes frutas que merece ser ressaltado é o período de maturação, muito diverso em cada caso.

Quanto ao processo de maturação, as frutas podem ser classificadas em climatéricas e não climatéricas. As frutas não climatéricas são colhidas no estágio de maturação ideal para o consumo, enquanto as climatéricas continuam amadurecendo após serem retiradas das plantas. Por esses motivos, as primeiras exigem mais cuidados tanto na colheita quanto no transporte e armazenamento, ao passo que as climatéricas resistem melhor por serem colhidas ainda verdes e mais rígidas. Um exemplo de não climatéricas são as laranjas. Já as bananas são climatéricas.

Entretanto, é comum entre alguns produtores a antecipação da colheita sem que a fruta (climatérica ou não climatérica) tenha alcançado seu estágio ideal de maturação, buscando oportunidades de mercado. Essa prática é danosa, pois, em geral, é entregue aos distribuidores um produto de baixa qualidade.

No que se refere às frutas para consumo *in natura*, a colheita é manual, o que garante a maior seletividade das frutas, melhor classificação e descarte das que são inadequadas. Ela emprega maior quantidade de trabalhadores e, por esse motivo, exige treinamento e especialização

⁷ Estrago causado por batida, choque ou golpes durante a colheita, pós-colheita ou no momento da colocação nas gôndolas varejistas.

da mão de obra para que as frutas sejam colhidas de forma correta, com mínimo manuseio e danificação.

Ou seja, as frutas *in natura* compartilham a característica de serem frágeis e delicadas. Logo, por causa da delicadeza do produto, a mecanização da colheita de frutas frescas é pouco aconselhável. Já no caso das frutas para consumo industrial, a situação é diversa. Muitas delas, por serem menos frágeis, suportam a colheita mecanizada. Sofrem reduzidos danos por serem espécies mais bem adaptadas a essa prática ou, quando eles ocorrem, não comprometem a sua utilização na indústria.

Em suma, o momento certo de maturação é muito importante na colheita de qualquer fruta. No entanto, existem produtos climatéricos e não climatéricos que implicam um tratamento não homogêneo. Outra divergência existente diz respeito ao método de colheita: manual ou mecânico.

Pós-colheita

O objetivo das operações de pós-colheita é conservar por um período de tempo maior as características da fruta. Após serem retiradas da planta, as frutas aumentam a velocidade de respiração, continuando a sofrer diversas reações químicas e, em muitos casos, produzindo etileno.⁸ No ambiente externo, sofrem com as constantes modificações de temperatura e umidade e ficam mais suscetíveis a doenças.

Caso não sejam tomados os cuidados adequados no período pós-colheita, as perdas quantitativas e qualitativas podem ser grandes, comprometendo o aproveitamento das frutas e a rentabilidade do produtor. A rápida refrigeração da produção após a colheita é um desses cuidados. Esse procedimento evita que a perda de peso do alimento seja grande, que a respiração se acelere, que a maturação e a produção de etileno aumentem e que micro-organismos se disseminem.

Apesar das recomendações de resfriamento das frutas desde a colheita até a comercialização (incluindo o transporte), nem sempre isso acontece. O resfriamento eleva os custos de produção e são raras as fazendas que resfriam as frutas antes de as enviarem para as chamadas *packing houses*.

⁸ O etileno contribui para o amadurecimento da fruta. No entanto, sua rápida produção pode reduzir o tempo de vida do alimento, deixando-o amolecido e mais suscetível a doenças e podridão. O etileno também induz a senescência e desordens fisiológicas. Portanto, um controle da produção dessa substância é desejável. Altos teores de oxigênio facilitam a ação do etileno.

As *packing houses* são estruturas nas quais ocorrem a recepção e o beneficiamento das frutas destinadas ao consumo *in natura*. Após serem recebidas nessas unidades, as frutas são selecionadas e classificadas de acordo com suas características morfológicas (peso ou diâmetro). As que atenderem aos padrões de qualidade vigentes recebem tratamento fitossanitário, são embaladas e enviadas para os clientes.

Nelas faz-se ainda a identificação da procedência da fruta, método que irá auxiliar a rastreabilidade do produto, caso sejam verificados problemas *a posteriori*. Porém, em geral, apenas nos casos de frutas que atendem aos sistemas de garantia de qualidade, como a Produção Integrada de Frutas (PIF)⁹ ou as Boas Práticas Agrícolas, essa identificação é realizada.

A utilização dessas estruturas no beneficiamento das frutas frescas é crucial para que sejam atendidas as especificações demandadas pelos clientes, principalmente os do mercado externo. Entretanto, como os investimentos em capital são elevados, os produtores necessitam de economias de escala, o que limita a implementação das *packing houses* por empresas e produtores menores e menos capitalizados.

Algumas empresas realizam o tratamento térmico de determinadas frutas, como manga e maçã, emergindo-as em água quente por alguns minutos e colocando-as em seguida em tanques de água fria. Esse método visa evitar o desenvolvimento de doenças pós-colheita e o controle de pragas, dentre as quais se destaca a mosca-das-frutas, que causa enormes prejuízos à fruticultura mundial (esse tema será aprofundado na seção que trata de sanidade). Aqui se apresenta outro ponto de divergência na fruticultura, pois as frutas mais suscetíveis à temperatura não aceitam bem esse método, que pode afetar sua fisiologia e sua qualidade.

Outra tecnologia de pós-colheita disponível é o revestimento da fruta com ceras e filmes comestíveis. Além de dar brilho e melhorar a aparência do produto, eles oferecem uma barreira a gases e micróbios, funcionando como proteção ao alimento. Também evitam perdas de umidade, diminuem a respiração da fruta e aumentam sua vida útil. Essa prática é muito utilizada nas frutas frescas destinadas ao mercado externo, mas desnecessária para as de uso industrial.

⁹ A PIF objetiva melhorar os padrões de qualidade e competitividade das frutas. Pretende ser uma produção economicamente viável, ambientalmente correta e socialmente justa. No Brasil, as primeiras culturas a produzir no modelo da PIF foram as macieiras em Vacaria (RS) e Fraiburgo (SC), em 1998. Para mais informações sobre PIF, ver Fachinello (1999).

Seleção e classificação

As frutas que serão destinadas ao mercado de produtos frescos geralmente passam por um processo de seleção e classificação, cujo objetivo é atender às exigências de qualidade dos clientes. Esses processos iniciam-se na colheita, em que já são eliminados aqueles produtos com inconformidades evidentes: frutas demasiadamente verdes, podres, manchadas ou muito pequenas, por exemplo.

De acordo com Pereira *et al.* (2006, p. 21), **padronização** é a caracterização do produto por seus atributos quantitativos (tamanho, peso, diâmetro) e qualitativos (forma, danos). **Padrão** é “o modelo estabelecido em função dos limites dados aos atributos do produto”. E **classificação** é “a comparação do produto com os padrões estabelecidos, que permite o seu enquadramento em um grupo de atributos semelhantes”.

A existência de critérios de classificação conhecidos e aceitos permite que seja feita a melhor caracterização das frutas, o que aumenta a credibilidade nas relações comerciais entre os elos da cadeia. Vendas a distância, leilões e contratos são facilitados com a classificação.

No Brasil, existem normas oficiais de classificação para a uva fina, a uva rústica e o abacaxi. Para as outras frutas, existem cartilhas com padrões voluntários, que foram elaboradas pelo Centro de Qualidade da Horticultura (CQH) da Companhia de Entrepósitos e Armazéns de São Paulo (Ceagesp), como parte do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura.¹⁰

Todas as cartilhas do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura seguem uma mesma estrutura: são divididas em **grupo**, **classe** e categoria. Dentro de um grupo, classificam-se cultivares com características varietais semelhantes. A classe trata de tamanhos das frutas dentro do mesmo lote, enquanto a **categoria** propõe padrões mínimos de qualidade, como presença/ausência de defeitos leves e defeitos graves.

A definição de padrões de classificação pode ajudar a equilibrar a correlação de forças entre os elos da cadeia, tanto mais desfavorável quanto mais a montante estiver localizado o agente. Não são incomuns práticas de devolução de cargas quando há uma queda no preço do produto e o valor

¹⁰ O programa era uma iniciativa do governo de São Paulo. A partir de 2000, passou a ter abrangência nacional.

pré-acordado é superior ao vigente no mercado. Em geral, a qualidade da fruta e a falta de padronização são os motivos alegados. A iniciativa de padronização pode representar um avanço importante para a fruticultura, pois objetiva gerar maior transparência nas relações entre os agentes e facilitar a identificação da qualidade da fruta, proporcionando maior credibilidade e valoração do produto.

Todavia, as propostas existentes são consideradas complexas pelos usuários e ainda não foram capazes de melhorar a frágil relação entre os atores ao longo da cadeia frutícola brasileira.

No mundo, a experiência dos Estados Unidos apresenta uma lição interessante. Naquele país, várias frutas já dispõem de normas de classificação em vigor. Vale destacar que algumas datam de 1928, sofreram diversas atualizações e vigoram até hoje. A elaboração e o aperfeiçoamento dessas regras são feitos por meio de discussões em *boards*¹¹ específicos para cada fruta, que são compostos por representantes da iniciativa privada e do governo e que definem em conjunto o que deve ser exigido e implementado pelos diversos agentes. Uma vez aprovadas, essas regras passam a regular a qualidade dos produtos, ficando sob a supervisão dos técnicos do United States Department of Agriculture (USDA), órgão agrícola oficial do governo dos Estados Unidos.

A criação consensual de normas de classificação facilita sua aceitação e implementação e melhora a relação entre as partes envolvidas, diminuindo os custos de transação nesses mercados, pois minimiza a heterogeneidade dos atributos dos produtos.

Embalagens, transporte e logística

As embalagens são importantes, pois protegem as frutas da deterioração e da contaminação. Algumas frutas, como morango e uva, são embaladas ainda no campo, por causa de sua fragilidade. Outra utilidade das embalagens é a identificação do produto com informações de lote, produtor e época de colheita.

O desenvolvimento de embalagens padronizadas de acordo com a fruta e o transporte a ser utilizado é uma estratégia que pode facilitar a

¹¹ Conselho estatal ou misto que se reúne para discutir os temas afeitos a seus segmentos.

organização da comercialização em lotes de diferentes produtos, melhorando o acesso ao varejo.

O transporte é realizado do campo para as *packing houses* e destas para o mercado atacadista. O ideal seria que toda fruta fosse transportada em ambientes com sistemas de refrigeração. Mas, como já foi argumentado, isso não ocorre com frequência no Brasil. Apenas as frutas perecíveis, as que são destinadas a mercados consumidores mais exigentes (como o internacional) ou as que percorrerão um longo caminho até atingir seu destino são transportadas com refrigeração.

A maior parte da produção de frutas frescas no Brasil realiza-se em locais distantes dos principais mercados consumidores. No país, as distâncias são longas e as vias de transporte nem sempre estão em condições ideais, o que pode aumentar o tempo gasto no percurso, realizado predominantemente por rodovias e estradas. Isso muitas vezes reduz a qualidade do produto entregue e o seu tempo nas prateleiras. Também acaba impondo a muitas empresas a utilização de equipamentos refrigerados, elevando os custos.

Os alimentos para a exportação, em sua maioria, são transportados por navios, e o tempo para os produtos alcançarem seu destino costuma ser grande. O transporte aéreo representa um custo muito alto e é utilizado apenas para frutas com alto valor agregado no mercado externo.

Para produtos delicados e perecíveis, como é o caso das frutas *in natura*, uma boa logística é fundamental para o melhor desempenho do setor, reduzindo distâncias e custos. Portanto, apesar de existirem algumas especificidades no transporte e no armazenamento das diferentes frutas, a logística é um gargalo comum para toda a fruticultura brasileira.

Sanidade

O comércio mundial de alimentos frescos é fortemente condicionado por diversos mecanismos de regulação fitossanitária. No caso das exportações de frutas frescas, essas exigências tornam-se uma questão-chave para os países envolvidos. Nota-se que os países com as regras mais rigorosas são também os maiores importadores – Estados Unidos, União Europeia e Japão. Essa preocupação leva em conta a possível contaminação de seus sistemas produtivos por lotes de frutas infectadas, pondo a perder todos os esforços locais realizados para controle e erradicação de pragas e doenças.

Uma praga que traz muitos prejuízos para a fruticultura mundial é a mosca-das-frutas, tanto pelos danos diretos ao produto quanto pelo embarco na exportação de lotes infectados. O ataque desse inseto-praga se inicia na floração, com a deposição dos ovos que irão se desenvolver no interior dos frutos. Após a eclosão, o inseto alimenta-se da polpa, desenvolve-se e começa um novo ciclo de infestação.

No Brasil, as regiões exportadoras, principalmente, realizaram esforços de combate a essa praga, com o intuito de atender às exigências dos mercados importadores. Os principais métodos de controle são a utilização de iscas, pulverização de inseticidas e fumigação após a colheita. No caso da manga, um método bastante conhecido é o já mencionado tratamento quarentenário pós-colheita que utiliza vapor e água quente. Frutas produzidas em áreas infestadas não podem ser exportadas para países com barreiras quarentenárias.

Também existem transformações fisiológicas que não são propriamente doenças ou pragas, pois não são causadas por nenhum organismo vivo, mas que modificam as características da fruta. Um exemplo é a mancha fisiológica ou sarda, que afeta as cascas dos mamões. Ainda assim, elas são indesejáveis, pois os frutos perdem seu valor no mercado e isso representa grandes prejuízos ao setor.

Apesar de alguns países produtores buscarem demonstrar que muitas das medidas de controle fitossanitário são exageradas, tais exigências passaram a constituir um padrão de mercado. Ou seja, atualmente, elas se configuram em barreiras não tarifárias, que visam à proteção de mercados domésticos menos competitivos.

Relações comerciais

As relações ao longo da cadeia frutícola são complexas, marcadas por um universo de desconfiança entre produtores, atacadistas e varejistas.

Existem regiões em que há um monopólio de transportadores. Esses atores acabam mediando os acordos comerciais entre produtores e atacadistas, agindo como intermediários. Em geral, os produtores são o elo mais fraco da cadeia: deles são descontados o transporte, o custo das caixas, o descarregamento e a contribuição do INSS. Como muitos são pequenos produtores, não têm volume de negociação e ficam à mercê das condições que lhes são oferecidas. Ademais, como a cadeia de frio é um gargalo no

setor e as frutas são alimentos perecíveis, a venda para o atacadista torna-se uma corrida contra o tempo. Quando as negociações são intermediadas pelo transportador, além de haver cobrança de comissão pelas vendas, em muitos casos o produtor desconhece o seu comprador. Dessa forma, não consegue sequer ter conhecimento sobre os critérios de remuneração ou saber se está produzindo de acordo com os parâmetros de qualidade exigidos pelo mercado.

Os atacadistas também exercem um papel intermediador na cadeia, atuando entre produtores e varejistas. Eles recebem as frutas de diversas origens e oferecem um *mix* de produtos aos canais de distribuição. Assim, além de dar escala às frutas e viabilizar a venda, permitem a melhor estruturação logística da cadeia. Contudo, trata-se de um grupo muito concentrado no mercado, e isso é outro problema que os pequenos produtores têm a enfrentar. Ou seja, existem muitos pequenos produtores de frutas e relativamente poucos atacadistas para adquirir seu produto, o que gera um desequilíbrio de forças entre os agentes. Por outro lado, como também são poucos os grandes varejistas no Brasil, a concentração de atacadistas propicia maior poder de negociação e melhor condição de venda das frutas. Ainda assim, essa relação é bastante desequilibrada, pois as grandes redes varejistas acabam ditando os preços.

A assimetria de informações é uma causa importante das dificuldades de comercialização presente na fruticultura. Nem sempre os dados necessários para a tomada de decisões estão disponíveis para produtores, atacadistas, varejistas e consumidores. Há produtores que não sabem como se dá a formação dos preços e sob quais critérios devem produzir; atacadistas que conhecem a oferta, mas desconhecem a demanda; e varejistas que desconhecem a oferta.

Os varejistas são o elo mais forte da cadeia comercial das frutas. Trata-se de um setor que vem passando por um intenso processo de concentração e que tem ganhado fatias de mercado dos sistemas tradicionais de distribuição, como as feiras e o pequeno varejo. Esse processo levou ao aumento das exigências fitossanitárias, de cumprimento de prazos e à criação de protocolos privados de qualidade, apontando para uma redução das margens de lucro dos intermediários e produtores. Por esse motivo, os pequenos produtores têm tido dificuldades para se adequar às novas exigências. Nesse sentido, uma das alternativas para eles seria se

organizarem coletivamente, visando aumentar a escala de oferta e reduzir os custos de transação.

O Brasil deve aproveitar as janelas de oportunidade do mercado internacional para comercialização dos seus produtos. O fato de as safras brasileiras ocorrerem na contraestação do hemisfério norte permite que o produto brasileiro chegue a esse mercado em um momento de desabastecimento, alcançando preços mais elevados. Tal estratégia é possível na comercialização de muitas frutas produzidas no Brasil, como a uva, entre outras.

Contudo, cabe ressaltar que as frutas enfrentam uma série de barreiras tarifárias e não tarifárias que dificultam o acesso aos principais mercados importadores. As barreiras mais utilizadas são exigências de qualidade mínima, sobretaxação de preços durante o período da safra local e cotas de importação.

Marketing

A estratégia de *marketing* mais utilizada para as vendas das frutas enfatiza a sua saudabilidade. Um biscoito pode ser mais fácil e prático de ser consumido nos intervalos entre as refeições, mas as frutas são mais saudáveis. Apesar de terem características e sabores diversos, concentrações diferentes de vitaminas, praticidade de consumo e transporte muito divergentes, um ponto em comum entre todas as frutas é a associação que as pessoas fazem entre fruta e saúde. O *marketing* de todas as frutas salienta essa característica e incentiva esse simbolismo existente em torno do alimento. Algumas são tidas como remédio contra gripe e outras doenças, além de terem um sabor agradável.

A tentativa de utilização de marcas que identifiquem a origem do produto tem se intensificado não só como elemento de *marketing*, mas também como forma de conferir confiabilidade e possibilitar a abertura de mercado para outros alimentos oferecidos sob a mesma marca. Um exemplo é o Melão Rei, um produto embalado em uma redinha e que alega ser mais doce e saboroso do que os demais. Ele chama a atenção no mercado e se diferencia mesmo em gôndolas do varejo.

Apesar de convergências em estratégias de *marketing*, há também muitas divergências. A campanha publicitária realizada para as frutas nativas brasileiras de clima tropical, em sua maioria consideradas exóticas no

mundo, deve ser diferente da que é promovida para frutas já consolidadas no mercado internacional. No primeiro caso, deve-se salientar o seu sabor, instruir sobre as formas de consumo, a utilidade na culinária e apresentar seus benefícios à saúde, de forma a torná-las popularmente conhecidas. Já no segundo caso, deve-se mostrar a excelência brasileira na produção de frutas de clima temperado, tão saborosas quanto as produzidas em seus países nativos.

Nesse sentido, o esforço de *marketing* para divulgar as frutas brasileiras conta com uma iniciativa promissora desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Frutas (Ibraf) e a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil): o Brazilian Fruit – Programa de Promoção das Exportações das Frutas Brasileiras e Derivados. Trata-se de um esforço articulado entre agentes de governo e agentes privados cujo objetivo é consolidar o Brasil não só como produtor de frutas tropicais, mas também de frutas subtropicais e de clima temperado, assim como seus derivados. No início do programa, em 1998, apenas quatro frutas haviam sido contempladas. Atualmente, quase 20 frutas são objeto dessa iniciativa.

Conclusão

A fruticultura brasileira não pode ser tratada como um todo coeso. Naturalmente, existem semelhanças e pontos de convergência no tratamento das frutas, desde a colheita até a comercialização, que permitem a adoção de soluções uniformizadas. No entanto, dentro desses aspectos comuns também existem muitas particularidades, o que corrobora a tese abordada neste artigo.

Doenças pós-colheita são exemplos de um problema comum enfrentado na produção de frutas frescas. Elas são contraídas durante a fase de produção e podem se intensificar no momento da colheita. Por isso, para mitigar o risco de perdas no campo que comprometam a rentabilidade do produtor, é importante que, durante essa etapa, sejam observadas as boas práticas de manejo, atentando para as particularidades das diversas frutas.

A concentração do varejo e a força do atacado são outra convergência no setor e têm criado grande pressão sobre o produtor. A falta de confiança entre esses diferentes agentes aumenta a desorganização da atividade. A criação consensual de regras de classificação transparentes e factíveis poderia ser um caminho para melhorar a qualidade das relações ao longo

da cadeia e um primeiro passo na busca por reduzir a assimetria de informações e aumentar a coordenação entre seus elos.

Um aspecto importante da competitividade do sistema frutícola brasileiro como um todo é a sua capacidade de aproveitar janelas de oportunidade. Em virtude dos períodos de safra diferentes daqueles do hemisfério norte, em determinadas épocas do ano a produção nacional consegue inserir-se com menor concorrência, obtendo melhores preços pelos seus produtos. Contudo, além de precisar se preparar para oferecer ao mercado as variedades consumidas e enfrentar as barreiras tarifárias e não tarifárias, a produção brasileira deve aprimorar suas estruturas de apoio, com destaque para os sistemas logísticos e sanitários.

Não obstante as convergências observadas, o setor de fruticultura é formado por um conjunto bastante heterogêneo. Só no Brasil são produzidos mais de 300 tipos de frutas, desde as mais populares até aquelas consideradas exóticas. Mesmo entre as mais conhecidas dos consumidores existem diferenças importantes. Para mencionar apenas as três mais consumidas no mundo – banana, maçã e uva –, já se encontram uma fruta de clima tipicamente tropical, outra de clima tipicamente temperado e outra que vem sendo produzida com sucesso em ambos os climas.

Excluindo-se a produção de laranja para a fabricação de suco, um setor consolidado que o Brasil domina, a participação nacional nas exportações de frutas frescas tem sido secundária, fato que chama a atenção quando se observa o volume da produção doméstica. No mundo, o comércio é fortemente concentrado nas três espécies mencionadas: banana, maçã e uva. Além delas, manga, melão e papaia também são importantes para a fruticultura brasileira: têm ótima aceitação no mercado interno e já contam com regiões de produção voltadas para o mercado externo.

Apesar de compartilharem a liderança no gosto dos consumidores, essas frutas também apresentam particularidades que exigem tratamento específico. A banana, a maçã e a uva são frutas já tradicionais, têm grande aceitação no mercado, seu volume transacionado é elevado e podem ser consideradas produtos consolidados, com variedades consagradas, padrões de qualidade conhecidos e fornecedores estabelecidos. Além disso, a maçã e a uva são espécies de clima temperado, que exigem adaptações tecnológicas para serem produzidas fora dessa condição, sem a segu-

rança de reproduzirem sua produtividade original. O Brasil foi um caso bem-sucedido na adaptação de sementes e tecnologias, apresentando alta produtividade para essas duas frutas.

Por outro lado, melão, papaia e manga são considerados frutas exóticas pelos principais mercados importadores. Mesmo não sendo nativas do Brasil, adaptaram-se perfeitamente às condições brasileiras e são produzidas em larga escala. Embora sejam conhecidas no mercado doméstico, exigirão esforços coordenados de divulgação, envolvendo atores públicos e privados, para conquistarem o mercado internacional. Além disso, terão de atender às demandas específicas dos diferentes países em termos de qualidade, quantidade, prazos e regularidade no abastecimento. E, ainda assim, pelo que se pode depreender das estatísticas e da estrutura empresarial desse mercado, deverão se restringir a espaços de nicho.

Outra diferença importante entre as diversas frutas está relacionada ao seu uso, que pode ser domiciliar ou industrial. A finalidade de uso da fruta irá influenciar a escolha do sistema produtivo que será adotado, a logística a ser utilizada, os mercados a serem atingidos e, em alguns casos, a variedade a ser cultivada. Portanto, é importante ter em mente não apenas as semelhanças nas formas de produção e comercialização das frutas, mas também as especificidades de cada uma, pois isso é determinante no sucesso de ações e políticas a serem adotadas.

Referências

A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FRUTAS – ampliação e conquista de mercados. Disponível em: <www.redetec.org.br>. Acesso em: maio de 2010.

AGRIANUAL 2010. Ed. AgraFNP.

ANTUNES, Luiz Eduardo Correa *et al.* *Sistema de produção do morango*, Embrapa Clima Temperado, 2005.

CEAGESP – COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/>>. Acesso em: maio de 2010.

CENCI, A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças. In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) *Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, p. 67-80.

CIA, P. *Doenças de pós-colheita em frutas (caqui, maracujá e nêspersas)*. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas, 2001.

CORTEZ, L. *et al.* Sistemas de colheita para frutas e hortaliças: oportunidades para sistemas semi-mecanizados. *Revista Frutas & Legumes*, n.12, p. 26-29, 2002.

DEFESA AGROPECUÁRIA DE ALAGOAS. Disponível em: <<http://www.defesaagropecuaria.al.gov.br/sanidade-vegetal/mosca-das-frutas>>. Acesso em: maio 2010.

DONADIO, L. *Principais frutas exóticas*. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=19394>>. Acesso em: jul. 2010.

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AMEIXA EUROPEIA. Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/ameixa/cap13.htm>>. Acesso em: jun. 2010.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/>>. Acesso em: maio 2010.

EMBRAPA UVAS E VINHOS. *Produção integrada de maçãs no Brasil*. Disponível em: <http://www.megaagro.com.br/frutas/art_mosca_fruta.asp>. Acesso em: junho de 2010.

EMEPA. *Uso do tratamento térmico no controle de mosca-das-frutas*. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v3_n1_fev/tca06_tratamento.pdf>. Acesso em: jul. 2010.

FACHINELLO, J. *Produção Integrada de Frutas (PIF) para frutas de qualidade*. Palestra apresentada no II Fórum de Fruticultura da Metade Sul do RS em Bagé (RS), nov. 1999.

FAVERET FILHO, P. S. C. *et al.* *Fruticultura brasileira: a busca de um modelo exportador*. Rio de Janeiro: BNDES, 1999.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Estatísticas. Disponível em <www.faostat.fao.org>.

FEAGRI – FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA UNICAMP. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/unimac/produtos_frutas.htm>. Acesso em: jun. 2009.

HORTIBRASIL. *Um programa para os produtos agrícolas frescos*, fev., 2010.

———. Normas de classificação. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=138&Itemid=110>. Acesso em: maio 2010.

IBGE – SIDRA – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: jun. 2010.

IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/>>. Acesso em: abr. 2010.

MEGAAGRO. Disponível em: <http://www.megaagro.com.br/frutas/art_mosca_fruta.asp>. Acesso em: maio 2010.

OLIVEIRA, A.; SANTOS FILHO, H. Mancha fisiológica ou sarda. *Embrapa Mamão em Foco*, n. 25, dez. 2007.

PEREIRA, M. *et al.* Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros. Documentos 156, Embrapa, mar. 2006. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/documentos/documento_156.pdf>. Acesso em: junho de 2010.

OECD – *Policy Brief. Agricultural Policy Reform in South Africa*, abr., 2006.

SILVEIRA, N. *et al.* Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. *Caatinga*, v. 18, n. 4, p. 283-299, out.-dez. 2005.

TODA FRUTA. Uva vira opção no oeste paranaense. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=1209>. Acesso em: jun. 2010.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Fresh market fruit grade standards*. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/ams.fetchTemplateData.do?template=TemplateN&page=FreshMarketFruitStandards>>. Acesso em: jun. 2010.

Desempenho recente da balança comercial e os limites ao crescimento da indústria química

Valéria Delgado Bastos
Letícia Magalhães da Costa
Leonardo G. M. de S. C. Faveret*

Resumo

O mercado interno de produtos químicos tem sido atendido anualmente pela expansão das importações, gerando déficits crescentes em sua balança comercial. Mesmo com a redução no nível de atividade pela crise econômica de 2009, as importações de produtos químicos alcançaram US\$ 25,8 bilhões (depois de atingir a cifra recorde de US\$ 34,7 bilhões, em 2008), correspondendo ao valor de todo o superávit da balança comercial brasileira e quase o triplo das exportações brasileiras de químicos. O crescimento da economia previsto para os próximos anos impõe o risco de déficits comerciais expressivos que, no cenário mais conservador, a

* Respectivamente, gerente, economista e estagiário de economia do Departamento de Indústria Química da Área de Insumos Básicos do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Filipe Lage de Sousa, editor do *BNDES Setorial*, que enriqueceram o artigo. Eventuais erros e omissões remanescentes são, entretanto, de responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES.

Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim) projeta atingir US\$ 41,6 bilhões, em 10 anos. Com tal preocupação, o presente artigo procura identificar os principais segmentos da indústria química responsáveis pelo déficit da balança comercial e, assim, avaliar as perspectivas de sua reversão pela ampliação dos investimentos.

Introdução

O forte crescimento mundial (taxa média de 3,5% a.a. entre 2000 e 2009) que precedeu à recente crise econômica esteve fortemente atrelado à expansão das economias emergentes (com destaque para China e Índia), à aceleração dos preços das *commodities* e à ampliação do comércio internacional.

No caso da economia brasileira, esse padrão de crescimento tem beneficiado particularmente setores com forte viés exportador, nos quais o país apresenta vantagens comparativas, caracterizados por atividades extrativas ou pela produção de manufaturas simples, com reduzida agregação de valor e menor intensidade tecnológica.

Nos setores de maior intensidade tecnológica e maior agregação de valor, como no caso da indústria química, caracterizada como de média-alta ou alta intensidade tecnológica (caso da farmacêutica),¹ o crescimento tem sido mais modesto, com uma taxa média anual de 0,14% entre 2000 e 2009. O principal determinante do crescimento na indústria química brasileira é o mercado doméstico, cuja expansão tem ficado bem abaixo do comércio mundial, com a produção predominantemente voltada para atendimento da demanda interna e vendas externas apenas residuais.

No entanto, a produção química brasileira não tem sido suficiente sequer para atender completamente à demanda interna. O mercado tem sido suprido crescentemente por importações, o que resulta em déficits cada vez maiores da balança comercial, principalmente nos períodos de maior expansão da economia brasileira, e aumentos sem precedentes da participação das importações no consumo aparente nacional [Abiquim (2008, 2009)]. Despontam, assim, como indústria que contribui intensamente

¹ Sobre o desempenho da indústria brasileira segundo a intensidade tecnológica, de acordo com metodologia da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), ver *Carta IEDI*, n. 416, 26.5.2010.

para o desequilíbrio das contas externas, intensificando a vulnerabilidade externa da economia brasileira.

A insuficiência da produção química brasileira é determinada por diversos fatores, que vão desde reduzidos investimentos, em função da instabilidade na expansão da demanda doméstica por razões vinculadas a câmbio e juros, até à escassez de matérias-primas e deslocamentos da oferta por reorientação global da produção de empresas multinacionais, aliada à carência de *players* locais. Em alguns casos, a participação da produção doméstica foi progressivamente reduzida em termos absolutos (desativação de plantas) ou relativos (investimentos insuficientes para acompanhar a demanda). Há casos, entretanto, em que nunca houve produção local.

Apesar da crise econômica, a indústria química foi capaz de registrar crescimento não desprezível em 2009, de 3,5% [Abiquim (2010a)]. O ano de 2010 parece dar início a um novo cenário de expansão da economia brasileira. Também no cenário internacional, mesmo com o fechamento de plantas químicas menos eficientes na Europa e nos Estados Unidos (principalmente petroquímicas), o ano começou de forma promissora, com previsão de crescimento de 4,6% da produção química mundial (quase 7% nas economias emergentes),² principalmente pela recuperação da demanda na Ásia e relativa manutenção de preços e margens de lucro em função dos adiamentos na adição de capacidade produtiva no Oriente Médio.

As perspectivas de crescimento da economia brasileira para os próximos anos, da ordem de mais de 7%, colocam novos desafios para a indústria química, tendo em vista sua elevada elasticidade da demanda. Apesar das perspectivas promissoras para a oferta de matérias-primas – seja pela implantação de unidade integrada de refino e petroquímicas com base no petróleo pesado, pela utilização de matéria-prima renovável, seja ainda pelo amplo potencial aberto com as expressivas reservas do pré-sal em prazo mais longo –, será um enorme desafio, no curto prazo, enfrentar as maiores taxas de crescimento da economia brasileira sem o risco de um crescente déficit na balança comercial da indústria química.

² Previsões da American Chemistry Council (ACC). As principais consultorias especializadas em petroquímica (SRI Consulting e CMAI) projetam crescimento anual de cerca de 4% para o eteno [Chemical Week (2010)].

Este artigo objetiva analisar os segmentos da indústria química brasileira, tomando como foco principal a balança comercial, com vistas a avaliar o potencial e os obstáculos à expansão da indústria e as perspectivas de substituição de importações por produção local. O artigo compreende cinco seções, incluindo esta introdução e as considerações finais. Na segunda seção, é traçado um breve panorama do déficit comercial brasileiro, com destaque para a trajetória recente da balança comercial da indústria de transformação e da indústria química. Na terceira seção, são analisadas as exportações e importações, além do déficit comercial, nos diferentes segmentos da indústria química. A quarta seção procura fornecer maior nível de desagregação aos dados, com o objetivo de identificar os principais produtos químicos responsáveis pelo crescente déficit químico *vis-à-vis* a capacidade atual e a expansão prevista de capacidade de produção no país.

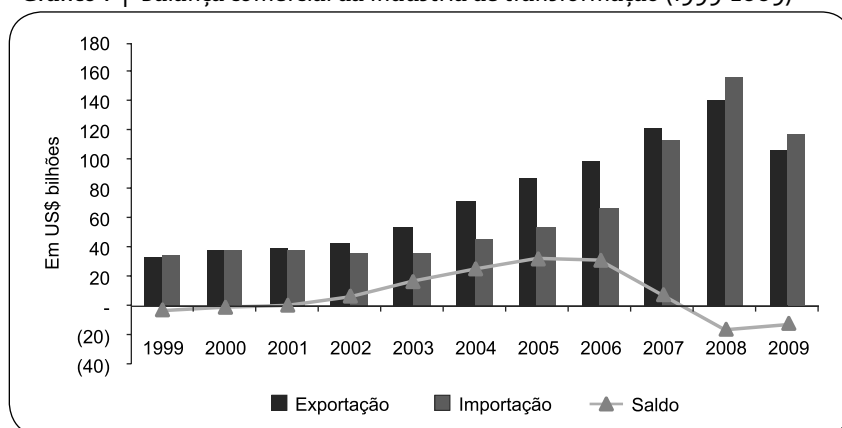
Balança comercial geral e da indústria de transformação

Ao longo da década de 1990, a economia brasileira experimentou profundas transformações macroeconômicas e institucionais, com o país passando por amplo processo de liberalização e abertura econômica, com impactos diretos sobre a balança comercial. A década de 2000 caracteriza-se por expressiva ampliação do comércio exterior do país. A corrente de comércio triplicou entre 2002 e 2008, passando de US\$ 107,6 bilhões para US\$ 370,9 bilhões, com ampliação das exportações de US\$ 60,4 bilhões, em 2002, para US\$ 197,9 bilhões, em 2008. Em 2009, foi verificada queda das exportações (US\$ 153,0 bilhões) e também das importações (de US\$ 173,2 bilhões, em 2008, para US\$ 127,6 bilhões, em 2009), fruto da crise econômica mundial.

Apesar dessa ampliação do comércio exterior, desde 2005 há uma queda do peso relativo das exportações de maior valor agregado. As exportações de manufaturados caíram de 55% do total para 47%, em 2008 (e 44% em 2009). Concomitantemente a tais alterações na composição das exportações brasileiras, observa-se a mudança dos principais parceiros comerciais do Brasil, como a queda da participação dos Estados Unidos e o aumento da participação dos países em desenvolvimento, principalmente da Ásia [Barral (2010)].

No caso da indústria de transformação, foram observados déficits progressivamente menores de 1999 a 2001, convertidos em superávits comerciais crescentes entre 2002 e 2005, quando teve início uma trajetória cadente até registrar novos déficits em 2008 e 2009. De fato, a balança comercial da indústria de transformação não apresentou trajetória uniforme nos últimos 10 anos, alternando períodos de déficits e superávits, que parecem determinados pelo ritmo de crescimento da economia e pela taxa de câmbio (Gráfico 1).

Gráfico 1 | Balança comercial da indústria de transformação (1999-2009)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

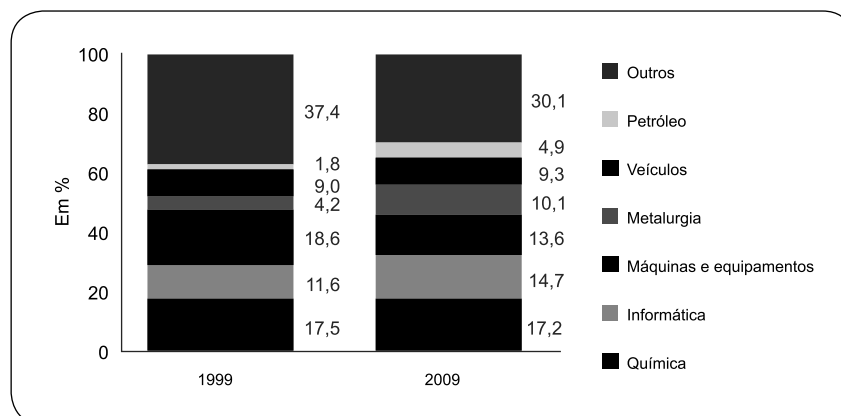
A indústria química brasileira,³ que ocupa a terceira posição da indústria de transformação, com participação de 11,2% no PIB industrial (só superada por alimentos e bebidas e por coque, refino, combustíveis nucleares e álcool), é uma das principais responsáveis pelos desequilíbrios da balança comercial da indústria de transformação, apresentando déficits crescentes e persistentes.

A indústria química sempre ocupou papel relevante na composição da pauta de importação da indústria de transformação, com participação mantida inalterada em 17% do total nos anos de 1999 e 2009. Representava o segundo principal setor importador em 1999, precedido apenas pela

³ Como indústria química são considerados os grupos 20 e 21 da CNAE, referentes à fabricação de produtos químicos e à fabricação de produtos farmacêuticos.

indústria de máquinas e equipamentos e sucedido por veículos automotores. Em 2009, a liderança nas importações ficou com a indústria química, seguida pela indústria de máquinas e equipamentos e pela indústria de equipamentos de informática e produtos eletrônicos e ópticos (Gráfico 2). Além do aumento da participação dos equipamentos de informática e produtos eletrônicos e ópticos, cabe também destacar a importância relativa da metalurgia, paralelamente à redução da participação das importações de máquinas e equipamentos.

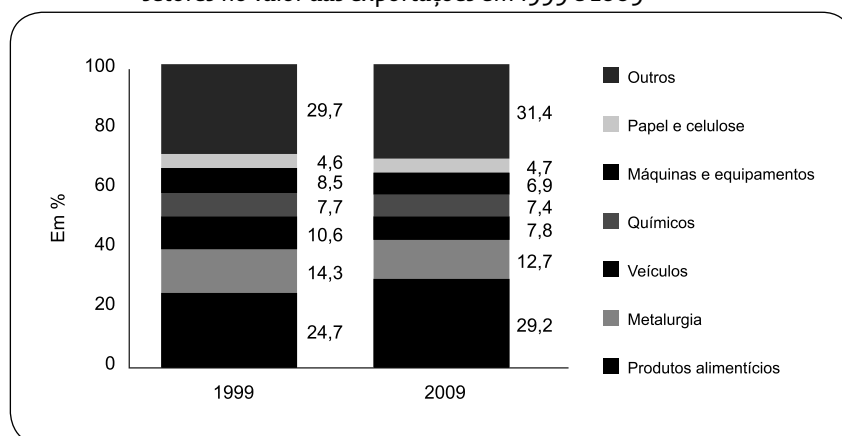
Gráfico 2 | Indústria de transformação brasileira – principais setores em participação no valor total das importações em 1999 e 2009



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

A indústria química tem destaque também por situar-se entre os quatro principais setores exportadores da indústria de transformação. Estes são, basicamente, os mesmos em 1999 e 2009, com destaque para produtos alimentícios, metalurgia, veículos automotivos, produtos químicos, máquinas e equipamentos e papel e celulose (Gráfico 3). No entanto, houve aumento significativo na participação dos produtos alimentícios, em 2009, em contrapartida à redução da participação dos veículos automotivos. A indústria química representava 8% do total exportado em 1999 e experimentou pequena redução, passando a representar 7% do total das exportações, em 2009.

Gráfico 3 | Indústria de transformação brasileira – participação dos principais setores no valor das exportações em 1999 e 2009



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

Balança comercial da indústria química brasileira

Principais características da indústria no país

A indústria química brasileira tem importante participação no PIB, da ordem de 3,1%. Ocupa a terceira posição em participação no PIB industrial, representando 11,2% do PIB da indústria de transformação, só superada por alimentos e bebidas e por coque, refino, combustíveis nucleares e álcool.

O setor emprega 394 mil pessoas, principalmente nos segmentos finais (cerca de 70% do total), com menor número de empregados no grupo de produtos químicos de uso industrial – grupo que na taxonomia da Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim) engloba a produção das matérias-primas básicas empregadas pela própria indústria química [Abiquim (2009a)], compreendendo os produtos petroquímicos (básicos, ou de segunda geração, como as resinas termoplásticas, termofixas e elastômeros), outros produtos orgânicos, além de produtos inorgânicos (cloro e álcalis, gases industriais e intermediários para fertilizantes).

De fato, a indústria química brasileira tem uma posição internacional não desprezível, ocupando a oitava posição no *ranking* mundial em termos de faturamento [Abiquim (2010b)], tendo alcançado, em 2009, R\$ 206,7 bilhões,

ou US\$ 103,3 bilhões, embora com queda frente a 2008 (-7,0% em reais e -15,5% em dólar), contrariando a tendência ascendente iniciada em 2003. Os produtos químicos de uso industrial são o principal segmento, com 1.056 fábricas, e respondem por quase metade do faturamento global. As resinas termoplásticas foram responsáveis por 33% do faturamento total do segmento, em 2009, seguidas por produtos e preparados químicos diversos (17%), outros produtos químicos orgânicos (15%), intermediários para fertilizantes (9%), intermediários para resinas e fibras (7%) e outros inorgânicos (6%). A queda no faturamento foi generalizada em 2009 (exceto higiene pessoal, perfumaria e cosméticos), mas atingiu principalmente produtos químicos de uso industrial (-21,1%), adubos e fertilizantes (-31,1%), fibras artificiais e sintéticas (-15,9%).

Fica claro que a petroquímica é o principal segmento da indústria química brasileira, com cerca de 65% do faturamento total de US\$ 48,3 bilhões dos produtos químicos de uso industrial, em 2009, os quais representam, por seu turno, quase metade do faturamento total da indústria química brasileira. Assim, a petroquímica corresponde a quase um terço do faturamento global da indústria.

A indústria química participa ativamente de quase todas as cadeias produtivas da indústria, da agricultura e de serviços e está presente em setores produtivos estratégicos, com importância que transcende os limites do seu próprio escopo, pelos elevados encadeamentos na economia, tanto para frente quanto para trás.

No mundo, a indústria engloba a fabricação, com base em reações químicas que convertem matérias-primas (petróleo, gás natural e outras fontes de hidrocarbonetos, inclusive da biomassa) em milhares de produtos por meio de processos químicos (ou biotecnológicos), mas que apresentam diferenças marcantes nas características, nos mercados e nos padrões de competição nos vários segmentos da indústria química.

Para realizar uma análise detalhada e completa dos dados dos diferentes segmentos da indústria química em termos do desempenho recente da balança comercial, as informações serão exibidas de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), a partir do rearranjo dos dados de importação e exportação, que originalmente seguem a classificação baseada em produtos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), convertidas na sua correspondência na CNAE,

conforme a tabela de compatibilidade disponível na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na internet.

Desse modo, foram consideradas as informações correspondentes às divisões 20 e 21 da CNAE-2.0, válida a partir de janeiro de 2007, que correspondem à antiga divisão 24 da versão anterior da CNAE (CNAE-1.0). Aí está englobada toda a indústria química, inclusive a fabricação de produtos farmacêuticos, que igualmente se caracteriza pela produção com base em processos químicos. Com isso, serão analisados os nove segmentos da indústria química. Os segmentos que compõem a indústria química são os seguintes: fabricação de produtos químicos inorgânicos; fabricação de produtos químicos orgânicos; fabricação de resinas e elastômeros; fabricação de fibras artificiais e sintéticas; fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários; fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal; fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins; fabricação de produtos e preparados químicos diversos; e produtos farmacêuticos.

A balança comercial da indústria química e de seus segmentos

A indústria química é hoje uma das principais responsáveis pelos desequilíbrios da balança comercial da indústria de transformação, apresentando déficits crescentes e persistentes. No quadro geral da indústria de transformação brasileira, embora a indústria química se destaque com a primeira posição nas importações e a quarta nas exportações, os valores absolutos importados e exportados situam-se em patamares absolutamente distintos, pois as importações chegam a representar mais do que o triplo das exportações. Isso indica que as exportações agregadas de produtos químicos financiam apenas cerca de um terço das importações agregadas de produtos químicos. As importações de produtos químicos correspondem a quase um quinto das importações totais do país (US\$ 128 bilhões, em 2009), enquanto as exportações têm parcela bem menos representativa das exportações totais do país (US\$ 153 bilhões, em 2009).

As exportações da indústria química somaram, em 2009, quase US\$ 9 bilhões (US\$ 10,2 bilhões, em 2008), enquanto as importações atingiram no mesmo ano, como subproduto da crise econômica, US\$ 25,8 bilhões

(quase o superávit comercial total da balança comercial brasileira em 2009, que foi de US\$ 25,3 bilhões), depois de atingir a cifra recorde de US\$ 34,7 bilhões, em 2008.

A indústria química brasileira pode ser caracterizada como estruturalmente deficitária, tendo apresentado déficits na balança comercial em todos os anos da série iniciada em 1999, com crescimento acelerado nos últimos anos em função da elevada elasticidade com o PIB (industrial e, no caso de fertilizantes e defensivos, agrícola), além da influência de preços e do câmbio. Enquanto, em 1999, o déficit era de US\$ 5,2 bilhões, em 2008 atingiu US\$ 24,5 bilhões (Gráfico 4). Em 2009, o déficit químico sofreu alguma retração em função da crise econômica, registrando US\$ 16,8 bilhões (-31,4%, comparado com 2008),⁴ embora este tenha sido um ano atípico, com redução do déficit pela queda na demanda e nos preços no mercado internacional.

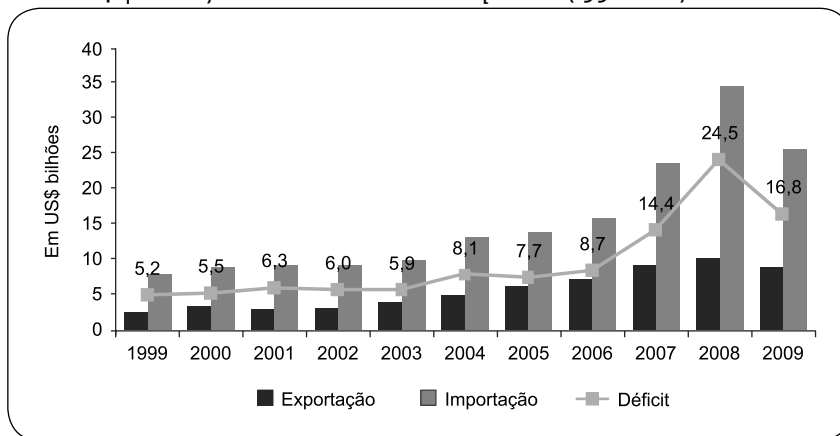
Para identificar os determinantes das elevadas importações, bem como das exportações, da indústria química, foram correlacionados os valores importados e exportados com algumas variáveis macroeconômicas julgadas relevantes, como taxa de câmbio, PIB brasileiro, PIB mundial, preço de *commodities* e crescimento do comércio exterior mundial, no período. As importações da indústria química apresentaram as maiores correlações (superiores a 0,940) com o índice de preços de *commodities* mundiais (0,950), o PIB mundial a preços correntes (0,948), as importações mundiais de bens e serviços (0,942) e as exportações mundiais de bens e serviços (0,942). As exportações da indústria, por outro lado, apresentaram maiores taxas de correlação com o PIB mundial a preços correntes (0,995), as exportações mundiais de bens e serviços (0,988) e as importações mundiais de bens e serviços (0,987), além do índice de preços das *commodities* (0,973), do PIB brasileiro a preços correntes (0,969) e do preço do barril de petróleo⁵ (0,966). No entanto, no caso das importações e, principalmente, das exportações, não foi verificada correlação significativa com a variação real anual do PIB.

De acordo com previsões da Abiquim, na hipótese mais conservadora de crescimento anual da economia brasileira de 4% a.a. e elasticidade de 1,25, o déficit comercial atingiria US\$ 41,6 bilhões, em 2020 [Abiquim (2010c)].

⁴ Segundo Abiquim (2010a), foram importadas, em 2009, 21,9 milhões de toneladas de produtos químicos (-21,5% frente a 2008) e exportadas 11,9 milhões de toneladas (+15%).

⁵ Média simples dos preços de Dated Brent, West Texas Intermediate e Dubai Fateh.

Gráfico 4 | Balança comercial da indústria química (1998-2010)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

A reversão desse quadro preocupante depende da expansão das exportações e, inexoravelmente, da substituição de importações por produção doméstica, por meio de investimentos que ampliem a capacidade produtiva para atendimento da demanda interna. Para conseguir isso, a Abiquim projeta investimentos entre US\$ 87 bilhões (piso mínimo destinado apenas a acompanhar o crescimento econômico) e US\$ 167 bilhões (que acresce investimentos adicionais de US\$ 45 bilhões para recuperação do déficit, além de US\$ 20 bilhões da química verde e US\$ 15 bilhões com o potencial do pré-sal), até 2020. A identificação dessas necessidades de investimento faz parte das propostas apresentadas pela indústria no âmbito do estudo recente denominado Pacto Nacional da Indústria Química (doravante, PACTO).

Para se ter uma ideia da magnitude do desafio, números da Abiquim e do BNDES [Bastos e Costa (2010)] indicam investimentos confirmados em valor médio anual de US\$ 4,1 bilhões, para o período 2010-2013, que dobram a média histórica da indústria. Esses números confirmam o expressivo desafio do PACTO [Abiquim (2010c)], que significaria uma ampliação do investimento nos próximos 10 anos para uma média anual entre US\$ 8,7 bilhões e US\$ 16,7 bilhões. Isso supera em muito a média histórica anual do setor, que nos últimos anos não chegou a US\$ 2 bilhões, embora a taxa média de crescimento da economia brasileira tenha sido modesta frente às projeções para os próximos anos.

Independentemente do otimismo extremo da proposta, é inegável a necessidade de investimentos complementares na indústria química brasileira, cuja demanda interna tem sido crescentemente suprida por importações. As perspectivas de sustentação dessas importações são remotas, principalmente diante das projeções de crescimento da economia e das previsões de queda do superávit da balança comercial de US\$ 25,3 bilhões, em 2009, para US\$ 15,7 bilhões, em 2010, e para US\$ 7,8 bilhões, em 2011 [Boletim Focus/BCB (2010)], junto com acelerada expansão do déficit em transações correntes, projetado em US\$ 50 bilhões, em 2010, podendo atingir US\$ 80 bilhões, em 2011, segundo Nakano (2011).

De todo modo, independentemente do efetivo montante de investimentos necessários, é importante um esforço para melhor compreensão do déficit comercial químico por meio da composição de suas importações e exportações de forma mais desagregada, com vistas a identificar a real possibilidade de produção local que substitua importações e amplie exportações.

A análise dos saldos da balança comercial para alguns anos específicos – 1999 e 2009 –, discriminando os segmentos da indústria química, possibilita algumas conclusões importantes (Tabela 1). O país apresenta déficit comercial em todos os segmentos da indústria química, com exceção de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, perfumaria e higiene pessoal, nos dois anos considerados, com tendência ascendente. Além disso, há uma mudança na posição relativa de liderança na geração de déficits, pois enquanto o principal segmento deficitário em 1999 era o de produtos farmacêuticos, respondendo por 31% do déficit da indústria química, a liderança foi assumida pelos produtos químicos inorgânicos, que passaram a representar 30% do déficit global da indústria química, em 2009.⁶

Além desses, o segmento de produtos farmacêuticos, com demanda mais inelástica em relação à renda e ao PIB, sentiu menos o impacto da crise, mantendo participação importante no déficit total da indústria química, de 26% em 2009 (18% em 2008), seguido do segmento de defensivos

⁶ Conforme mencionado, o ano de 2009 foi bastante atípico, com forte queda nas importações (superior à queda nas exportações), em função da crise econômica, resultando em diminuição do déficit da indústria química, principalmente de químicos inorgânicos puxados pelos fertilizantes, que sentiram o forte impacto da crise sobre a agricultura. Em 2008, a participação dos químicos inorgânicos foi ainda maior, de 45%, no déficit da indústria química.

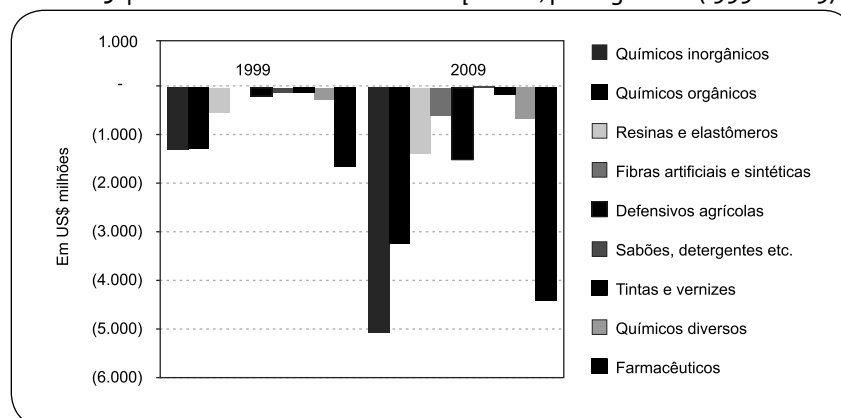
Tabela 1 | Saldo comercial por segmento da indústria química (1999 e 2009)
(Em US\$ milhões)

	1999	2009	Variação % 2009-1999
Químicos inorgânicos	-1.282	-5.093	297
Químicos orgânicos	-1.231	-3.198	160
Resinas e elastômeros	-500	-1.348	170
Fibras artificiais e sintéticas	0	-565	
Defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	-164	-1.495	809
Sabões, detergentes, limpeza, cosméticos, perfumaria e higiene pessoal	-90	61	-168
Tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	-103	-120	16
Produtos e preparados químicos diversos	-233	-624	167
Farmacêuticos	-1.605	-4.411	175
Total	-5.208	-16.792	222

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

agrícolas, que passou a responder por 9% do déficit em 2009. Assim, os segmentos importantes na geração de déficit comercial da indústria química são, basicamente, três: produtos químicos inorgânicos, produtos farmacêuticos (incluindo farmoquímicos) e produtos químicos orgânicos, que, juntos, responderam em 2009 por três quartos do déficit da indústria química, como fica evidente no Gráfico 5.

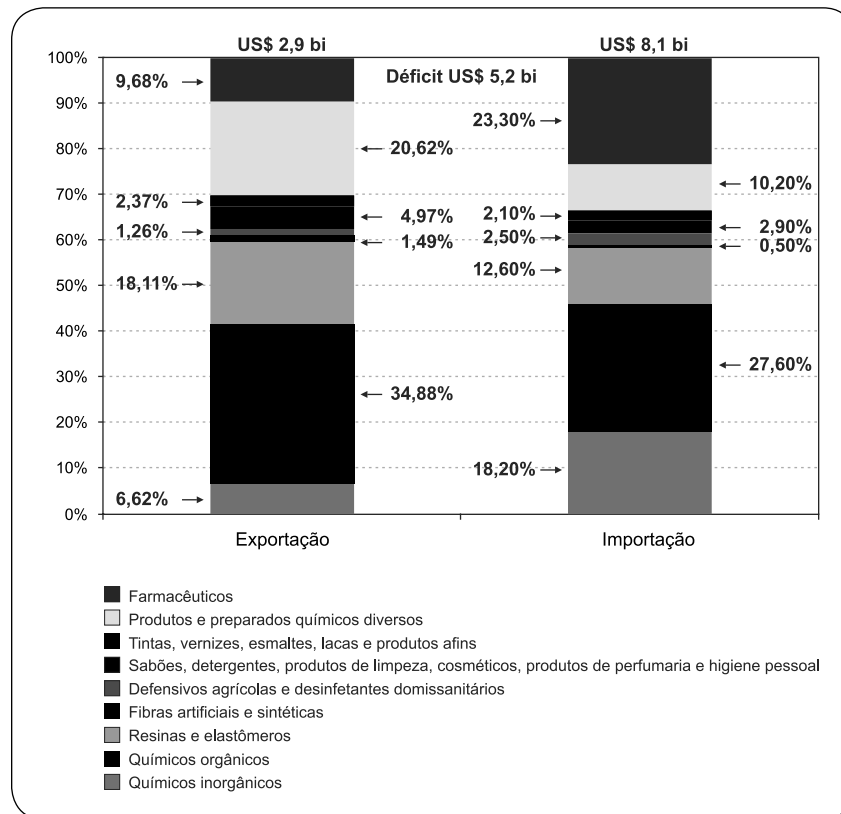
Gráfico 5 | Déficit comercial da indústria química, por segmento (1999 e 2009)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

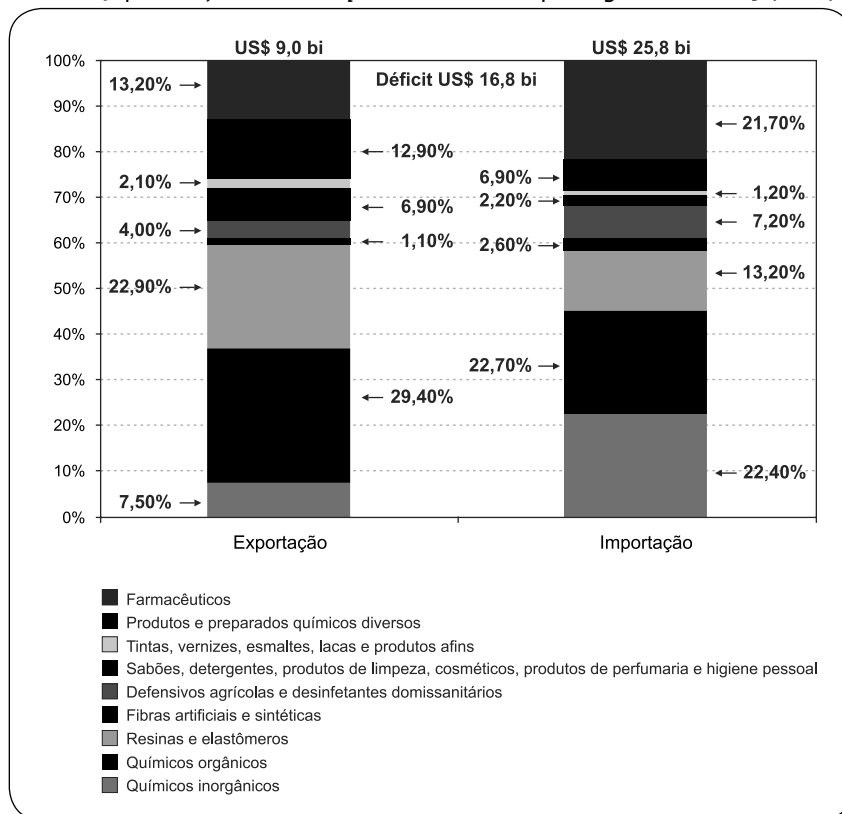
A natureza do déficit da indústria química pode ser avaliada com mais precisão observando-se as exportações e importações, por cada segmento, para os dois anos selecionados. As exportações de produtos químicos praticamente triplicaram no período, avançando de US\$ 2,9 bilhões, em 1999, para US\$ 9,0 bilhões, em 2009. O principal segmento exportador da indústria, ao longo do período, é o de produtos químicos orgânicos, embora com participação cadente, de 34% das exportações totais, em 1999, para 30%, em 2009 (Gráficos 6 e 7). Além desses, exportam-se resinas e elastômeros, que têm apresentado crescimento no período, passando de 18%, em 1999, para 23%, em 2009. As exportações de produtos farmacêuticos são também crescentes no período, passando de 9,7% das exportações totais da indústria química para 13,2%.

Gráfico 6 | Balança comercial química brasileira, por segmento – 1999 (valor)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

Gráfico 7 | Balança comercial química brasileira, por segmento – 2009 (valor)



As importações também mais que triplicaram no período, passando de US\$ 8,1 bilhões, em 1999, para US\$ 25,8 bilhões, em 2009, com destaque para as importações de produtos químicos orgânicos (22,7% do total, em 2009), inorgânicos (22,4%) e farmacêuticos (21,7%), além de resinas (13,2%). Esses mesmos produtos respondiam pela maior parcela das compras externas nos anos anteriores, embora a expansão das importações de produtos inorgânicos tenha perdido alguma importância com a crise de 2009.⁷

⁷ As importações de produtos inorgânicos corresponderam a 26% do total da indústria química, em 2007, e 35%, em 2008, quando somaram quase US\$ 12 bilhões, em função da forte expansão da agricultura.

Principais produtos responsáveis pelas importações brasileiras da indústria química

As importações da indústria química brasileira entre 1999 e 2009 são compostas de grande variedade de produtos, mas se concentram em alguns segmentos específicos: produtos químicos orgânicos, produtos químicos inorgânicos, produtos farmacêuticos e, em menor grau, resinas e elastômeros.

Dentro de cada um desses segmentos, um grupo menor de produtos responde pela parcela mais significativa das exportações e importações. O país exporta principalmente produtos orgânicos e resinas e elastômeros e, recentemente, alguns produtos farmacêuticos e produtos e preparados químicos diversos. Os produtos orgânicos exportados são, na sua maioria (cerca de 70% das exportações do segmento), classificados como “outros produtos químicos orgânicos”, não passíveis de uma identificação clara, ao passo que, no segmento de resinas e elastômeros, as exportações são basicamente de resinas termoplásticas – estas respondem pela maior parcela da produção petroquímica de segunda geração do país. No segmento de produtos e preparados químicos diversos, o destaque fica novamente por conta de produtos classificados como “outros”, além de aditivos de uso industrial. Metade das exportações do segmento em 2009 apresentou crescimento expressivo, dobrando de participação. Por fim, tiveram destaque as exportações de produtos farmacêuticos do tipo “medicamentos de uso humano”, com mais de 70% das exportações do segmento [Bastos e Costa (2010)].

Por outro lado, importam-se produtos orgânicos, inorgânicos, farmacêuticos e mesmo resinas e elastômeros. No segmento de produtos inorgânicos, destacam-se as importações de intermediários para fertilizantes (que corresponderam a quase 70% das importações do segmento, em 2009). Parcela importante das importações do segmento de produtos orgânicos é classificada mais uma vez como “outros”, impedindo a identificação clara. Por fim, as resinas importadas são, basicamente, algumas resinas termoplásticas, enquanto os produtos farmacêuticos são, basicamente, medicamentos para uso humano (com quase 80% do total das importações farmacêuticas). As importações de farmoquímicos têm menor e decrescente relevância possivelmente por estarem sendo cada vez mais importados incorporados nos produtos finais [Bastos e Costa (2010)].

Assim, no caso das importações, sobressaem as seguintes considerações: a) os intermediários para fertilizantes no segmento de produtos inorgânicos; b) o segmento de produtos orgânicos é classificado mais uma vez como “outros”, impedindo a identificação clara; c) medicamentos para uso humano no segmento de produtos farmacêuticos; e d) resinas termoplásticas no segmento de resinas e elastômeros (ver colunas 3 e 4 da Tabela 2).

No ano de 2009, do universo total de 3.266 produtos/classes de produtos químicos (incluindo farmacêuticos), 2.589 tiveram importações, sendo que 201 deles (8% do universo total de número de produtos químicos importados) foram responsáveis por 63% do valor importado na indústria química (colunas 5, 6 e 7 da Tabela 2).

Assim, para identificar os produtos/classes de produtos – e não mais segmentos – que são importados e que poderiam ser objeto de algum tipo de incentivo à produção doméstica, os dados foram desagregados ao maior nível possível, com vistas a analisar a possibilidade de substituição. Para o segmento farmacêutico, entretanto, como há trabalhos que buscaram esse tipo de desagregação dos principais produtos importados [Pinheiro *et al.* (2005)] e o segmento está sendo objeto de medidas específicas já desenhadas no âmbito do conjunto de políticas públicas orientadas para o denominado complexo da saúde, não será realizada análise detalhada neste artigo, que focaliza os intermediários para fertilizantes, resinas termoplásticas e outros produtos químicos orgânicos.

O maior número de produtos/classes de produtos (1.358) pertence ao segmento de produtos químicos orgânicos, sendo que 1.062 deles foram importados em 2009 (78% do total). Nesse segmento, o grupo mais pulverizado é o de produtos orgânicos não classificados anteriormente – ou seja, “outros” –, que contempla 1.281 dos produtos (94% do total do segmento), dos quais 988 foram importados no ano. Contudo, apenas 7% (73) desses 1.062 produtos importados responderam por 61% das importações do segmento de químicos orgânicos.

No segmento de inorgânicos, foram importados, em 2009, 401 produtos de um universo de 457 produtos, 24 dos quais (6%) representaram 66% das importações do segmento. Neste, o destaque fica por conta do subsetor dos intermediários para fertilizantes, no qual, de 31 produtos existentes, 29 foram importados em 2009, embora apenas dois produtos representem 68% das importações do subsetor de intermediários para fertilizantes.

Tabela 2 | Participação dos principais produtos nas importações de cada segmento da indústria química (2009)

Segmentos/subsegmentos	Número de produtos/ classes de produtos existentes (1)	Universo de produtos importados			Amostra de produtos		
		Número de produtos/ classes (2)	Importação (US\$) (3)	% do valor importado total da indústria química (4)	Número de produtos/ classes de produtos (5)	% do universo de produtos (6)	% do valor importado do segmento/ subsegmento (7)
Produtos químicos inorgânicos	457	401	5.766.548.993	22,36	24	5,99	65,74
Fabricação de cloro e álcalis	9	9	483.927.140	1,88	1	11,11	59,66
Fabricação de intermediários para fertilizantes	31	29	3.804.104.459	14,75	2	6,90	67,63
Fabricação de adubos e fertilizantes	14	13	295.130.159	1,14	3	23,08	71,40
Fabricação de gases industriais	9	8	15.933.531	0,06	1	12,50	57,83
Fabricação de produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente	394	342	1.167.453.704	4,53	17	4,97	60,76
Produtos químicos orgânicos	1.358	1062	5.842.538.728	22,65	73	6,87	60,73
Fabricação de produtos petroquímicos básicos	16	16	133.315.496	0,52	1	6,25	69,10
Fabricação de intermediários para plastificantes, resinas e fibras	61	58	1.089.151.679	4,22	5	8,62	61,80
Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente	1281	988	4.620.071.553	17,91	67	6,78	60,24
Resinas e elastômeros	190	183	3.406.042.233	13,21	20	10,93	60,99
Fabricação de resinas termoplásticas	121	116	2.326.989.562	9,02	10	8,62	60,47
Fabricação de resinas termofixas	47	45	648.428.401	2,51	7	15,56	60,88
Fabricação de elastômeros	22	22	430.624.270	1,67	3	13,64	63,96
Fibras artificiais e sintéticas	61	60	667.554.266	2,59	5	8,33	62,62
Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	61	60	667.554.266	2,59	5	8,33	62,62
Defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	118	62	1.856.658.521	7,20	5	8,06	70,28
Fabricação de defensivos agrícolas	101	56	1.424.867.178	5,52	4	7,14	63,52
Fabricação de desinfetantes domissanitários	17	6	431.791.343	1,67	1	16,67	92,60

Continua

Continuação

Segmentos/subsegmentos	Número de produtos/ classes de produtos existentes (1)	Universo de produtos importados			Amostra de produtos		
		Número de produtos/ classes (2)	Importação (US\$) (3)	% do valor importado total da indústria química (4)	Número de produtos/ classes de produtos (5)	% do universo de produtos (6)	% do valor importado do segmento/ subsegmento (7)
<i>Sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, perfumaria e higiene pessoal</i>	60	57	559.464.007	2,17	9	15,79	63,07
Fabricação de sabões e detergentes sintéticos	21	20	186.320.527	0,72	2	10,00	61,36
Fabricação de produtos de limpeza e polimento	18	16	46.095.915	0,18	3	18,75	63,71
Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	21	21	327.047.565	1,27	4	19,05	63,96
<i>Tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins</i>	44	44	311.755.184	1,21	10	22,73	67,35
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	31	31	165.169.815	0,64	8	25,81	61,59
Fabricação de tintas de impressão	2	2	106.637.167	0,41	1	50,00	74,28
Fabricação de impermeabilizantes, solventes e produtos afins	11	11	39.948.202	0,15	1	9,09	72,68
<i>Produtos e preparados químicos diversos</i>	276	241	1.785.297.636	6,92	22	9,13	61,92
Fabricação de adesivos e selantes	4	4	8.036.488	0,03	2	50,00	79,67
Fabricação de explosivos	9	7	11.900.008	0,05	2	28,57	69,98
Fabricação de aditivos de uso industrial	94	92	811.652.422	3,15	8	8,70	60,36
Fabricação de catalisadores	15	14	157.849.401	0,61	2	14,29	67,23
Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente	154	124	795.859.317	3,09	8	6,45	62,16
<i>Produtos farmacêuticos</i>	702	479	5.594.262.964	21,69	33	6,89	62,49
Fabricação de produtos farmoquímicos	331	266	1.286.654.811	4,99	18	6,77	61,21
Fabricação de medicamentos para uso humano	335	182	4.153.251.486	16,10	9	4,95	62,43
Fabricação de medicamentos para uso veterinário	9	8	81.653.742	0,32	1	12,50	79,45
Fabricação de preparações farmacêuticas	27	23	72.702.925	0,28	5	21,74	68,99
Produtos químicos	3266	2589	25.790.122.532	100,00	201	7,76	63,40

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

Nos farmacêuticos, dos 702 produtos existentes, foram importados 479 produtos, em 2009, sendo 56% deles (266) na forma de farmoquímicos e 38% (182) de produtos acabados (medicamentos) para uso humano – nove produtos representaram 62% das importações de farmoquímicos. Por fim, no segmento de resinas e elastômeros, dos 190 produtos, foram importados 183, principalmente resinas termoplásticas (116 produtos), das quais 10 produtos significaram 60% das importações do subsetor.

Intermediários para fertilizantes

Para o segmento de intermediários para fertilizantes, em 2009 apenas dois produtos foram responsáveis por cerca de 68% das importações do segmento e 12,7% das importações totais da indústria química. São eles cloreto de potássio e ureia (Tabela 3).

Tabela 3 | Importação de produtos do segmento de fertilizantes em 2009

Produto	US\$ FOB mil		Volume (toneladas)	
Cloretos de potássio	2.060.399	54%	3.416.866	31%
Ureia	512.456	13%	1.940.113	18%
Diidrogênio-ortofosfato de amônio	282.764	7%	852.578	8%
Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅)>45%	205.429	5%	859.172	8%
Sulfato de amônio	188.703	5%	1.506.297	14%
Nitrato de amônio	170.517	4%	941.933	9%
Total	3.804.104	100%	11.038.658	100%

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

Dos três elementos utilizados para a produção de fertilizantes (nitrogênio, fósforo e potássio),⁸ o potássio apresenta mais forte crescimento da demanda nos países em desenvolvimento (China, Índia e Brasil). No Brasil, a produção doméstica de matérias-primas para fertilizantes é insuficiente para o atendimento da demanda, com forte dependência de importações, principalmente no caso do potássio (mais de 90% do consumo do país é

⁸ A cadeia de fertilizantes inicia-se na indústria extrativa produzindo matérias-primas obtidas da mineração (rocha fosfática, enxofre e rochas potássicas) ou derivadas do gás natural, daí produzindo fertilizantes intermediários (ácido sulfúrico, ácido fosfórico, amônia anidra) e finais, simples e mistos, que combinam os elementos nitrogênio, fósforo e potássio.

importado) e nitrogênio (75%), e um pouco menos em fósforo. O país consome 13% da produção mundial, e o crescimento do agronegócio brasileiro leva a projeções de crescimento da demanda à taxa de 3% a.a. Como não há produtos substitutos a médio prazo, deve-se ampliar a dependência de importações e a disputa acirrada no mercado mundial pelo produto, em função do crescimento exponencial da demanda dos países emergentes.

A única produtora local de potássio é, desde 1991, a Vale, que detém o direito de exploração das reservas brasileiras, estimadas em 300 milhões de toneladas (Taquari/Vassouras, em Sergipe) até 2015, com projeto em estágio avançado. A Petrobras tem o direito de concessão de lavra da reserva em Nova Olinda, no Amazonas, cujas reservas são estimadas em 900 milhões de toneladas, ainda sem exploração. A redução da dependência das importações do cloreto de potássio envolve, contudo, disponibilidade de matéria-prima e questões ambientais, fatores restritivos ao aumento da oferta, além de considerações sobre custos e preços não abordadas neste artigo.

Tabela 4 | Capacidade instalada de cloreto de potássio (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
AEQ	SP	720
Aksell*	SP	10.000
Diadema*	SP	120
Labsynth	SP	3.000
River	SP	700
Vale	SE	850.000

Fonte: Abiquim (2010b).

* Multipropósito.

A ureia é o segundo principal produto importado do segmento de fertilizantes. Por ser o insumo com o maior conteúdo de nitrogênio, é o mais aplicado na agricultura no mercado brasileiro e mundial – ainda que nos países desenvolvidos existam esforços para redução no consumo, em virtude de seu alto potencial de emissão de gases que provocam o aquecimento global.

No Brasil, a atual capacidade instalada de produção de ureia é de 1.719.000 t/a, principalmente pela Petrobras, que produz no país as matérias-primas para fertilizantes nitrogenados nas duas Fábricas de

Tabela 5 | Capacidade instalada de ureia (2008)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Petrobras Fafen	BA	495.000
Petrobras Fafen	SE	594.000
Fosfertil	PR	630.000

Fonte: Abiquim (2010b).

Fertilizantes Nitrogenados (Fafen), além da Fosfertil, empresa cujo controle passou recentemente às mãos da Vale. Há investimentos programados pela Petrobras (1,109 milhão de t/a) e Fosfertil (1 milhão de t/a), este último ainda indefinido após a aquisição do controle pela Vale – ambos com conclusão prevista para 2013 [Abiquim (2010b)]. Se confirmados tais projetos, seria possível substituir integralmente os volumes importados no ano de 2009, ainda que, diante das previsões de expansão do agronegócio brasileiro, haja tendência ao crescimento da demanda por ureia nos próximos anos, levando a novas importações do produto. De todo modo, a expectativa de crescimento exponencial da oferta de gás natural com as recentes descobertas na camada pré-sal de águas ultraprofundas abre auspiciosas perspectivas para os fertilizantes nitrogenados a médio e longo prazos.

Resinas termoplásticas

O segmento de resinas termoplásticas também tem participação elevada na pauta de importação brasileira, respondendo por 9% do valor total importado em 2009. De um total de 121 produtos, 10 correspondem a mais de 60% do valor importado pelo segmento de resinas e elastômeros e cerca de 7% das importações totais da indústria química (Tabela 6).

Os termoplásticos são matérias-primas para a produção de transformados plásticos, a terceira geração petroquímica, fabricados por meio de processos de polimerização. Abrangem os polietilenos, o polipropileno e o PVC, entre outros, com ampla gama de aplicações, que correspondem à variedade de usos permitidos pelos plásticos. São predominantemente empregados na produção de embalagens (43% do consumo total de resinas), mas também em utilidades domésticas, brinquedos, materiais para construção civil, autopeças para a indústria automobilística, produtos da área médica e aplicação crescente em eletrônica e informática.

Apesar da relevante produção doméstica, com posição monopolista da Braskem, há importação complementando a oferta doméstica com tipos específicos ou por diferenciais de preços no país e no mercado internacional. De fato, o fator explicativo das importações do segmento de resinas termoplásticas, ao contrário de produtos como os intermediários para fertilizantes, não parece decorrer fundamentalmente de insuficiência na oferta doméstica, mas desses diferenciais de preços e do câmbio, que têm forte influência tanto sobre importações quanto sobre exportações desse segmento. Os preços das resinas brasileiras têm superado até mesmo os de competidores na América Latina, exceção no período da crise econômica de 2008-2009 [Quimax Report (2010)], o que possibilitou a ampliação das vendas externas brasileiras e a reversão dos efeitos da crise sobre o mercado interno.

Tabela 6 | Importação de produtos do segmento de resinas termoplásticas em 2009

Produto	US\$ FOB mil		Volume (toneladas)	
Poliétilenos sem carga, $d \geq 0.94$	238.600	10,3%	199.137	13,0%
Polímeros de etileno	229.466	9,9%	168.616	11,0%
Policloreto de vinila, suspensão	208.043	8,9%	240.975	15,7%
Tereftalato de polietileno	165.101	7,1%	146.858	9,6%
Polipropileno sem carga	132.352	5,7%	117.417	7,7%
Poliacrilato de sódio	100.989	4,3%	58.605	3,8%
Copolímeros de acrilonitrila-butadieno-estireno, sem carga	97.583	4,2%	57.655	3,8%
Poliétileno linear, densidade < 0.94	91.269	3,9%	77.296	5,1%
Copolímeros de propileno	81.886	3,5%	54.963	3,6%
Poliâmida 6 ou poliâmida 6.6, sem carga	61.920	2,7%	25.597	1,7%
Total	2.326.990	100,0%	1.530.228	100,0%

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

O polietileno de alta densidade (PEAD), resina que teve a maior importação em 2009, é usado principalmente na fabricação de embalagens para alimentos, descartáveis, têxteis e cosméticos, produzido no país pela Braskem com capacidade instalada de 2,08 milhões de t/a, volume muito superior ao importado (os diferentes tipos de PEAD somaram importação de 205.835 toneladas). A capacidade deverá ser elevada em 430 mil t/a com o Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (Comperj) [Abiquim (2010b)].

Tabela 7 | Capacidade instalada de polietileno de alta densidade (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Braskem	BA/RS	1.310.000
Quattor*	RJ/SP	770.000

Fonte: Abiquim (2010b).

* Adquirida pela Braskem em 2007.

Outra resina importante, o policloreto de vinila (PVC), produzida no país por Braskem e Solvay Indupa, usada em tubos, conexões, cabos elétricos e materiais de construção, teve capacidade instalada total, em 2009, de 810 mil t/a, superando o volume importado no ano (285.051 toneladas, classificado como outros policloreto de vinila). Os dois produtores no país têm planos de expansão de capacidade, com adição de 210 mil t/a pela Braskem (AL) e 60 mil t/a pela Solvay (SP).

Tabela 8 | Capacidade instalada de policloreto de vinila (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Braskem	AL/BA	510.000
Solvay Indupa	SP	300.000

Fonte: Abiquim (2010b).

O tereftalato de polietileno (PET), fabricado no país pelo grupo M&G, é usado na fabricação de garrafas, embalagens para produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos. A capacidade instalada total de 842.500 t/a é muito superior às 146 mil toneladas importadas. Os projetos de investimento da Suape (PE), de 450 mil t/a, e do Comperj, de 600 mil t/a, são mais do que suficientes para cobrir importações.

Tabela 9 | Capacidade instalada de tereftalato de polietileno (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
M&G Fibras e Resinas	MG	292.500
M&G Fibras e Polímeros	PE	550.000

Fonte: Abiquim (2010b).

O polipropileno (PP), cuja produção é monopólio da Braskem no país, tem aplicação também em embalagens para alimentos, produtos têxteis e cosméticos, entre outros, com capacidade instalada de 1,915 milhão de t/a.

As importações somaram 124.465 toneladas de “outros polipropilenos” (6% da capacidade instalada), em 2009, que devem ser revertidas com os projetos de 575 mil t/a da Braskem⁹ e 850 mil t/a do Comperj.

Tabela 10 | Capacidade instalada de polipropileno (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Braskem	RS/SP	1.040.000
Quattor*	SP/BA/RJ	875.000

Fonte: Abiquim (2010b)

* Adquirida pela Braskem em 2007.

Há ainda resinas que não têm um cenário tão favorável em termos da produção local/demanda interna, como é o caso do poliacrilato de sódio (SAP), produzido com base no ácido acrílico (onde inexistente produção local e cujas importações, em 2009, somaram 44.679 toneladas), que tem como principal mercado o segmento com forte expansão de fraldas descartáveis e absorventes higiênicos femininos. A capacidade instalada é de 43.160 t/a, inferior ao volume importado em 2009 (58.605 toneladas, no valor de US\$ 100.989 mil). O consumo doméstico de SAP é, contudo, muito superior ao evidenciado por esses números, incorporado em bens finais ou nas importações de ácido acrílico. De acordo com Abiquim (2010b), há projetos de investimento da Homy Química (2.400 t/a), em São Paulo, e o Complexo Acrílico da Petrobras (60 mil t/a).

Tabela 11 | Capacidade instalada de poliacrilato de sódio – SAP (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Lamberti Brasil*	SP	3.000
Miracema-Nuodex	SP	720
Nalco*	SP	7.040
Oxiten*	SP	15.000
Produquímica	SP	1.000
Qualitech Química	SP	200
Resinac*	SP	1.200
Rohm and Haas	SP	15.000

Fonte: Abiquim (2010b).

* Unidade multipropósito.

⁹ Destas, 300 mil t/a na fábrica da Braskem Bahia, além de 75 mil t/a na unidade da antiga Quattor em Camaçari, 200 mil t/a na nova planta da Quattor, no Paraná, e 100 mil t/a que seriam produzidos da glicerina de soja em Mauá (SP) [Abiquim (2010b)].

O polietileno de baixa densidade linear (PEDBL), aplicado em embalagens de alimentos, fraldas, absorventes higiênicos e sacaria industrial, tem como única produtora a Braskem, com capacidade instalada, em 2009, de 1.318 mil t/a, muito superior às importações no mesmo ano. A projeção de investimentos do Comperj é de 430 mil t/a.

Tabela 12 | Capacidade instalada de polietileno de baixa densidade linear (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Braskem	BA/RS	610.000
Quattor*	RJ/SP	770.000

Fonte: Abiquim (2010b).

* Adquirida pela Braskem em 2007.

A poliamida (náilon 6 e 6.6) é uma das mais importantes resinas sintéticas, com uma infinidade de aplicações, principalmente na indústria têxtil, como substituto de materiais naturais. Em 2009, foram importadas 39.210 toneladas de poliamidas e a capacidade instalada é de 60.750 t/a. Esses números não evidenciam, entretanto, a forte dependência de material importado no segmento de fibras sintéticas, a partir da década de 1990.

Tabela 13 | Capacidade instalada de poliamida 6 e 6.6 (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Invista	SP	n.d.
Mazzaferro	SP	15.750
Rhodia Poliamida	SP	45.000

Fonte: Abiquim (2010b).

No caso de algumas resinas termoplásticas importadas, como polímeros de eteno, copolímeros de acrilonitrila-butadieno-estireno e copolímeros de propeno, não foi possível identificar a produção equivalente, já que são produtos derivados e não finais.

Outros produtos químicos orgânicos

O segmento de outros químicos orgânicos não especificados anteriormente tem estrutura completamente diferente dos segmentos de intermediários para fertilizantes e de resinas termoplásticas, pois compõe-se de uma quantidade muito mais ampla de produtos, com variadas finalidades de aplicação.

Conforme a Tabela 14, a maioria desses outros produtos orgânicos importados são compostos heterocíclicos, sobretudo matérias-primas para defensivos agrícolas, para plastificantes ou para fármacos. A identificação da produção nacional desses produtos é, contudo, bastante difícil, dada a sua natureza na forma de compostos e misturas, embora tenha sido possível identificar a produção de alguns (poucos) produtos/classes de produtos. São eles, por exemplo: pigmentos orgânicos, corantes reativos, negro de fumo, ácido acético, breu/colofônico e ácido 2,4-diclorofenoxiacético.

No caso de pigmentos e suas preparações, foi possível identificar produtores de pigmentos orgânicos, cuja principal aplicação é em couro, papel e celulose, plásticos, têxtil, tintas e vernizes. Em 2009, a capacidade instalada era de 14.620 t/a, principalmente por Dry Color (7.470 t/a), Clariant (3.600 t/a) e Basf (3.400 t/a), tendo sido importadas 9.672 toneladas.

No caso de corantes reativos, cuja principal aplicação é no tingimento de couro e têxtil, foi possível identificar dois produtores, que somaram uma capacidade instalada de 1.770 toneladas, em 2009, basicamente operada pela Clariant, enquanto a importação no mesmo ano foi de 9.441 toneladas.

Outro produto identificado foi o negro de carbono, também conhecido como negro de fumo, utilizado como agente reforçante em borrachas, além de aplicação em pigmentação. Os principais mercados são pneus, artefatos leves de borracha e algumas especialidades, como tintas de impressão, papel de carbono, aditivo de plásticos e fabricação de pilhas secas. Em 2009, a capacidade instalada era de 482 mil t/a – 55% da Columbian Chemicals, 24% da Cabot e 21% da Evonik –, superior à importação de 41 mil toneladas, provavelmente destinada a complementar a oferta interna.

O ácido acético – intermediário na produção de grande número de produtos com diversas aplicações, como condimento em saladas, solventes, síntese de perfumes e corantes, preparação da seda artificial, tinturaria, imprensa, fabricação de inseticidas e na indústria farmacêutica – teve importação de 96,5 mil t/a, em 2009, superando a capacidade instalada de 62 mil t/a. A Rhodia Poliamida detém 65% da capacidade instalada no país, seguida pela Cloroetil, com 21%, e pela Butilamil, com os 14% restantes.

Tabela 14 | Importação de produtos do segmento de outros intermediários orgânicos em 2009

Produto	US\$ FOB		Volume (toneladas)	
Outros compostos heterocíclicos com 1 ciclo triazol não condensado	270.420	5,9%	3.707	0,3%
Outros compostos heterocíclicos com flúor e/ou bromo em ligação covalente	140.808	3,0%	1.825	0,1%
Outras lactonas	118.886	2,6%	3.911	0,3%
Outros compostos heterocíclicos com cloro, sem flúor nem bromo	118.443	2,6%	2.361	0,2%
Outros compostos heterocíclicos com heteroátomos de nitrogênio e oxigênio	111.318	2,4%	2.611	0,2%
Outros derivados orgânicos da hidrazina e hidroxilamina	102.821	2,2%	2.007	0,2%
Pigmentos e suas preparações	86.411	1,9%	9.672	0,7%
Outros compostos heterocíclicos com 1 ciclo tiazol não condensado	84.801	1,8%	827	0,1%
Outros compostos heterocíclicos com 1 ciclo pirrol	81.548	1,8%	350	0,0%
Outros adesivos à base de plásticos	64.548	1,4%	17.896	1,4%
Outros compostos heterocíclicos de heteroátomos de oxigênio	64.399	1,4%	2.225	0,2%
Outras amidas cíclicas, seus derivados e sais	58.978	1,3%	600	0,0%
Outros tioésteres, tioésteres, seus derivados e sais	58.899	1,3%	2.063	0,2%
Outros compostos heterocíclicos, com 1 ciclo azepina	58.511	1,3%	12	0,0%
Metomil	54.335	1,2%	3.813	0,3%
Outros compostos heterocíclicos, com ciclo imidazol	49.476	1,1%	7.691	0,6%
Outros óleos e produtos da destilaria dos alcatrões da hulha etc.	49.116	1,1%	72.695	5,6%
Outras enzimas preparadas	48.296	1,0%	5.427	0,4%
Corantes reagentes e suas preparações	47.570	1,0%	9.441	0,7%
Outros negros de carbono	46.389	1,0%	40.849	3,2%
Outros compostos heterocíclicos de heteroátomos de nitrogênio	38.605	0,8%	4.631	0,4%
Ácido acético	36.417	0,8%	96.554	7,5%
Breu obtido de alcatrões minerais	36.044	0,8%	94.983	7,4%

Continua

Continuação

Produto	US\$ FOB		Volume (toneladas)	
Metil-, etil- e propilcelulose, hidroxiladas, forma primária	35.422	0,8%	7.142	0,6%
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético, seus sais e ésteres	33.043	0,7%	11.633	0,9%
Outros ácidos nucleicos, seus sais; outros compostos heterocíclicos	32.935	0,7%	1.671	0,1%
Outros ésteres dos ácidos inorgânicos, sais, derivados halogênicos etc.	32.099	0,7%	10.915	0,8%
Dimetiltiofosforamida	31.200	0,7%	11.810	0,9%
Bifentrin	30.288	0,7%	170	0,0%
Isononanol	28.453	0,6%	25.489	2,0%
Outros compostos heterocíclicos com 1 ciclo piridina não condensado	27.616	0,6%	618	0,0%
Outros isocianatos	27.251	0,6%	7.703	0,6%
Acetona não contendo outras funções oxigenadas	26.050	0,6%	34.671	2,7%
Outras misturas de hidrocarbonetos aromáticos com destilação $\geq 65\%$ a 250 GC	24.572	0,5%	28.387	2,2%
Outros compostos organossilícicos	23.752	0,5%	5.364	0,4%
Outros produtos utilizados como colas ou adesivos, peso ≤ 1 kg	23.092	0,5%	6.066	0,5%
Outras imidas, seus derivados e sais	22.862	0,5%	646	0,1%
Outras sulfonas	22.474	0,5%	545	0,0%
Sacarina e seus sais	22.428	0,5%	1.732	0,1%
Corantes ácidos, mesmo metalizados, e suas preparações	22.117	0,5%	3.862	0,3%
Outras ureínas, seus derivados e sais	22.000	0,5%	231	0,0%
Outros ácidos carboxílicos contendo funções oxigenadas suplem. etc.	21.419	0,5%	2.275	0,2%
Outros compostos heterocíclicos ciclo triazina, com cloro em ligação covalente	21.331	0,5%	15.336	1,2%
Outros derivados nitroalogenados dos hidrocarbonetos	20.457	0,4%	469	0,0%
1,1,1,2-tetrafluoretano	20.337	0,4%	5.195	0,4%
Outros éteres de celulose, em formas primárias	20.083	0,4%	3.512	0,3%

Continua

Continuação

Produto	US\$ FOB		Volume (toneladas)	
Clorodifluormetano	19.886	0,4%	12.927	1,0%
Outras amidas acíclicas, seus derivados e sais	19.516	0,4%	2.530	0,2%
Cetoprofeno	18.882	0,4%	20	0,0%
Outros aminoálcoois-fenóis, aminoácidos-fenóis etc. contendo funções oxigenadas	18.595	0,4%	2.659	0,2%
Propilenoglicol (propano-1,2-diol)	18.173	0,4%	14.596	1,1%
Outros álcoois dióis, não saturados	18.101	0,4%	11.014	0,9%
Outros compostos de função nitrila	18.086	0,4%	1.036	0,1%
Ivermectina	17.872	0,4%	37	0,0%
Outros ácidos graxos monocarboxílicos indais e óleos ácidos de refinação	17.836	0,4%	16.233	1,3%
Outros ácidos carboxílicos de função aldeído ou cetona etc.	17.030	0,4%	512	0,0%
Outros álcoois ciclânicos, ciclênicos e cicloterpênicos	17.025	0,4%	2.494	0,2%
Clorotalonil	16.873	0,4%	2.284	0,2%
Outros epóxidos, epoxiálcoois etc. com três átomos no ciclo	16.788	0,4%	1.374	0,1%
Sais de alprazolam, camazepam, clonazepam, clorazepato etc.	16.682	0,4%	304	0,0%
Outros corantes a cuba e suas preparações	16.642	0,4%	3.596	0,3%
Aspartame	16.541	0,4%	955	0,1%
Carboximetilcelulose com teor >=75%, em formas primárias	16.344	0,4%	4.462	0,3%
Ortoftalatos de dioctila	16.141	0,3%	11.764	0,9%
Outros ácidos nucleicos, seus sais de construção química não definida	16.069	0,3%	92	0,0%
Outros compostos heterocíclicos, com ciclos oxazina	15.856	0,3%	916	0,1%
Álcool isopropílico (propan-2-OL)	15.755	0,3%	17.037	1,3%
Total	4.620.072	100,0%	1.291.612	100,0%

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

Em relação ao breu/colofônio, usado como insumo no preparo de tintas de impressão, vernizes, adesivos (colas) etc., foram identificadas nove empresas produtoras no país, em 2009, com capacidade instalada total de 90.900 t/a e importações de 94.983 toneladas. Há projeto de ampliação da planta da Resinas Yser de 12 mil t/a para 25 mil t/a.

Tabela 15 | Capacidade instalada de breu/colofônio (2009)

Empresa produtora	UF	Capacidade instalada (t/a)
Breuquímica	SP	6.000
Esquipar	PR	7.200
Harima	PR	11.000
Resinas Brasil	SP	16.000
Resinas Tropicais	MG	16.000
Resinas Yser*	PR	12.000
Resitec	SC	n.d.
Roveda	SC	8.300
Socer Brasil	SP	14.400

Fonte: Abiquim (2010b).

* Multipropósito.

O ácido 2,4-diclorofenoxiacético é um herbicida utilizado no controle de ervas daninhas. É o herbicida mais utilizado no mundo e também uma importante auxina sintética, frequentemente utilizada em pesquisa de plantas em laboratórios. A produção doméstica cabe a uma única empresa, a Milenia, com capacidade instalada de 5 mil t/a, enquanto a importação, em 2009, foi de 11.633 toneladas.

Os demais produtos passíveis de identificação são principalmente destinados à indústria farmacêutica.

Síntese

A análise simplificada dos principais produtos químicos importados em 2009, resumida na Tabela 16, permite afirmar que, apesar do expressivo déficit da balança comercial da indústria química, poucos produtos respondem por uma parcela significativa das importações realizadas. Os investimentos identificados pela Abiquim (2010b), mesmo com a pouco expressiva adição de capacidade que resultará, já deixam claro que é possível uma significativa redução do déficit comercial da indústria com investimentos em um conjunto reduzido de produtos.

Tabela 16 | Capacidade instalada, adição de capacidade e importações para um conjunto selecionado de produtos químicos

	Capacidade instalada (t/a) (1)	Adição de capacidade até 2014 (t/a) (2)	Capacidade total projetada (3)=(1)+(2)	Importações t (2009) (4)	Saldo (5)=(3)-(4)
<i>Intermediários para fertilizantes</i>					
Ureia	1.719.000	2.109.000	3.828.000	1.940.113	1.887.887
Cloreto de potássio	864.540	1.200.000	2.064.540	3.416.866	-1.352.326
<i>Resinas termoplásticas</i>					
PEAD	2.080.000	430.000	2.510.000	205.835	2.304.165
PVC	810.000	270.000	1.080.000	285.051	794.949
PET	842.500	1.050.000	1.892.500	146.000	1.746.500
PP	1.915.000	1.425.000	3.340.000	124.465	3.215.535
SAP	43.160	62.400	105.560	58.604	46.956
PEBDL	1.380.000	430.000	1.810.000	77.296	1.732.704
Poliamida 6 e 6.6.	60.750	n.d.	n.d.	39.210	n.d.
<i>Outros químicos orgânicos</i>					
Pigmentos orgânicos	14.620	n.d.	n.d.	9.672	n.d.
Corantes reativos	1.770	n.d.	n.d.	9.441	n.d.
Negro de fumo	482.000	n.d.	n.d.	41.000	n.d.
Ácido acético	62.000	n.d.	n.d.	96.500	n.d.
Breu/colofônio	90.900	13.000	103.900	94.983	8.917
2,4-diclorofenoxiacético	5.000	n.d.	n.d.	11.633	n.d.

Fonte: Abiquim (2010b).

Se, ao lado da perspectiva de redução das importações por meio de substituição por produção doméstica, fosse também considerado o potencial dos novos investimentos em termos de capacidade produtiva destinada à exportação, seria possível ter um cenário ainda mais otimista em termos da balança comercial da indústria química, mesmo com as perspectivas de crescimento da economia brasileira.

A Tabela 17 resume o *ranking* dos 20 principais produtos importados em 1999, 2008 e 2009 – o ano de 2008 foi incluído em função da particularidade de 2009 frente à crise –, como percentagem das importações totais da indústria química. O destaque fica por conta de produtos que são intermediários para fertilizantes, outros produtos orgânicos, produtos farmacêuticos e resinas termoplásticas, embora sobressaíam também alguns fungicidas e inseticidas (defensivos agrícolas) que não eram importados

Tabela 17 | Os 20 produtos químicos mais importados pela indústria brasileira (2009)

Produto	Grupo	1999	2008	2009
Cloreto de potássio	Intermediários para fertilizantes	5,1%	11,0%	8,0%
Medicamentos com compostos heterocíclicos de heteroátomos de nitrogênio em doses	Medicamentos para uso humano	1,4%	1,4%	2,1%
Ureia	Intermediários para fertilizantes	0,9%	3,5%	2,0%
Fungicidas apresentados de outro modo	Desinfetantes domissanitários	-	1,0%	1,6%
Inseticidas apresentados de outro modo	Defensivos agrícolas	-	0,8%	1,4%
Bevacizumab (dci); daclizumab (dci); etanercept (dci); gemtuzumab (dci)-ozogamicin(dci); oprelvekin (dci); rituximab (dci); trastuzumab (dci)	Medicamentos para uso humano	-	0,7%	1,4%
Frações do sangue, prod. imunol. modif. (medicamentos)	Medicamentos para uso humano	0,1%	0,9%	1,4%
Ácido tereftálico e seus sais	Intermediários para plastificantes, resinas e fibras	0,1%	1,3%	1,3%
Medicamentos contendo produtos para fins terapêuticos etc. em doses	Medicamentos para uso humano	4,6%	1,0%	1,2%
Medicamento c/altretamina; bortezomib; dacarbazina; disoproxilfumarato de tenofovir; enfuvirtida; fluspirileno; letrozol; lopinavir; mesilato de imatinib; nelfinavir ou seu mesilato; nevirapine; pemetrexed; saquinavir; sulfato de abacavir; sulfato de ataz	Medicamentos para uso humano	0,3%	0,8%	1,2%
Hidróxido de sódio em solução aquosa (lixívia soda cáustica)	Cloro e álcalis	0,3%	1,0%	1,1%
Diidrogeno-ortofosfato de amônio, incl. mist. hidrogen etc.	Intermediários para fertilizantes	2,1%	3,3%	1,1%
Compostos heterocíclicos com 1 ciclo triazol não condensado	Produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente	-	0,6%	1,0%
Medicamentos com compostos heterocíclicos etc. em doses	Medicamentos para uso humano	0,3%	0,7%	0,9%
Polietilenos sem carga, $d \geq 0,94$,	Resinas termoplásticas	0,2%	0,7%	0,9%
Polímeros de etileno	Resinas termoplásticas	0,1%	0,9%	0,9%
Outros (reagentes de diagnóstico/laboratório, em suporte/preparos)	Produtos químicos não especificados anteriormente	-	0,6%	0,9%
Glifosato e seu sal de monoisopropilamina	Defensivos agrícolas	0,4%	0,4%	0,9%
Fio texturizado de poliésteres	Fibras artificiais e sintéticas	0,0%	0,6%	0,8%
Policloreto de vinila, obt. proc. suspensão, forma primária	Resinas termoplásticas	0,3%	1,0%	0,8%
Total		16,5%	32,2%	30,9%

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Aliceweb/Secex.

no ano de 1999, mas que passaram a compor a pauta de importação brasileira nos últimos dois anos, provavelmente em função do crescimento do agronegócio, destacando-se o glifosato – herbicida de amplo espectro, com ampla utilização. De forma similar, sobressaem intermediários para fibras como o ácido tereftálico (PTA), cujas importações foram de 1,3% do total da indústria química, em 2009, e o hidróxido de sódio (soda cáustica), usado em diversas indústrias.

Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo identificar os principais segmentos que contribuem para o elevado déficit da balança comercial da indústria química e proporcionar uma base para a futura apresentação de medidas de reversão do papel deficitário dessa indústria, por meio do estímulo à ampliação de investimentos que possibilitem substituição de importações por produção nacional e gerem excedentes exportáveis.

Após a identificação dos principais produtos químicos importados e dos produtores nacionais, sejam estes produtores potenciais ou que já fabriquem esses produtos, é possível estruturar um plano de incentivos para a produção química nacional. Também é importante identificar as razões das limitações da produção nacional, de modo a incentivar os setores cujas limitações sejam possíveis de serem contornadas.

A dependência da importação de intermediários para fertilizantes é de natureza estrutural, decorrente da expansão da demanda pelo crescimento agrícola em níveis muito superiores à oferta doméstica, em virtude da ausência de investimentos expressivos. Os investimentos previstos no setor ainda serão insuficientes para atender à demanda, mas permitirão algum alívio temporário do déficit da indústria. No caso de outros produtos químicos orgânicos, depara-se com um universo de produtos com as mais diversas finalidades. Em alguns casos, há limitação de oferta de produto por conta da indisponibilidade de matérias-primas locais. No entanto, é possível identificar alguns produtos nos quais a produção pode ser incentivada, contribuindo para a redução do déficit e a estruturação de importantes cadeias produtivas no país. Por fim, cabe agregar aspectos de preços e câmbio, no caso de *commodities*, como as resinas termoplásticas, que afetam tanto as importações quanto as exportações, cujo equaciona-

mento dependerá da ampliação da oferta e de uma estratégia mais ampla de negociações ao longo da cadeia.

A descoberta do pré-sal e suas perspectivas, ainda que envolvam prazos mais longos, permitirão ampliação quantitativa e qualitativa dos investimentos. Dessa forma, outros segmentos da química orgânica e inorgânica, hoje supridos basicamente por importações, passarão a ser incluídos e serão capazes de promover a efetiva ampliação e diversificação do parque produtivo químico brasileiro.

Apesar de a indústria química brasileira ocupar posição representativa no *ranking* mundial, tem hoje amplitude reduzida e um leque relativamente pequeno de produtos e subcadeias químicas frente ao padrão altamente diversificado da indústria mundial, em especial nas economias desenvolvidas. A maior parte da produção química brasileira está concentrada em produtos petroquímicos básicos e de segunda geração, principalmente resinas termoplásticas. Na maioria dos demais segmentos, a produção doméstica não é significativa e a demanda interna é atendida majoritariamente por importações, com destaque para os intermediários para fertilizantes, farmacêuticos, outros produtos orgânicos e mesmo algumas resinas produzidas no país.

No entanto, conforme ficou evidenciado, poucos produtos respondem por parcela expressiva das importações, de forma que investimentos em poucos produtos (como cloreto de potássio e ureia), em resinas ou em algumas cadeias produtivas, como a de acrílicos, permitiriam significativa redução do déficit comercial da indústria química.

Referências

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. *Relatório anual do SDI* (Sistema Dinâmico de Informações Estatísticas), São Paulo, ano 13, n. 2, 2008.

———. *Relatório de estatísticas de comércio exterior (Rece)*, São Paulo, out. 2009.

———. *Relatório de acompanhamento conjuntural (RAC)*, São Paulo, jan. 2010. Abiquim, 2010a.

———. *Anuário da Indústria Química Brasileira, 2009*. Abiquim, 2010b.

———. *Pacto Nacional da Indústria Química*. São Paulo, jun. 2010, Abiquim, 2010c.

BARRAL, Welber. *Cenário das exportações de manufaturados*. MDIC-Secex, 2010.

BASTOS, Valéria Delgado; COSTA, Leticia Magalhães. Perspectivas do Investimento 2010-2013: indústria química brasileira. In: *Perspectivas do Investimento 2010-2013*, APE, BNDES, texto concluído em fevereiro de 2010 (inédito).

BOLETIM FOCUS/BCB. Brasília: Banco Central do Brasil, 2.7.2010.

CHEMICAL WEEK, 12.4.2010. Disponível em: <http://www.chemweek.com>.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Carta IEDI n° 416*, 26.5.2010.

NAKANO, Yoshiaki, Ameaça do crescente déficit em transações correntes. *Valor Econômico*, 9.3.2010.

PINHEIRO, Eloan dos S. *et al.* Identificação de oportunidades de investimentos no setor de fármacos: lista tentativa de farmoquímicos e introdução à eleição de uma política para fitoterápicos e fitofármacos. Cepal/Ipea, 2005. Disponível em: <www.eclac.org/publicaciones/xml/.../LCBRSR153FarmacosEloanGilbert.pdf> Acesso em: 6.7.2010.

QUIMAX REPORT. *The Quimax Montly Report*, n. 36, 28.4.2010.

Site consultado

www.abiquim.org.br.

Cadeia de suprimentos: o papel dos provedores de serviços logísticos

Silvia Maria Guidolin
Dulce Corrêa Monteiro Filha*

Resumo

A eficiência na gestão da cadeia de suprimentos é fonte de vantagem competitiva para muitas empresas, que alcançaram custos menores e maior qualidade nos produtos e serviços. Nesse sentido, a gestão logística tem papel fundamental e pode ser realizada internamente ou por meio de parcerias com empresas especializadas – os provedores de serviços logísticos (PSL). No Brasil, a indústria de PSL tem grande potencial de crescimento. O percentual de atividades logísticas terceirizadas tende a crescer, principalmente as mais sofisticadas. Para atender a esse mercado, os PSL precisam desenvolver competências para prover soluções logísticas em vez de serviços logísticos isolados. A expansão da indústria de PSL pode ter transbordamentos importantes para a economia, como o

* Economistas do Departamento de Bens de Consumo, Comércio e Serviços da Área Industrial do BNDES. As autoras agradecem a João Paulo Martin Faleiros pelas contribuições, com dados e informações sobre os provedores de serviços logísticos. Agradecem também a colaboração de Bruno Marques Santana pelo esforço na busca e na organização das informações.

desenvolvimento simultâneo e integrado à indústria de *softwares*, o estímulo à indústria a montante por meio dos investimentos e a ampliação do acesso de empresas de diferentes portes a serviços e soluções logísticas melhores e a custos mais competitivos.

Introdução

A gestão adequada da cadeia de suprimentos é, reconhecidamente, um fator de competitividade e diferenciação das empresas líderes. Essas empresas conseguem reduzir custos, otimizando os processos ao longo da cadeia, e alcançam níveis mais elevados de serviço ao cliente, diferenciando-se de seus concorrentes no mercado. Para construir essa vantagem competitiva, a gestão logística tem papel fundamental. Muitas empresas desenvolveram essa competência internamente, investindo em soluções para melhorar o fluxo dos seus produtos até o cliente final.

A gestão logística, no entanto, também pode ser realizada pelos provedores de serviços logísticos, que executam desde atividades específicas, como transporte e armazenagem, até as mais complexas, como o desenvolvimento de projetos e soluções de gestão da cadeia de suprimentos. Essas empresas constituem a indústria de provedores de serviços logísticos (PSL). O objetivo deste trabalho é discutir o papel da indústria de PSL, tendo em vista a crescente importância da gestão da cadeia de suprimentos, bem como analisar sua perspectiva de crescimento no Brasil.

O potencial de desenvolvimento da indústria de PSL no Brasil é muito grande, dado que o nível de terceirização das atividades logísticas mais complexas ainda é baixo. Para explorar esse mercado, os PSL precisam melhorar suas competências, realizando atividades com maior valor agregado e oferecendo soluções logísticas para seus clientes.

Nesse sentido, os PSL podem contribuir significativamente para o aumento da competitividade das cadeias produtivas nacionais, ampliando o acesso de empresas de diversos portes a serviços e soluções logísticas melhores e a custos mais competitivos. O desenvolvimento dessa indústria contribui para a redução de uma parte do “custo Brasil”, uma vez que as empresas passam a diminuir os gastos com logística e melhorar sua eficiência. Além disso, a indústria de PSL impulsiona os segmentos a montante, na medida em que realiza investimentos importantes em transportes, armazéns, equipamentos e *softwares*.

Para efetuar a análise proposta, este trabalho divide-se em seis seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, são apresentados os principais conceitos que envolvem a logística nas empresas – a logística integrada e a gestão da cadeia de suprimentos, incluindo a análise estratégica necessária para o desenho de uma cadeia de suprimentos mais adequada às condições de oferta e demanda. Tendo em vista a importância decisiva das tecnologias para a melhoria dos processos, a terceira seção faz uma revisão dos *softwares* e *hardwares* necessários ao desempenho eficiente das atividades logísticas. A quarta seção aborda o tema da terceirização na logística, que abre espaço para a discussão do desenvolvimento da indústria de provedores de serviços logísticos. A quinta seção traz um panorama da indústria mundial de PSL, bem como a análise dos dados disponíveis sobre o Brasil. A sexta e última seção apresenta as conclusões do trabalho.

Logística empresarial: principais conceitos

A logística sempre esteve presente nas empresas pela necessidade de estoque, armazenagem e transporte. Contudo, foi apenas após os anos 1950 que as atividades logísticas passaram a receber mais atenção, com a introdução da abordagem de custo total e a necessidade de melhorar e ampliar os canais de distribuição. Até então, os benefícios da melhoria das atividades logísticas não eram percebidos, pois essas atividades eram consideradas acessórias à produção e tratadas de forma fragmentada. Nos anos 1980, os conceitos *kanban* e *just-in-time* (JIT),¹ introduzidos pelo modelo Toyota, geraram maior integração das funções logísticas ao processo de produção.

Pelo aspecto conceitual, as funções logísticas são áreas tradicionais de especialização logística que contribuem para o alto desempenho operacional das empresas. Bowersox e Closs (2010) listam cinco funções logísticas:

- **Projeto de rede:** realizado para determinar a localização e a quantidade de instalações necessárias aos processos logísticos, tais como onde serão processados os pedidos, onde devem ficar os estoques intermediários para a produção, o recebimento de mercadorias e a expedição. As melhores escolhas no projeto de rede contribuem

¹ JIT: produzir apenas o que é necessário, evitando assim o desperdício. *Kanban*: etiquetas ou demarcações utilizadas nas fábricas que orientam o fornecimento de insumos, partes e peças, de modo a atender à demanda de produção (regula o fluxo do JIT).

para alcançar maior eficiência logística, mas o projeto também deve ser passível de revisão para atender a mudanças nas demandas de clientes, na produção etc.

- **Informação:** permite o planejamento adequado dos processos, o que evita erros como estoques desnecessários, atrasos em pedidos ou falta de matérias-primas.
- **Transporte:** a escolha da forma de movimentação das mercadorias envolve uma avaliação dos custos, da velocidade e da consistência do transporte. Custo e velocidade estão, em geral, inversamente relacionados, pois os meios mais rápidos costumam ser os mais caros. Contudo, a decisão deve avaliar o *custo total do sistema*, que abrange, além dos custos dos meios de transporte utilizados, as despesas relacionadas ao gerenciamento e à manutenção do estoque em trânsito.² Já a consistência do transporte refere-se à variação de tempo que ocorre num determinado fluxo de carga e que pode gerar incertezas para o planejamento da empresa na produção e na entrega dos pedidos.³ À medida que as tecnologias de informação e comunicação (TIC) melhoraram as condições de monitoramento das cargas, o foco voltou-se para a busca de serviços mais rápidos, sem prejudicar a consistência do transporte.
- **Gestão de estoque:** envolve desde materiais e componentes até produtos acabados, sendo que cada tipo e nível devem ser avaliados segundo o custo total. A boa gestão de estoques pode construir uma vantagem competitiva para a empresa, buscando o equilíbrio entre o nível de serviço ao cliente desejado e o custo logístico total.
- **Armazenagem, manuseio de materiais e embalagem:**
 - A armazenagem de estoques pode ocorrer em diferentes etapas da produção, sendo que muitas tarefas importantes são executadas na armazenagem, como separação de pedidos, consolidação de cargas ou ainda modificação e montagem de produtos;

² Além das despesas com seguros, controles etc., a movimentação das cargas também leva em consideração as despesas com impostos de circulação de mercadorias, de importação e de exportação, que frequentemente levam a mudanças de rota e ampliam trajetos para a obtenção de benefícios fiscais.

³ Por exemplo: o trajeto de A até B demora, em média, dois dias. Se o tempo desse trajeto, na prática, desvia-se muito dessa média (variância elevada), diversos problemas para o planejamento de fornecedores e clientes podem ser desencadeados.

- O manuseio de materiais está presente em diferentes etapas, por isso sua realização de modo insatisfatório pode danificar os produtos e gerar prejuízos. Atualmente, existem muitas tecnologias disponíveis para a automação dessas tarefas, dado que, quanto menor a manipulação dos produtos, menores as chances de avarias e maior a eficiência dos processos;
- A escolha adequada das embalagens deve proteger os produtos e permitir o agrupamento de várias unidades de um mesmo produto para facilitar seu manuseio. Além disso, pode facilitar a movimentação e o agrupamento de produtos diferentes para atender aos carregamentos para lojas e clientes.

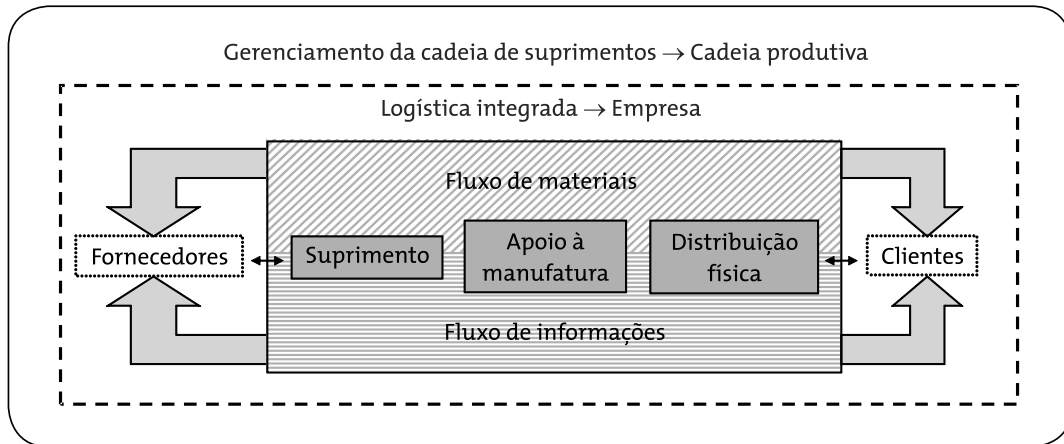
Os avanços tecnológicos ampliaram a aplicação de instrumentos nas atividades logísticas (*softwares e hardwares*), gerando melhoria dos processos. Com isso, o escopo de aplicação das melhorias nas atividades logísticas também evoluiu, passando da visão de administração da distribuição física (anos 1960), para logística integrada (1980) e gestão da cadeia de suprimentos (anos 2000).

Logística integrada

Segundo Bowersox e Closs (2010), as funções logísticas são combinadas em três áreas operacionais: distribuição física, apoio à manufatura e suprimento. Com a integração, deve-se obter a coordenação dos fluxos de materiais e de informações nessas áreas. A logística integrada refere-se, dessa forma, à articulação das atividades logísticas internas à empresa e diferencia-se do conceito de gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain management*), que trata das relações que articulam toda a cadeia, dos fornecedores até os clientes finais, conforme ilustra a Figura 1.

O fluxo de materiais (identificado na Figura 1 pelas linhas diagonais) começa com os insumos enviados pelos fornecedores e termina com os produtos processados entregues ao cliente. Os insumos necessários ao processo produtivo são de responsabilidade da área de suprimentos, que envolve todas as operações de entrada – compras, recebimento de materiais, separação ou montagem. A área de apoio à manufatura gerencia o estoque necessário ao processo produtivo, de modo que a logística deve fazer parte do planejamento da produção para poder disponibilizar materiais, componentes e estoques adequadamente. A distribuição física

Figura 1 | Esquema conceitual de integração logística e gestão da cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2010, p. 44 e 99).

é responsável pela eficiência do canal de *marketing*,⁴ fazendo chegar o produto até o cliente, de acordo com as condições previamente estabelecidas. Essa área é a de maior incerteza, pois precisa conciliar a demanda dos clientes com a produção. Conforme destacam Bowersox e Closs (2010, p. 45), “os sistemas de distribuição física têm uma característica comum: vinculam fabricantes, atacadistas e varejistas em canais de *marketing*”. As três áreas da logística muitas vezes se sobrepõem, mas sua segmentação permite identificar com mais clareza as responsabilidades e atribuições, melhorando todo o processo logístico.

De acordo com a logística integrada, o fluxo de informações (Figura 1: linhas horizontais) deve acompanhar todo o fluxo de materiais, identificando os pontos do sistema nos quais se precisa atender a alguma necessidade, mas não se encerra nisso. De acordo com Bowersox e Closs (2010), o fluxo de informações pode se dividir em dois tipos: fluxo de coordenação e planejamento e fluxo operacional. O primeiro é a base do desenvolvimento do sistema logístico, pois determina os objetivos a serem alcançados, as necessidades em cada etapa do processo e as projeções que irão orientar as atividades logísticas. Já o fluxo operacional fornece as informações detalhadas das operações em cada etapa do processo de suprimento, produção e distribuição. Dessa forma, desde as compras de insumos dos fornecedores até a distribuição ao cliente, deve

⁴ O canal de *marketing* é o conjunto de todos os agentes que transacionam uma mercadoria, desde o fornecedor inicial até que ela chegue ao consumidor final.

haver articulação dos fluxos de materiais e de informações, permitindo a integração da logística interna da empresa.

Essa integração interna, embora não seja suficiente para garantir a vantagem competitiva das empresas em termos logísticos, é um primeiro e importante passo para avançar para sistemas mais completos, como a gestão da cadeia de suprimentos. Contudo, mesmo a implementação da logística integrada não é um processo simples. Bowersox e Closs (2010) apontam algumas barreiras enfrentadas pelas empresas. As que têm estruturas organizacionais baseadas em divisão rígida e hierarquia podem ter mais dificuldade para implementar a coordenação interfuncional necessária à integração logística. Nessas empresas, os executivos são avaliados e recompensados pelo exercício de suas funções, de modo que prevalece a visão de que se deve executar cada função de forma excelente e independente para se obter o melhor resultado.

Na integração logística, a visão deve ser de cada função como parte de um processo interdependente, que é avaliado pelo resultado final. O descompasso entre as diferentes funções logísticas presentes em diferentes divisões da empresa pode gerar custos elevados.⁵ A tecnologia de informação é essencial para a integração logística, mas também precisa ser repensada no conceito interfuncional, pois, em geral, os sistemas refletem a estrutura da empresa. Atualmente, há uma ampla gama de *hardwares* e *softwares*⁶ capazes de permitir a integração interna da empresa e dela com seus clientes e fornecedores, na medida em que são incorporadas novas competências logísticas.

Gestão da cadeia de suprimentos

Segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP),⁷ o conceito de *gestão da cadeia de suprimentos* engloba o

⁵ Um exemplo é o descasamento das áreas de *marketing* e de compras. Enquanto a primeira quer atender a todas as especificações dos clientes (cores de tecidos, por exemplo) para aumentar as vendas, a segunda quer realizar as compras pelo menor preço. O resultado é a aquisição de matérias-primas em volumes elevados para atender a poucos pedidos, gerando acúmulo de estoques.

⁶ A seção “Tecnologias de informação aplicadas à logística” apresenta um panorama das principais ferramentas.

⁷ Fundado em 1963 como National Council of Physical Distribution Management (NCPDM), o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), sediado nos Estados Unidos, é uma das mais antigas instituições de pesquisa em logística. Adota definições amplamente aceitas atualmente dos conceitos de *supply chain management* e *logistics management*, seus limites e relacionamentos.

planejamento e a gestão de todas as atividades envolvidas na administração de contratos com fornecedores, transformação e todas as atividades de gestão de logística. Inclui também a coordenação e a colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços terceirizados e clientes. Em essência, a gestão da cadeia de suprimentos integra a gestão da oferta e da demanda dentro e entre empresas.

O CSCMP ressalta ainda que a gestão da cadeia de suprimentos é uma função integradora, com responsabilidade primordial para a ligação das principais funções e processos de negócios dentro e entre empresas, por meio de um modelo de negócio coerente e de alto desempenho. Inclui todas as atividades de gestão logística, bem como operações de fabricação, e conduz à coordenação dos processos e atividades de *marketing*, vendas, *design* de produto, finanças e tecnologia da informação.

Como destacam Figueiredo e Arkader (2009), a gestão da cadeia de suprimentos em sua totalidade pode proporcionar uma série de maneiras pelas quais é possível aumentar a produtividade e, em consequência, contribuir significativamente para a redução de custos, assim como identificar formas de agregar valor aos produtos.

Nesse sentido, a logística tem papel fundamental, pois é responsável pelos fluxos que passam pela cadeia. Na definição do CSCMP, a gestão logística é a parte da gestão da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla de modo eficiente o fluxo para frente e para trás e a armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de satisfazer a exigências de clientes.

As atividades de gestão logística incluem, tipicamente, gerenciamento de transporte encadeado para dentro e para fora, gestão de frota, armazenagem, manuseio de materiais, atendimento de pedidos, *design* de rede logística, administração de estoque, planejamento de suprimento/demanda e gestão de provedores de serviços logísticos terceirizados. Em graus variados, a função logística também inclui administração de contratos com fornecedores, planejamento e programação da produção, empacotamento e montagem e atendimento ao cliente. Ela está envolvida em todos os níveis de planejamento e execução – estratégico, operacional e tático. A gestão logística também é uma função integradora, que coordena e otimiza todas as atividades logísticas.

A gestão da cadeia de suprimentos é mais abrangente que a gestão logística, pois envolve aspectos de liderança, cooperação e relacionamento entre os agentes da cadeia; desenho da estrutura de fornecimento, que inclui a definição do papel a ser desempenhado por cada agente da cadeia (produção e serviços a serem executados); orientação estratégica e objetivos a serem alcançados. A gestão logística atua, em diferentes níveis de complexidade, na coordenação dos fluxos que passam pela cadeia de suprimentos, contribuindo para a efetividade de sua implementação.

A implementação de um modelo de gestão da cadeia de suprimentos começa por entender a empresa como parte do canal de *marketing* (ou canal de distribuição; para definição, ver nota 3). Estabelecer um canal de *marketing* estruturado envolve grande esforço de planejamento e negociação, para obter bons resultados econômicos e de relacionamento entre os agentes que participam do canal. O planejamento conjunto e o compartilhamento de informação permitem que se reduzam o trabalho duplicado e os custos dos processos. A gestão de estoque deixa a perspectiva exclusiva da empresa e passa a ser vista na perspectiva do canal. Ao mesmo tempo, a cooperação entre os agentes reduz o risco dos processos e aumenta a eficiência. Assim, cada participante é visto como detentor de uma competência central e com ela contribui para o aumento da competitividade do canal.

Contudo, deve-se ter em conta que os agentes têm diferentes níveis de interesse no sucesso do canal de *marketing*. Bowersox e Closs (2010) agrupam os participantes em dois tipos principais:

- i) o participante primário é uma empresa que participa ativamente, pois tem responsabilidade sobre os estoques e assume os riscos financeiros das transações, como indústrias, atacadistas e varejistas;
- ii) o participante especializado é uma empresa que presta serviços aos participantes primários e, por isso, não assume os riscos das transações do canal, como são as transportadoras, agências de publicidade, seguradoras e representações.

O gerenciamento dos relacionamentos dentro do canal, segundo Bowersox e Closs (2010), envolve três aspectos importantes: risco, poder e liderança. Na medida em que assume uma função específica dentro do canal, um agente pode reduzir seu risco participando de outros canais nessa mesma função (participantes especializados). Já os participantes

primários, cujo risco no processo é maior, tendem a assumir papéis mais ativos para a viabilização do canal. Dentro do canal de *marketing*, o poder pode ser exercido em dois sentidos. No primeiro, a concentração recente do varejo e o crescente papel do contato com o consumidor estimularam essas empresas a *puxar* os demais agentes do canal (organização para trás).⁸ Por outro lado, as empresas industriais passaram a buscar alternativas de distribuição dos seus produtos, estabelecendo canais próprios ou organizando seus distribuidores (como as franquias), *empurrando* os demais agentes do canal (organização para frente). Frequentemente, a empresa que tem poder e interesse no desenvolvimento do canal será a que exercerá o papel de líder. Conforme destacam Bowersox e Closs (2010), o sucesso das relações no canal de *marketing* depende do exercício de uma liderança construtiva, que estimule a cooperação dos demais agentes envolvidos.

Um dos mecanismos para implementar essa liderança construtiva é por meio dos programas de desenvolvimento de fornecedores (PDF), nos quais compradores e fornecedores realizam esforços para melhorar o desempenho ou aumentar a capacidade dos fornecedores em uma ou mais áreas específicas, tais como qualidade, prazo de entrega, tecnologia de produtos ou processos e responsabilidade ambiental. Em pesquisa do instituto Ilos realizada com empresas entre as 1.000 maiores do Brasil e divulgada por Braga (2010), 48% das empresas já realizaram ou realizam um PDF. Esse grupo de empresas tem porte significativamente maior do que as empresas que não realizaram o PDF: duas vezes mais funcionários, três vezes mais pessoas no departamento de compras/suprimentos, três vezes mais itens diferentes comprados, duas vezes mais fornecedores e três vezes o valor médio de compras.

Considerando o perfil das empresas da amostra e os resultados das empresas que usam ou usaram PDF, destaca-se que no Brasil esses programas ainda são restritos a um grupo seleto de grandes empresas. Além disso, parte relevante das empresas iniciou o PDF nos últimos dois anos. Os objetivos mais citados para a implementação do PDF estão relacionados a resultados de curto prazo, como qualidade do produto, nível de serviço, custo e riscos de suprimento. Os resultados alcançados com o PDF foram considerados muito acima do esperado ou acima do esperado

⁸ Uma discussão sobre os desafios para o varejo no gerenciamento dos canais de *marketing* e do seu papel na organização da cadeia de valor pode ser encontrada em Guidolin *et al.* (2009).

por 46% das empresas, enquanto para 39% o resultado estava de acordo com as expectativas. Assim, pode-se afirmar que a avaliação dos resultados das empresas com os PDF foram bastante positivos. A percepção dos benefícios que podem ser alcançados pelos PDF também está presente nas empresas que ainda não os utilizam: 59% das empresas têm pretensão de conduzir um PDF e 54% pretendem implementá-lo em 2010. Apesar de a cooperação na cadeia de suprimentos ainda estar se iniciando nas empresas, percebe-se que elas estão mais conscientes dos benefícios de exercer a liderança de forma construtiva.

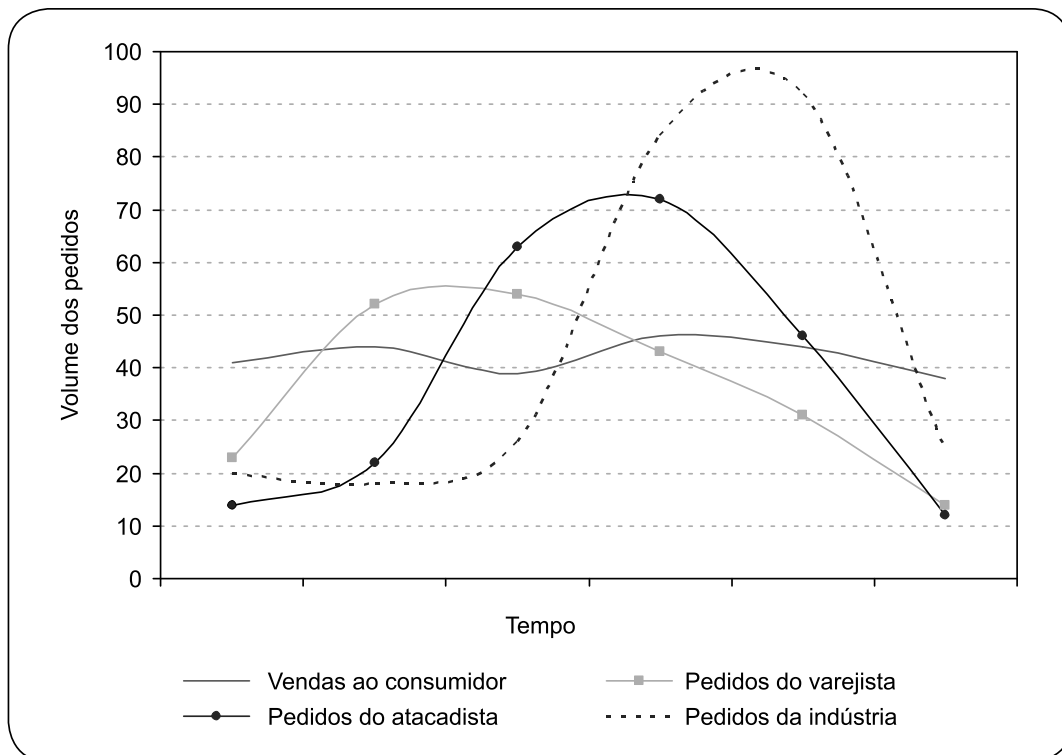
Estratégia de gestão da cadeia de suprimentos

Nos anos recentes, muitas empresas criaram vantagens competitivas com base na forma como planejam e gerenciam sua cadeia de suprimentos. As líderes do mercado global souberam inovar na forma de gerir fornecedores e na forma de distribuir seus produtos, respondendo com agilidade às mudanças na oferta de insumos e na demanda de seus produtos. Ainda que os resultados alcançados sejam mais amplos, o principal incentivo para os investimentos na gestão da cadeia de fornecimento é a redução de custos. Chase *et al.* (2006) afirmam que as empresas de uma mesma cadeia comportam-se como concorrentes e/ou praticam ações cujos resultados geram perdas para todos.

Um exemplo é a prática de um varejista de estocar produtos para o ano inteiro, aproveitando uma promoção programada da indústria. Para atender aos pedidos concentrados, a indústria passa a trabalhar em nível de capacidade irregular ao longo do ano, gerando o mesmo impacto em seus fornecedores. Ao mesmo tempo, o varejista tem de carregar os custos do estoque da mercadoria por todo o ano. O descasamento entre o comportamento da demanda do consumidor e dos pedidos ao longo da cadeia é frequente, gerando estoques desnecessários para todos os agentes. Esse é o chamado efeito chicote, que pode ser ilustrado no Gráfico 1. Segundo os autores, o efeito foi observado em empresas de diferentes setores: Campbell Soup, Procter & Gamble, Hewlett-Packard, IBM, Motorola, General Motors e Eli Lilly.

A Campbell Soup reduziu o problema do efeito chicote sobre suas vendas adotando um sistema de reposição contínua dos estoques dos fornecedores e trocou descontos promocionais pela política de “preços

Gráfico 1 | Crescimento da variabilidade dos pedidos ao longo da cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptado de Chase *et al.* (2006, p. 410).

baixos todo dia”. A empresa adotou um sistema de troca eletrônica de dados sobre as vendas e os estoques dos seus clientes. Com os dados obtidos, ela faz a previsão da demanda e programa o abastecimento dos clientes, que ganharam com a redução de estoques. Outra estratégia inovadora na gestão da cadeia de suprimentos foi da Dell, que mudou a cadeia tradicional do seu setor, passando a vender diretamente ao consumidor. Em vez de comprar um computador com configurações padronizadas, o cliente faz seu pedido pela internet, diretamente à Dell, de um computador com as configurações de *hardware* e *software* que ele deseja. Na cadeia para trás, a empresa conta com um sistema de parceria com seus fornecedores, que são avaliados e integrados por sistemas de TI.

Essas empresas criaram vantagens competitivas na gestão de sua cadeia de suprimentos, implantando modelos diferentes do padrão de mercado, mas adequados à demanda de seus produtos. Assim, a decisão sobre qual o melhor modelo para a cadeia de suprimentos precisa estar alinhada com a estratégia da empresa de posicionamento competitivo. Fisher (1997)

fez uma proposta de análise da demanda dos produtos de modo a auxiliar no desenho mais adequado da cadeia de suprimentos. As condições de demanda estão associadas a dois tipos de produtos, conforme a seguir:

- Produtos funcionais: atendem às necessidades básicas das pessoas, que não mudam muito ao longo do tempo. Por isso, têm demanda estável e ciclo de vida longo, mas a concorrência pressiona as margens de lucros;
- Produtos inovadores: são os produtos de margem mais elevada, com moda ou tecnologia. São produtos com ciclo de vida menor, sendo que os lucros são fortemente reduzidos com o aparecimento dos imitadores.

Lee (2002) incorporou à proposta de Fisher (1997) a análise da incerteza na oferta, que é caracterizada em dois tipos:

- Processo estável: quando o processo de produção e a base da tecnologia estão maduros, de modo que a base de oferta está bem estabelecida. A complexidade do processo tende a ser menor ou administrável. Desse modo, processos tendem a ser automatizados e os contratos, de longo prazo;
- Processo em desenvolvimento: quando o processo de produção e a base da tecnologia estão ainda nas fases iniciais de desenvolvimento e podem mudar rapidamente. Por isso, a base de oferta pode ser limitada e tende a não ser confiável, já que os processos podem sofrer quebras ou ter produtividade incerta.

O Quadro 1 apresenta um resumo das condições de incerteza na oferta e na demanda.

Com base nas condições de oferta e demanda, o autor elaborou uma estrutura que identifica quatro tipos de cadeias de suprimentos, conforme descrição a seguir. Com essa estrutura (ver Quadro 2), é possível analisar o desenho de cadeia de suprimento mais adequado e/ou minimizar as condições de incerteza dos produtos e da indústria para alcançar melhores resultados.

- Cadeia de suprimentos eficiente: utiliza estratégias focadas na maior eficiência em custos, eliminando atividades que não geram valor agregado e buscando economias de escala. Técnicas de otimização devem ser empregadas para a melhor utilização

Quadro 1 | Características de incerteza na oferta e na demanda

Características da demanda		Características da oferta	
Produtos funcionais	Produtos inovadores	Processo estável	Processo em desenvolvimento
Baixa incerteza da demanda	Elevada incerteza da demanda	Menores quebras	Vulnerável a quebras
Demanda mais previsível	Dificuldade de previsão	Produtividade estável e elevada	Produtividade baixa e variável
Demanda estável	Demanda variável	Menos problemas de qualidade	Potenciais problemas de qualidade
Longo ciclo de vida do produto	Vendas em curtas temporadas	Mais fontes de fornecimento	Fontes de fornecimento limitadas
Custo de estoques baixo	Custo de estoque elevado	Fornecedores confiáveis	Fornecedores não confiáveis
Margem de lucro baixa	Margem de lucro elevada	Menos mudanças de processos	Mais mudanças de processos
Baixa variedade de produto	Elevada variedade de produto	Menos restrições de capacidade	Potencial restrição de capacidade
Volumes elevados	Baixos volumes	Facilidade de <i>setup</i>	Dificuldade de <i>setup</i>
Baixos custos de quebra de estoque	Alto custo de quebra de estoque	Flexível	Rígida
Baixa obsolescência	Elevada obsolescência	Tempo de ciclo de produção confiável	Tempo de ciclo de produção variável

Fonte: Adaptado de Chase *et al.* (2006).

da capacidade de produção e distribuição. A transmissão de informação ao longo da cadeia de suprimentos deve ser da forma mais eficiente, precisa e econômica possível;

- Cadeia de suprimentos de proteção de riscos: utiliza estratégias focadas em agrupar e compartilhar recursos na cadeia de suprimentos, de forma que os riscos de uma quebra de oferta possam ser compartilhados. Um agente sozinho na cadeia de suprimentos pode ser vulnerável a quebras de oferta, mas, se existe uma fonte de oferta alternativa ou se recursos de fornecimento alternativos estão disponíveis, então o risco de quebra é reduzido. Exemplo: estoques de segurança de determinados componentes ou materiais compartilhados por empresas que

Quadro 2 | Estrutura de incerteza de Lee (2002): exemplos e tipos de cadeias de suprimento necessárias

		Incerteza da demanda	
		Baixa (produtos funcionais)	Alta (produtos inovadores)
Incerteza da oferta	Baixa (processo estável)	Supermercado, vestuário básico, alimentos, óleo e gás Cadeia de suprimento eficiente	Vestuário <i>fashion</i> , computadores; <i>e-commerce</i> Cadeia de suprimento de resposta rápida
	Alta (processo em desenvolvimento)	Energia hidrelétrica, alguns produtos alimentícios Cadeia de suprimento de proteção de riscos	Telecomunicações, computadores <i>high end*</i> , semicondutores Cadeia de suprimento ágil

Fonte: Adaptado de Chase *et al.* (2006).

*Computadores com elevada capacidade de processamento.

os utilizam. Nesses casos, a precisão de controle de estoques é muito importante, com informações em tempo real, para permitir o gerenciamento efetivo em custos e o deslocamento dos produtos entre os parceiros;

- Cadeia de suprimentos responsiva: utiliza estratégias focadas em ser responsivas e flexíveis às necessidades variadas e mutáveis dos consumidores. Para serem responsivas, as empresas precisam produzir sob encomenda (*build to order*) e usar processos de customização em massa como meios de atender às requisições específicas dos consumidores;
- Cadeia de suprimentos ágil: utiliza estratégias focadas em ser responsivas e flexíveis às necessidades dos consumidores, enquanto os riscos de escassez ou quebra são compensados por estoques e outros recursos de capacidade conjuntos. Essas cadeias de suprimentos têm, essencialmente, estratégias que combinam as forças das cadeias “responsiva” e “de proteção a riscos”. Elas são ágeis porque têm a habilidade de responder às demandas mutáveis, diversas e imprevisíveis dos consumidores, enquanto minimizam os riscos de quebra de oferta na cadeia a montante.

Um exemplo de gestão da cadeia de produção do tipo resposta rápida é o da espanhola Zara (grupo Inditex), que atua no setor têxtil de forma

verticalizada. Com mais de 450 lojas próprias, a Zara conseguiu reduzir estoques e, conseqüentemente, as liquidações, melhorando significativamente suas margens operacionais. Os gerentes de cada uma das lojas têm *handhelds* pelos quais mantêm atualizadas as informações sobre as vendas das lojas. Com isso, os estilistas têm rapidamente informações sobre mudanças na demanda e tendências, reduzindo a produção e o estoque dos produtos com menor vendagem. Outra estratégia adotada na gestão do estoque das fábricas é a compra de tecidos em apenas quatro cores, o que adia o processo de tingimento e estamparia até próximo da produção e evita acúmulo de tecidos não utilizados entre as diferentes coleções. Além dos ganhos na melhor gestão dos estoques ao longo da cadeia, a empresa também se tornou mais rápida no lançamento de moda. A Zara consegue entregar novos produtos em suas lojas em até seis semanas, enquanto os concorrentes precisam de cinco meses para lançar novas coleções. O resultado dessas inovações de processo e de organização da produção na cadeia de suprimentos foi o crescimento de 20% das vendas da empresa por mais de uma década e a liderança de rentabilidade no setor, com margem de lucro de 10%.

Tecnologias de informação aplicadas à logística

A tecnologia de informação, tanto por meio de sistemas de *software* quanto pelos *hardwares* utilizados, são fundamentais para o desenvolvimento da logística. Equipamentos como computadores de mão, etiquetagem e leitura de código de barras, identificadores por radiofrequência, rastreadores por satélite, entre diversos outros aparatos, contribuem muito para os ganhos de eficiência das atividades logísticas. Todos esses equipamentos, no entanto, dependem do processamento e da integração por meio de *softwares*, que permitem análise de dados, controles e projeções e geram informações para tomada de decisão.

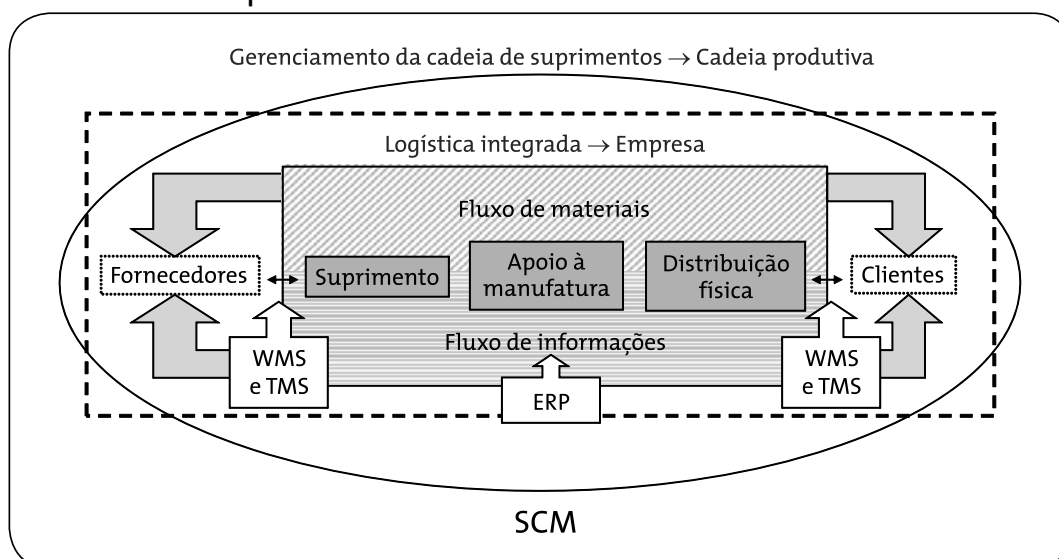
A administração da cadeia de suprimentos envolve a coordenação dos fluxos de materiais e de informações, tanto dentro quanto entre empresas, conforme abordado anteriormente. O fluxo de materiais abrange o movimento de mercadorias do fornecedor ao consumidor e o fluxo das informações, que inclui o fluxo financeiro, envolve transmissão ordenada de atualização de status de entrega, termos de crédito, agendamento de pagamentos e consentimento e acordos de títulos de propriedade.

As tecnologias da informação na cadeia de suprimentos para fins desta análise foram divididas em principais *softwares* (WMS, TMS, ERP, SCM e *softwares* de otimização e simulação), programas de resposta rápida (PRR), tecnologias disponíveis para processar pedidos e outros *softwares* e *hardwares* especiais.

Principais *softwares*

Na Figura 2, pode-se ver a utilização dos principais *softwares* que gerenciam a cadeia de suprimentos.

Figura 2 | Aplicação dos principais *softwares* na gestão da cadeia de suprimentos



Fonte: Elaboração dos autores.

Enterprise Resource Planning (ERP)

O ERP (planejamento de recursos empresariais) é um sistema integrado de gestão responsável pelo gerenciamento dos fluxos de informação internos e é o principal aplicativo de *software* empresarial no cenário mundial. O ERP tem um amplo conjunto de atividades suportadas por *software* de aplicação multimódulos, o qual auxilia um fabricante ou outras empresas a gerenciar as partes importantes de seus negócios, incluindo planejamento de produtos, compra de peças, manutenção de estoque, interação com fornecedores, fornecimento de serviços aos clientes e rastreamento de pedidos. O ERP também pode incluir módulos de aplicações para aspectos

financeiros e de recursos humanos de uma empresa. Normalmente, um sistema ERP utiliza ou é integrado a um sistema de banco de dados relacional (*relational database*). A organização de um sistema ERP pode envolver uma quantidade considerável de análise de processos comerciais, retreinamento de funcionários e novas rotinas de trabalho [Thing (2003)].

Warehouse Management System (WMS)

O WMS, ou sistema de gerenciamento de armazém, permite melhorar as operações de um armazém ou centro de distribuição, pois aumenta a precisão das informações de estoque, a velocidade e a qualidade das operações e a produtividade do pessoal e dos equipamentos do depósito. O WMS pode fornecer a rotação dirigida de estoques, diretivas inteligentes de separação de pedidos (*picking*), consolidação automática e registros de *cross-docking*,⁹ maximizando o uso do espaço dos armazéns. O sistema também dirige e otimiza a disposição de *put-away* (ou colocação no armazém), com base em informações de tempo real sobre o status do uso de prateleiras. Com o WMS, é possível implementar processos automatizados no armazém por meio de tecnologias de identificação, como código de barras e identificadores por radiofrequência, monitorando eficientemente o fluxo de produtos. Os WMS podem ser integrados a sistemas ERP, automatizando relatórios de inventários, pedidos e devoluções [Costa e Gobbo Jr. (2008)].

Transportation Management System (TMS)

O TMS, ou sistema de gerenciamento de transporte, permite controlar com rigor os pontos críticos do processo de transporte, como as negociações de frete, emissões de documentos legais, expedição das cargas, conferências dos documentos e acompanhamento do nível de prestação de serviço. Com isso, é possível reduzir custos da operação por meio do melhor aproveitamento dos recursos, levando em conta todos os itens da operação de transporte, como veículos, destinação, roteiro, seleção, classificação e avaliação de fornecedores.

Um TMS pode atender diferentes grupos de empresas: empresas de transporte (transportadoras, prestadores de serviços logísticos); empresas

⁹ Operação do sistema de distribuição na qual os produtos de um veículo são recebidos, separados e encaminhados para outro, sem necessitar de armazenagem.

que usam transporte próprio como apoio ao seu negócio; e empresas que utilizam transportes de terceiros. Como o *software* é composto de diversos módulos integrados, é possível combinar as funcionalidades mais adequadas ao perfil da empresa. A implantação de uma ferramenta de TMS precisa ser planejada. Na maioria das vezes, é necessário adequar os processos organizacionais da empresa para que os resultados esperados sejam atingidos de maneira otimizada [Intellog (2006)].

Supply Chain Management (SCM) e Supplier Relationship Management (SRM)

O SCM é um *software* de caráter estratégico cuja finalidade é otimizar o fluxo dos produtos, serviços e informações dos fornecedores de uma empresa aos seus clientes, enquanto o SRM auxilia o gerenciamento do relacionamento com os fornecedores. O SRM oferece soluções para a coleta e o acompanhamento de dados dos fornecedores, com o objetivo de otimizar o processo de suprimento e relacionamento. Ele é parte do fluxo de informações do SCM e incorpora as práticas de negócio da empresa, possibilitando uma comunicação eficiente com os fornecedores, que podem usar práticas e terminologias diferentes [Gutierrez e Alexandre (2005)].

Há dois tipos de *software* de SCM: aplicativos de planejamento e de execução. Aplicativos de planejamento usam algoritmos avançados para determinar a melhor maneira de preencher um pedido. Aplicativos de execução rastreiam o *status* físico das mercadorias, a administração de materiais e as informações financeiras envolvendo todas as partes. Destes, alguns se baseiam em modelos de dados abertos que suportam o compartilhamento de dados tanto dentro quanto fora da empresa (na cadeia produtiva). Esses dados compartilhados podem residir em diversos sistemas de banco de dados ou armazém de dados (*data warehouse*). Ao compartilhar esses dados acima (com fornecedores) e abaixo (com clientes), os aplicativos SCM têm potencial de reduzir o tempo de produção e distribuição dos produtos, reduzir custos e permitir que todos os membros da cadeia de suprimentos administrem de forma mais eficiente seus atuais recursos e planejem as futuras atividades [Thing (2003)].

Softwares de otimização e simulação

Os *softwares* de otimização e simulação também são importantes para as atividades logísticas, pois permitem resolver problemas (soluções de

organização da cadeia de suprimentos, planejamento de fluxos, melhor disposição de equipamentos e armazéns etc.). Eles fornecem informações para a tomada de decisão e podem estar integrados aos ERP. Alguns desses *softwares* estão exemplificados no Quadro 3.

Quadro 3 | Exemplo de *softwares* de otimização e simulação

<i>Software</i>	Funções
Business Process Management Systems (BPM)	Solução para automatização e modernização de processos, que permite projetar, organizar, executar, analisar e otimizar todos os processos ao longo do fluxo de produção.
Business Intelligence (BI)	Permite o acesso e a análise de dados, fornecendo informações de suporte à decisão.
Workflow	Gerencia e monitora processos de negócio, permitindo que o fluxo e as tarefas entre funcionários e/ou departamentos sejam definidos e rastreados. Auxilia a automatização de uma grande variedade de tarefas e o direcionamento eletrônico das informações para os funcionários de forma programada e eficaz.
Enterprise Cost Management (ECM)	<i>Software</i> de modelagem e análise de negócios que possibilita as análises financeiras das operações, explicando as causas dos custos e a rentabilidade por meio da análise de custos em cada etapa do ciclo de vida do produto.
Corporate Performance Management (CPM)	Monitora e provê informações sobre o ambiente de negócios e o ambiente regulatório.

Fontes: Gutierrez e Alexandre (2005) e aPriori (2010).

***Softwares e hardwares* de identificação/localização**

Os *softwares e hardwares* de identificação/localização são os instrumentos necessários para monitoramento, rastreamento, localização e identificação de produtos, materiais, equipamentos etc. Também fornecem soluções para a execução das atividades.

Software roteirizador

O *software* roteirizador funciona como um “plano de voo”, mostrando o que cada veículo/motorista deve fazer a cada dia, incluindo operações

do tipo *milk run*.¹⁰ Dessa forma, pode funcionar como um sistema de gerenciamento operacional (conhecido como “gestão de tráfego”). Pode também permitir definir – por meio de simulações – a melhor combinação de veículos (capacidade de carga), melhor localização de terminais, tamanho de frota, forma de pagamento ideal etc., tendo sempre em vista as funções-objetivo de minimização de tempo, quilometragem ou custo [BR express (2010)].

Hardwares de identificação

Com relação aos *hardwares*, cabe destacar o desenvolvimento de sistemas de identificação com base em código de barras, leitura ótica e RFID/CDRF.¹¹ Para a utilização de sistemas de RF (radiofrequência), são necessários equipamentos como controlador de rede, *gateways* de rede, antenas, *modem*, terminal, leitoras e impressoras especiais.

Hardware e software de rastreamento

Deve-se citar o Global Positioning System (GPS), que permite o uso de sistemas de localização imediata, por meio de computadores de bordo ou portáteis, conectados a satélites em diferentes órbitas terrestres. Os sistemas de rastreamento podem ser extremamente simples ou sofisticados, com sistemas de comunicação e registro de diálogos integrados com o GPS, ou podem ainda estar ligados a sistemas de alarme para a detecção de roubos de cargas rodoviárias.

O sistema de rastreamento utiliza dois equipamentos agregados: o GPS e o transmissor, que podem utilizar tecnologia celular GSM/GPRS ou um módulo RF. O rastreador funciona conforme programação da central de monitoramento e pode ser pré-programado em pacotes de posições. Caso seja preciso, o serviço pode ser customizado: pode haver bloqueio do veículo, trava e destrava do baú, controle das portas, botão de pânico, cerca eletrônica e outros serviços controlados pela central de rastreamento e pelo *software* de rastreamento ou diretamente pelo cliente. Além de rastrear, os equipamentos podem funcionar como localizador via satélite e bloqueador via satélite.

¹⁰ Consiste no planejamento de entregas e coletas em vários pontos, realizadas por um mesmo veículo, seguindo itinerário, horários e frequências predefinidos.

¹¹ RFID (Radio Frequency Identity) e CDRF (Coletor de Dados de Radiofrequência).

Programas de Resposta Rápida (PRR)

Empresas de menor porte têm possibilidade também de recorrer ao maior compartilhamento de informações com clientes e fornecedores utilizando os Programas de Resposta Rápida (PRR), que vêm sendo desenvolvidos desde os anos 2000. A principal vantagem dos PRR é o conhecimento que o fornecedor tem da demanda do cliente. No Quadro 4, podem-se verificar diversos PRR. Nas cadeias do tipo resposta rápida, esses *softwares* são muito relevantes, pois aceleram as respostas entre os agentes da cadeia e fornecem informações sobre os consumidores.

Quadro 4 | Exemplos de *softwares* de resposta rápida

PRR	Quem decide a reposição	Como decide a reposição	Propriedade dos estoques	Como o fornecedor utiliza os dados da demanda
QR	Cliente	Pela previsão de vendas. É independente do fornecedor.	Cliente	Aprimorar previsão de vendas e sincronização das operações.
CRP	Fornecedor	Com base na posição de estoque. O nível de reposição é decidido em conjunto.	Fornecedor/cliente	Atualizar posição de estoque e modificar nível de reposição em conjunto com o varejo.
ECR	Fornecedor	Com base na posição de estoque. O nível de reposição é decidido em conjunto.	Fornecedor/cliente	Atualizar posição de estoque e modificar nível de reposição em conjunto com o varejo.
CPFR	Fornecedor	Com base na posição de estoque. O nível de reposição é decidido em conjunto.	Fornecedor/cliente	Aprimorar previsão de vendas e sincronização das operações com participação do cliente.
VMI	Fornecedor	Com base na necessidade líquida projetada ($NL = PV - PE$ e $PE = EM + PPCNR$).	Fornecedor/cliente ou consignado	Gerar previsão de vendas e projetar necessidade líquida.
JIT II	In-plant	De acordo com o sistema de suporte à decisão do cliente.	Fornecedor/cliente	Aprimorar previsão de vendas e sincronização das operações.

Fonte: Wanke (2010).

Tecnologias para processar pedidos

No grupamento denominado tecnologias de informação para processar pedidos, englobam-se os *call centers* ou centrais de *telemarketing* e a internet/e-commerce/EDI. Um comparativo de tecnologias disponíveis para processar pedidos, que aparece no Quadro 5, mostra que o aumento de qualificação implica o aumento do investimento inicial, mas não o custo de operação.

Quadro 5 | Comparativo de tecnologias disponíveis para processar pedidos

Tecnologia	Velocidade	Custo de implementação/ manutenção	Consistência	Precisão
Manual	Lenta	Baixo	Pobre	Baixa
<i>Call center</i> ou central de <i>telemarketing</i>	Intermediária	Intermediário	Boa	Intermediária
Internet/ e-commerce/ EDI	Rápida	Investimento alto; custo operacional baixo	Excelente	Alta

Fonte: Elaboração própria.

Na informatização de processos logísticos, cabe ressaltar o uso frequente de Electronic Data Interchange (EDI), que é uma técnica de transmissão eletrônica de dados de computador a computador, cuja principal característica é integrar sistemas aplicativos a transações entre diferentes organizações. O EDI permite harmonizar as práticas comerciais e padronizar dados entre seus usuários, mantendo a independência e o sigilo.

De utilização mais recente, mas com grande crescimento, aparece o *e-commerce*, que projeta e gerencia todos os aspectos dos negócios *on-line* (canal de vendas *on-line*).

Um grande número de empresas está mudando para *websites* e aplicações baseadas em web como parte de solução SCM. Vários *websites* oferecem mercados de *e-procurement*, nos quais fabricantes podem comercializar e até realizar ofertas em leilões com os fornecedores.

Como uma solução para administrações de cadeia de suprimentos, sistemas de *software* sofisticados com interfaces web (sistemas rodam

dentro das empresas) estão competindo com provedores de serviço de aplicação – APS baseados em web (sistemas rodam no provedor, fora da empresa) que prometem fornecer parte ou todos os serviços SCM para empresas que alugam seus serviços.

A interação entre os *softwares* pode ser compatibilizada por meio de desenvolvimentos em arquiteturas como a Service Oriented Architecture (SOA), ou arquitetura orientada a serviços. Os *softwares* baseados em SOA podem ser disponibilizados em interfaces acessíveis por meio de *web services*.

Terceirização logística

Observa-se, portanto, que no período recente houve grande crescimento da complexidade das operações logísticas, como a aplicação de diversos *softwares* e *hardwares*, máquinas e equipamentos especializados que se tornaram necessários para o ganho de eficiência no exercício das funções. Contudo, para muitas empresas, os custos que envolvem esses investimentos são muito elevados para serem feitos internamente, o que contribuiu para o desenvolvimento das empresas especialistas do setor: os provedores de serviços logísticos (PSL).¹² A interação entre PSL e embarcadores (empresas que demandam o serviço logístico) pode ter diferentes níveis, desde a contratação de um serviço de transporte ou armazenagem até mesmo a solução completa para as atividades logísticas da empresa, como é o caso da terceirização.

Na terceirização,¹³ as empresas transferem as atividades-meio para outra empresa, buscando, com isso, reduzir seus custos internos. A decisão de terceirizar as atividades de uma empresa depende, no entanto, da sua

¹² Na literatura internacional, a indústria é conhecida como *third-party logistics* (3PL). Neste trabalho, o termo adotado para se referir à indústria de forma abrangente será provedores de serviços logísticos (PSL), como tem sido utilizado em parte relevante das pesquisas sobre o setor no Brasil. É importante ressaltar que, como a literatura sobre o tema é recente, não existe homogeneidade sobre quais atividades de logística mínimas são necessárias para uma empresa integrar a indústria de PSL. Neste trabalho, foi dada preferência aos conceitos que focam as competências de gestão logística dos PSL e não o número de serviços oferecidos.

¹³ A maior parte dos trabalhos de logística traduziu o termo *outsourcing* como terceirização. Neste trabalho, será mantida essa forma de tradução, em detrimento do termo subcontratação ou de externalização de atividade, casos nos quais as empresas transferem para outras parte de suas atividades-fim, como a produção de componentes, peças e partes de produtos. Contudo, é importante destacar que a linha entre esses conceitos é tênue, dado que as atividades logísticas podem muitas vezes se mostrar cruciais para a atividade-fim de alguns setores, de modo que nesses casos seria mais adequado o uso do termo subcontratação.

estratégia competitiva. As atividades centrais do negócio da empresa (*core activities*) são as suas atividades-fim, mas estas não necessariamente lhe conferem vantagem competitiva. Já as atividades estratégicas, sim, são a fonte de vantagem competitiva das empresas e não devem ser terceirizadas.¹⁴

Chase *et al.* (2006) apresentam uma estrutura de análise para auxiliar na identificação de atividades que têm características mais apropriadas para a verticalização e para a terceirização (ver Quadro 6). As atividades executadas por parceiros são aquelas nas quais a coordenação é mais fácil, pois as informações e os processos são padronizados e delimitados claramente. Nessas atividades, o controle estratégico não é relevante, pois a atividade também poderia atender outros clientes ou fornecedores, e a propriedade intelectual decorrente dessas atividades pode ser protegida.

A terceirização das atividades logísticas, dessa forma, também passa pela avaliação estratégica da empresa sobre essas atividades. A pesquisa *The state of logistics outsourcing – 2009 third-party logistics*¹⁵, de Langley e Capgemini (2009), relacionou algumas das razões apontadas pelas empresas para não terceirizar as atividades para provedores de serviços logísticos: reduções de custos não seriam alcançadas (32%); logística é uma competência central em nossa empresa (27%); o controle sobre as funções terceirizadas iria diminuir (25%); a logística é muito importante para considerar a terceirização (25%); os compromissos com o nível de serviço não seriam alcançados (23%); e nós temos mais *expertise* do que os provedores de serviços logísticos (17%). Como se pode notar, muitas empresas consideram que as atividades logísticas são fonte de vantagem competitiva e por isso não as terceirizam. Por outro lado, a ampliação das competências dominadas pelos PSL pode gerar novas oportunidades de ganhos para os clientes, estimulando a terceirização.

Os PSL passaram a ampliar a oferta de serviços e soluções, exercendo até funções mais sofisticadas, menos baseadas na propriedade de ativos fixos, como armazéns e meios de transporte. Como exemplo, existem PSL que assumem a responsabilidade sobre as operações logísticas dos clientes, gerenciando o contrato da empresa com outros PSL. Tendo em

¹⁴ Existem várias outras abordagens na teoria econômica que podem ser utilizadas para discutir o tema terceirização, mas esse debate não faz parte do escopo deste trabalho.

¹⁵ Pesquisa conduzida por meio de questionários *on-line* e entrevistas presenciais com 772 empresas usuárias e não usuárias de PSL e 279 provedores, de diferentes países, níveis de faturamento e setores produtivos.

Quadro 6 | Estratégias de estruturação de relacionamento com parceiros

	Integração vertical (não terceirizar)	Relações a distância (terceirizar)
Coordenação	Interfaces <i>confusas</i> ; tarefas adjacentes envolvem elevado grau de adaptação mútua, troca de conhecimento implícito e <i>learning-by-doing</i> . Informações requeridas são altamente particulares à tarefa.	Interfaces padronizadas entre tarefas adjacentes; informações requeridas são altamente codificadas e padronizadas (preços, quantidades, agendas de entrega etc.).
Controle estratégico	Muito alto: investimentos significativos em ativos de relacionamentos específicos altamente duráveis necessários para a execução ótima das tarefas. Investimentos não podem ser recuperados se o relacionamento termina: <ul style="list-style-type: none"> • colocação de instalações especializadas; • investimentos no valor da marca; • extensas curvas de aprendizado proprietárias; e • investimentos de longo prazo em programas especializados de P&D 	Muito baixa: ativos aplicáveis aos negócios com grande número de outros potenciais consumidores ou fornecedores.
Propriedade intelectual	Proteção de propriedade intelectual fraca ou não clara; Tecnologia fácil de imitar; Interfaces <i>confusas</i> entre diferentes componentes tecnológicos.	Proteção de propriedade intelectual forte; Tecnologia difícil de imitar; Limites claros entre diferentes componentes tecnológicos.

Fonte: Adaptado de Chase *et al.* (2006).

conta essa complexidade e a variedade de atividades, existe dificuldade na literatura para traçar uma categorização das empresas na indústria de PSL. Em especial, o trabalho de Berglund *et al.* (1999) constitui uma referência importante. Com base em uma pesquisa com cerca de 20 PSL, os autores dividiram as empresas de acordo com quatro características: as que prestam serviços frente às que oferecem soluções; as que realizam atividades logísticas básicas frente às que realizam atividades de valor agregado.

Segundo os pesquisadores, o que pode gerar a maior diferenciação entre os PSL é a focalização em serviços ou soluções. O Quadro 7 apresenta algumas diferenças entre os dois tipos de PSL. Segundo eles, os PSL entrevistados destacaram que as atividades básicas são importantes para poder oferecer as de valor agregado, de modo que essa distinção tem menor efeito sobre o posicionamento do PSL. Assim, a principal decisão estratégica do PSL é entre oferecer serviços ou soluções, pois isso impacta a forma de o PSL se posicionar no mercado, os investimentos e as competências necessárias.

Os clientes escolhem os PSL focados em serviços quando consideram a logística uma atividade central para a empresa, pois o controle das operações permanece interno, enquanto clientes que não consideram a logística uma atividade central buscam PSL que forneçam soluções. Nesse sentido, os PSL que fornecem soluções precisam muito mais de competências na gestão de contratos com outros PSL do que os PSL focados em serviços. Outra diferença está nos investimentos em tecnologia da informação, que, para os PSL de serviços, devem ser voltados para melhoria da execução da operação, enquanto nos PSL de soluções os sistemas devem ser versáteis para se adaptarem às necessidades dos sistemas de informação dos embarcadores.

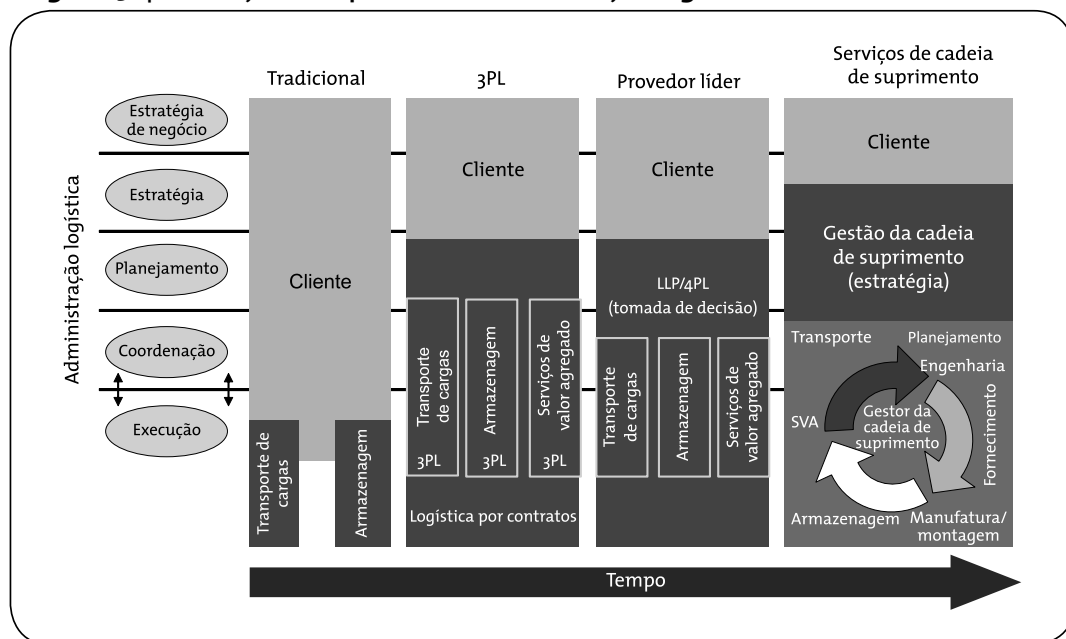
Quadro 7 | Segmentação do mercado de PSL

	Serviços	Soluções
Logística de valor agregado	Foco em poucos serviços de valor agregado, ofertados a muitos clientes	Foco em soluções logísticas completas e complexas a poucos clientes
Logística básica	Foco em poucos serviços básicos, ofertados a muitos clientes	Foco em soluções logísticas por meio de prestação de serviços específicos
Adição de valor para o cliente	Oferecer serviços específicos competitivos a baixo custo	Oferta abrangente de serviços customizados a preço competitivo
Perfil de clientes	Muitos clientes; logística é atividade central; atividades padronizadas; muitos fornecedores	Poucos e grandes; logística não é atividade central; situações complexas; fornecedor único
Vantagens	Foco, compartilhamento, escala	Habilidade de gerenciamento de contratos complexos

Fonte: Adaptado de Berglund *et al.* (1999) e Lincoln (2006).

A pesquisa de Langley e Capgemini (2009) também organiza a evolução dos PSL de acordo com suas competências em gestão logística, conforme ilustra a Figura 3. O PSL tradicional é contratado pelas empresas para executar atividades básicas da logística de transporte de cargas e armazenagem, de modo que todos os níveis de gestão dos processos permanecem sob controle dos embarcadores (clientes). O PSL do tipo 3PL presta serviços com maior valor adicionado. Ele assume a coordenação e parte do planejamento das atividades logísticas de seus clientes por meio de contratos. O 3PL difere dos provedores 4PL/*lead logistics provider* (LLP, ou provedor de serviços logísticos líder) por assumir a etapa de tomada de decisão nos níveis de planejamento e coordenação das atividades logísticas. Os PSL do tipo 4PL/LLP são contratados para fornecer uma solução para as empresas e podem, até, contratar serviços de terceiros para a execução de determinadas atividades, mas o 4PL/LLP continua sendo o responsável por todas as atividades logísticas (faz a interface com o embarcador).

Figura 3 | Evolução dos provedores de serviços logísticos



Fonte: : Langley e Capgemini (2009, p. 33).

Por fim, a pesquisa de Langley e Capgemini (2009) aponta o nível mais complexo de competências para os PSL: o gestor completo dos serviços da cadeia de suprimentos.¹⁶ Ele desenvolve a estratégia de coordenação

¹⁶ Tradução livre de *full orchestrator of supply chain services*.

da cadeia de suprimentos em conjunto com o cliente e depois administra o ciclo completo das atividades. De acordo com a análise da pesquisa, na medida em que elevam seu nível de competências, os PSL assumem mais controle e responsabilidade pela cadeia de suprimentos do cliente. Por isso, os clientes desejam passar a maior responsabilidade na gestão de sua cadeia de suprimentos aos seus provedores apenas quando estes demonstrem elevada habilidade em seus setores e confiabilidade para dividir dados confidenciais e riscos.

Em resumo, a evolução dos PSL ao longo desses níveis de capacitações é complexa e envolve diversos aspectos, como investimentos em TI, conhecimento e especialização nos setores dos clientes, habilidade e conhecimento para gerenciar outros PSL, além de demonstrar confiabilidade. Um exemplo de parceria para o provimento de soluções logísticas no Brasil pode ser encontrado na análise de Vivaldine e Souza (2006). O trabalho mostra a implementação de um modelo com características de 4PL/LLP entre as empresas Vale (divisão logística) e Ipiranga Petroquímica.¹⁷ Para a empresa, “a área e as atividades logísticas estavam ficando grandes demais, complexas, caras e com muitos gargalos, além da necessidade de investimentos operacionais e tecnológicos” [Vivaldine e Souza (2006, p. 5)]. Em uma negociação que durou um ano, a Ipiranga Petroquímica estabeleceu um contrato com a Vale, que passou a assumir a coordenação de todas as operações logísticas da empresa, incluindo negociação com os outros PSL (a Ipiranga Petroquímica tinha 40), abastecimento de clientes e pontos de armazenagem. No entanto, os contratos e pagamentos ainda permaneceriam sob responsabilidade da Ipiranga Petroquímica, que também aprovaria e validaria a formatação estabelecida pela Vale. Segundo o relato, a implementação do novo modelo foi complexa, principalmente na negociação com os demais PSL, mas esperava-se alcançar os objetivos definidos no segundo ano.

De acordo com a pesquisa de Langley e Capgemini (2009), os embarcadores desejam ter relações mais estratégicas com seus PSL, pois acreditam que isso pode trazer ganhos significativos: 75% apontam a possibilidade de redução dos custos finais e de distribuição; 58% mencionam a possibilidade de aumento da flexibilidade operacional e de se tornarem mais

¹⁷ A empresa foi incorporada pela Braskem em 2007.

orientados para a demanda; e 58% citam a possibilidade de reduzir custos de capital e despesas operacionais e de pessoal.

A pesquisa também aponta quais as capacitações críticas que os embarcadores gostariam de ver nos PSL: relatórios e análise dos custos totais (64%); *expertise* nos processos de negócios e em TI (60%); e desenho de redes de *supply chain* (46%). Assim, apesar de complexa, a evolução das competências dos PSL mostra-se necessária, tendo em vista as demandas e os avanços alcançados nas atividades logísticas na gestão da cadeia de suprimentos.

No Brasil, o principal motivo apontado pelas empresas para terceirizar as atividades logísticas é a redução de custos (81%), o que acompanha a tendência de outros países. Esses dados foram analisados por Barros (2009) com base na pesquisa Panorama Terceirização Logística no Brasil 2009 – COPPEAD.¹⁸ Entre as razões mais citadas, estão também as seguintes: focar no *core business* (73%); aumentar os níveis de serviço logístico (73%); trazer maior eficiência na execução das atividades operacionais (73%); reduzir o investimento em ativos (72%); e adquirir maior flexibilidade nas operações logísticas (66%).

Para mensurar o estágio da terceirização no Brasil, a pesquisa classificou as atividades logísticas nos seguintes níveis: básicas, intermediárias e sofisticadas (ver Tabela 1). Entre esses três grupos, as atividades básicas foram as que apresentaram o maior percentual de terceirização entre os embarcadores (90%), seguidas pelas atividades intermediárias (50%) e as sofisticadas (38%). Segundo Barros (2009), a maior parte das empresas utiliza os PSL em atividades específicas e não como gestores de logística integrada. Apenas 9% das empresas terceirizam, simultaneamente, as atividades de transporte, armazenagem e gestão de estoques, sendo esta última a atividade menos terceirizada (apenas 10% das empresas), o que está relacionado à falta de confiança das empresas no compartilhamento de informações com os PSL. Contudo, Barros (2009) destaca também o crescimento da terceirização de desenvolvimento de projetos e soluções logísticas, que era de 29%, em 2003, e passou a 48%, em 2008, o que indica o amadurecimento do mercado e dos PSL brasileiros. Além disso, essa é a atividade na qual o maior percentual de empresas pretende terceirizar ou aumentar a terceirização (23%).

¹⁸ A pesquisa foi realizada em 2008, com 115 (*sic*) empresas de diversos setores produtivos, com faturamento entre as 1.000 maiores no país.

Tabela 1 | Principais atividades logísticas terceirizadas

Atividades	% de terceirização
Básicas	90
Transporte de suprimento	94
Transporte de distribuição	92
Desembarço aduaneiro	88
Transporte de transferência	86
Intermediárias	50
Logística reversa	66
Armazenagem	64
Gerenciamento do transporte intermodal	61
<i>Milk-run</i>	42
<i>Cross-docking</i>	41
Auditoria de fretes	25
Sofisticadas	38
Gerenciamento de risco no transporte	79
Definição do perfil de frota	51
Definição de rotas	50
Desenvolvimento de projetos/soluções	48
Gestão integrada das operações logísticas	26
Montagem de <i>kits</i>	26
Serviço ao cliente	18
Gestão de estoques	10

Fonte: Adaptado de Barros (2009).

A necessidade da busca pela melhoria dos serviços oferecidos pelos PSL também pode ser identificada com base nas principais razões pelas quais os clientes optam por trocar de PSL. Conforme Barros (2009), a má qualidade dos serviços prestados foi citada por 90% dos embarcadores. Contudo, a autora ressalta que, muitas vezes, os PSL assumem um contrato sem as informações necessárias para realizar a oferta de serviços/preço adequada ao embarcador. Assim, o próprio processo de seleção do PSL, com poucas informações e determinado pelo preço de oferta, pode contribuir para o fim da parceria. A segunda razão citada pelos embarcadores para trocar de PSL foi a baixa capacidade de propor novas soluções logísticas, com 56%, indicando a importância da evolução das capacitações dos PSL e da incorporação de atividades logísticas mais sofisticadas, para agregar valor ao portfólio e melhorar os resultados dos clientes.

A indústria de provedores de serviços logísticos

De acordo com Mitra (2008), os gastos mundiais com logística alcançam US\$ 3,5 trilhões, sendo que, para cada país, os gastos variam de 9% a 20% do PIB. As estimativas para o mercado global dos PSL apontam para cerca de US\$ 300 bilhões. Contudo, Berglund *et al.* (1999) fazem algumas considerações sobre as dificuldades de estabelecer valores confiáveis sobre o mercado de PSL: i) muitos PSL fazem parte de outras empresas e não têm balanços publicados; ii) a indústria de PSL não é reconhecida como um segmento setorial e por isso não tem estatísticas oficiais; iii) os PSL podem subcontratar serviços de outros PSL, o que pode gerar dupla contagem de receitas; e iv) há dificuldade de estabelecer critérios claros na definição dos PSL.¹⁹ Ainda que as estimativas para o tamanho real da indústria de PSL não sejam confiáveis, o crescimento acentuado das empresas do setor mostra o grande potencial desse mercado. A Tabela 2 apresenta algumas das principais empresas da indústria de PSL no mundo. Muitas delas são a divisão logística de grupos maiores, que podem ser diversificados ou atuar em segmentos relacionados, como entregas expressas, correspondência e transporte.

De acordo com Foster e Armstrong (2006), os PSL não apenas têm apresentado forte crescimento orgânico, como também o segmento tem se tornado cada vez mais concentrado por meio de operações de fusão e aquisição. Esse processo tem sido alavancado tanto por aquisições pelos grupos controladores dos PSL quanto pelo aporte de recursos de grupos financeiros que passaram a investir no segmento em busca da rentabilidade e do potencial de crescimento da indústria. Apesar de alguns negócios de maior porte terem destaque, como a aquisição da TNT Logistics (divisão da holandesa TNT N.V.) pelo grupo de *private equity* Apollo Management em 2006, a maior parte das operações ocorre com empresas de faturamento menor do que US\$ 150 milhões, mas com potencial para crescimento rápido. Como o mercado dos PSL é dinâmico, esses investimentos são uma ótima oportunidade de crescimento para as empresas, conforme destacam os autores. O Quadro 8 resume algumas observações apontadas por Foster e Armstrong (2006) sobre a estrutura de mercado dos PSL.

¹⁹ Os autores, por exemplo, consideram que os serviços de transporte isoladamente não deveriam estar presentes no mercado de PSL, conforme o conceito que adotam. No entanto, a prestação de serviços logísticos isolados é comumente mensurada nas estimativas do mercado de PSL.

Tabela 2 | Os 25 maiores provedores de serviços logísticos globais – dados de 2005*

	Empresa	País de origem	Receita (apenas operações logísticas, em US\$ bilhões)	Área de atuação	Empregados (mil)
1	Exel**	Alemanha/EUA	13,4	Global	111,0
2	Kuehne & Nagel	Suíça	10,7	Global	40,0
3	Schenker	Alemanha	10,7	Europa, Ásia, América do Sul, África, América do Norte	39,0
4	DHL**	Alemanha	9,5	Global	13,0
5	UPS Supply Chain Solutions	EUA	7,7	Global	22,0
6	Panalpina	Suíça	6,3	Europa, Ásia, Américas, África	13,5
7	C.H. Robinson	EUA	5,7	América do Norte, Europa, Brasil	5,7
8	TNT Logistics***	Holanda	4,2	Europa, Américas, Ásia	36,0
9	Expeditors International of Washington	EUA	3,9	Ásia, Américas, Europa	10,6
10	Schneider Logistics	EUA	3,9	América do Norte, Europa	1,3
11	NYK Logistics	Japão	3,6	Japão, China, Sudeste Asiático, Américas, Europa	17,0
12	Penske Logistics	EUA	3,2	América do Norte, Europa, Brasil	9,1
13	EGL Eagle Global Logistics***	EUA	3,1	Ásia, Estados Unidos, Europa	10,5

Continua

Continuação

Empresa	País de origem	Receita (apenas operações logísticas, em US\$ bilhões)	Área de atuação	Empregados (mil)	
14	Nippon Express	Japão	3,0	Global (exceto África)	60,0
15	PWC Logistics	Kuwait	3,0	Global	17,0
16	BAX Global****	EUA	2,9	Ásia, América do Norte, Reino Unido	12,0
17	UTi Worldwide	EUA	2,8	Europa, África, Ásia, América do Norte	16,8
18	Ryder	EUA	2,1	América do Norte	15,6
19	Caterpillar Logistics	EUA	2,1	160 países	11,7
20	Kintetsu World Express	Japão	2,0	Ásia, América do Norte, Europa	6,8
21	Menlo Worldwide	EUA	1,3	Américas, Ásia, Europa	4,3
22	APL Logistics	Cingapura	1,3	Ásia, América do Norte, Europa	5,0
23	Maersk Logistics	Dinamarca	0,800	Ásia, Europa, América do Norte	5,9
24	SembCorp Logistics*****	Austrália/Cingapura	0,713	Ásia	2,7
25	FedEx Trade Networks/ Supply Chain Services	EUA	0,672	Global	2,0

Fonte: Foster e Armstrong (2006).

* Última edição nesse formato publicada pela consultoria Armstrong & Associates.

**Pertencem ao Deutsche Post Group.

***Atualmente, Ceva (sob controle do fundo Apollo Management LP).

****Comprada pela Schenker (terceira empresa do *ranking*).

*****Incorporada pela Toll (Austrália).

Quadro 8 | Características competitivas gerais dos PSL

Porte (receita anual)	Vantagens	Desvantagens	Desempenho
Pequeno (até US\$ 250 milhões) <i>Exemplos: Landstar e Kenko</i>	<ul style="list-style-type: none"> - mais flexíveis para atender às necessidades dos clientes; - aproveitam o mercado de clientes de pequeno e médio porte; - maior proximidade nas relações comerciais. 	<ul style="list-style-type: none"> - conseguem atender apenas mercados específicos (locais ou regionais). 	<ul style="list-style-type: none"> - crescimento orgânico rápido; - margens elevadas graças a custos menores.
Médio (entre US\$ 250 e US\$ 500 milhões) <i>Exemplos não citados.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - especializados e focados em ativos. 	<ul style="list-style-type: none"> - precisam ampliar seu mercado (geograficamente ou em funções), mas são pressionados pelos concorrentes maiores. 	<ul style="list-style-type: none"> - margens baixas por causa de investimentos em ativos.
Grande (entre US\$ 500 milhões e US\$ 1 bilhão) <i>Exemplos: C.H. Robinson, SembCorp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - operações internacionais; - variedade de serviços integrados; - escala para padronização de operações com apoio de TI; - diferenciação percebida pelos clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - conciliar a integração de operações nos processos de aquisição. 	<ul style="list-style-type: none"> - crescimento orgânico e/ou por aquisições; - margens elevadas.
Grandes grupos (acima de US\$ 1 bilhão) <i>Exemplos: DHL, Caterpillar, PWC, Ryder, UPS.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - suporte financeiro de outras áreas do grupo ao qual pertencem; - em geral, fazem parte de grupos fortes em negócios de transporte e entregas expressas. 	<ul style="list-style-type: none"> - dificuldades de integração nos processos de fusão com outras empresas de grande porte, desacelerando o processo de crescimento; - conciliar o interesse da corporação com o crescimento do segmento de logística (muitas vezes, presente apenas para contribuir para os demais negócios da companhia). 	<ul style="list-style-type: none"> - margens baixas; - crescimento orgânico e/ou por aquisições.

Fonte: Elaboração dos autores, com base em Foster e Armstrong (2006).

O que muitos PSL buscam com a incorporação de novas empresas é agregar novos serviços e alcançar mercados nos quais ainda não atuam, de modo a poder oferecer pacotes de serviços mais completos a seus clientes. Foster e Armstrong (2006) destacam que muitos clientes não desejam manter o gerenciamento de toda a sua cadeia de suprimentos apenas em poucos provedores de serviços logísticos, mas também não desejam reduzir seu poder de negociar. Assim, os clientes tendem a reduzir o número de parceiros para se concentrar nos que oferecem maior variedade de serviços integrados. No mercado de grandes clientes, as empresas líderes têm obtido melhores resultados do que as de segundo e terceiro nível. Com marcas reconhecidas, elas conseguem efetuar vendas diretas em vez de aguardar pelos processos de concorrência – *request for proposal* (RFP).

O setor automotivo é o mais significativo para a indústria de PSL, segundo Foster e Armstrong (2006). Parte relevante das receitas de TNT, Ryder e Penske são provenientes desse setor, que é dominado pelos grandes grupos.

Outro mercado importante é o das empresas de alta tecnologia, como eletrônicos, que precisa de serviços sofisticados, como integração com os clientes no planejamento da gestão da cadeia de suprimentos e atuação nas atividades logísticas de toda a cadeia. Os contratos tendem a ser de menor prazo, pelo ciclo de vida dos produtos, e as empresas precisam ser flexíveis para atender às mudanças na configuração global da produção. O terceiro maior mercado de logística é o de varejo/bens de consumo. Os PSL precisam ter condições de realizar o fluxo de materiais e de informações dos locais de baixos custos de produção, como a Ásia, para os mercados consumidores, em condições competitivas de custo e qualidade [Foster e Armstrong (2006)].

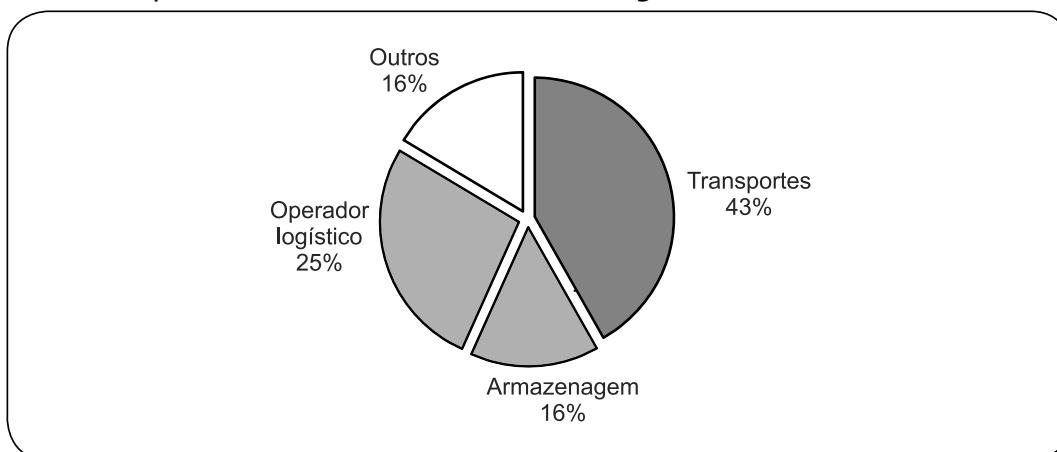
Os desafios logísticos para atender clientes das cadeias de suprimentos globais são grandes. Para se fortalecer e se diferenciar, os PSL devem buscar acrescentar serviços de maior valor agregado e formar parcerias, complementando serviços e escopo geográfico de atuação [Mitra (2008)]. Apesar de ter sido afetada pela recente crise internacional, com a desaceleração das operações dos embarcadores, a indústria de PSL permanece dinâmica, pois a inovação nos serviços amplia as possibilidades de ganhos para PSL e clientes, bem como para a competitividade das cadeias.

A indústria de PSL no Brasil

O Brasil entrou com defasagem na indústria de PSL, que passou a se desenvolver no país em meados dos anos 1990, com o crescimento de empresas como Columbia, Cometa, Metropolitan, Delara, Marbo, Mercúrio, Hércules e Delta. No mesmo período, também ocorreu a entrada dos grandes *players* globais, tais como Ryder, Danzas, Penske Logistics, McLane, Mark VII, Emery Worldwide e Hellmann Logistics [Fleury (2001)]. Muitas dessas empresas entraram no Brasil por meio de parcerias com PSLs nacionais, em operações de fusão, aquisição e *joint venture*, atraídos pelo potencial e pelas oportunidades do mercado brasileiro, enquanto outras se estabeleceram acompanhando a internacionalização de seus clientes (Martin-Brower e McDonald's, por exemplo).

A maior parte das empresas brasileiras da indústria de PSL²⁰ tem origem nas funções tradicionais de transporte e armazenagem (59%, conforme Gráfico 2). Essas empresas cresceram e ampliaram seus serviços, tornando-se PSL mais completos. No entanto, outra parte relevante da indústria é de empresas que já surgiram como provedores de serviços logísticos (chamados na pesquisa de operadores logísticos), que somam 25%. Apesar de a indústria ter algumas empresas com trajetórias mais longas, a maior parte delas é jovem (80%), com empresas de até 15 anos de tempo de mercado.

Gráfico 2 | Característica dos PSL no Brasil: origem

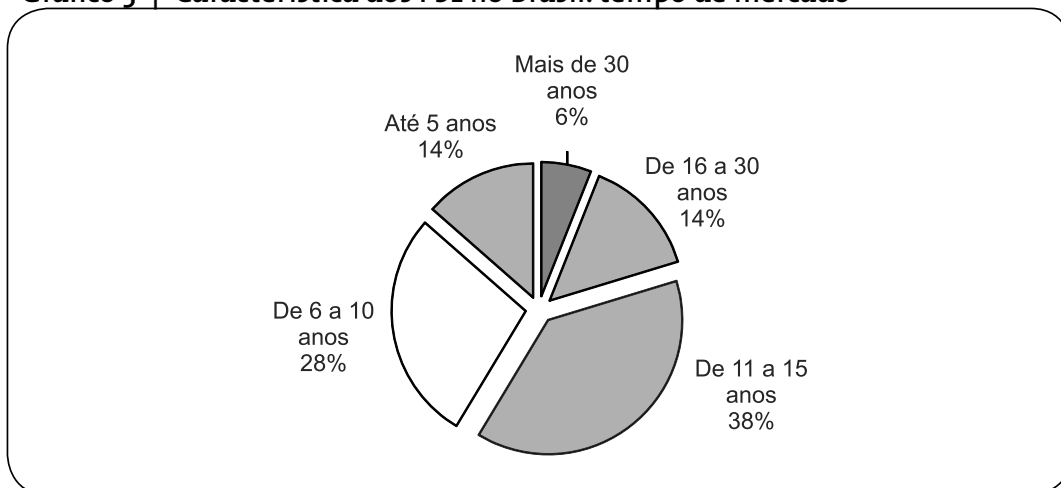


Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnológica* (2010).

Nota: Empresas que têm origem em mais de um segmento foram classificadas em apenas um deles.

²⁰ A pesquisa Operadores Logísticos 2010, publicada pela revista *Tecnológica* (2010), teve uma amostra de 134 empresas da indústria de PSL no Brasil e é a principal referência de dados para esta seção.

Gráfico 3 | Característica dos PSL no Brasil: tempo de mercado



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnológica* (2010).

A Tabela 3 apresenta algumas das maiores empresas da indústria de PSL²¹ no Brasil, elaborada com base na pesquisa da revista *Tecnológica* (2010). Entre elas, o tempo médio de mercado é um pouco maior que a média da amostra (19 anos), o mercado de origem é predominantemente de transportes e atuam como PSL para clientes de diversos setores de atividades, tais como automotivo, alimentos, farmacêutica, química e varejo. Do ponto de vista geográfico, a maior parte dessas empresas tem estrutura para realizar atividades de distribuição e armazenagem em todo o país (ver Tabela 4), tem frota própria e administra uma área de armazenagem total de 6,7 milhões de m².

Dessas empresas, quatro fazem parte de grupos estrangeiros: a Martin-Brower é fornecedora global da rede McDonald's; a Ceva é resultado da fusão da TNT Logistics (holandesa) com EGF (americana), promovida pelo fundo americano Apollo Management LP; Gefco é a divisão logística da Peugeot-Citroën, que ampliou seus serviços para outras indústrias; e a Penske Logistics faz parte do grupo Penske, que tem origem no segmento de arrendamento de caminhões. Existem ainda outros grandes grupos internacionais com presença no Brasil e que integram a amostra de *Tecnológica* (2010), mas não informaram dados de faturamento, tais como a DHL/Exel (grupo Deutsche Post), C.H. Robinson, McLane, UPS e Kuehne+Nagel (presentes também na lista dos 25 maiores, conforme Tabela 2).

²¹ Na pesquisa Operadores Logísticos 2010, publicada pela revista *Tecnológica* (2010), apenas 95 empresas divulgaram o faturamento de 2009, totalizando R\$ 20,7 bilhões.

Tabela 3 | Principais PSL com atuação no Brasil*

Empresa/país de origem	Tempo de mercado	Origem	Número de funcionários	Número de clientes com contrato em vigência	Três principais clientes	Receita bruta anual (em R\$ milhões)		
						2008	2009	Var. %
ALL (BRA)	13	Transportadora ferroviária	6.286	NF	Amaggi, Bunge e Cargill	2.800,0	2.800,0	0
MRS (BRA)	13	Transportadora ferroviária	3.511	84	CSN, Uniminas e Vale	3.400,0	2.600,0	-24
Aliança (BRA)	NF	Transportador marítimo	1.054	NF	Gerdau, LG e Unilever	2.400,0	1.600,0	-33
J. Simões (BRA)	54	Transportadora	12.018	250	Fibria, Suzano e Volkswagen	1.300,0	1.600,0	23
Tegma (BRA)	12	Transportadora	2.894	45	Cisa Tading, GM e Unilever	1.140,0	1.300,0	14
Armazéns Gerais Columbia (BRA)	13	Armazém geral	1.957	2.000	Lanxess, Mattel e Puma	331,0	950,0	187
Martin-Brower (EUA)	28	Distribuidora	452	7	Applebee's, McDonald's e Ráscal	896,6	931,6	4
Ceva (EUA)	13	Operador logístico	7.350	940	Fiat, GM e Iveco	518,0	868,0	68
Rapidão Cometa (BRA)	12	Transportadora	7.800	12.000	NF	700,0	707,0	1
quantiQ (BRA)	6	Distribuidora	231	20	NF	803,0	675,5	-16
Vix (BRA)	16	Transportadora	6.089	26	Coca-cola, Honda e Mercedes-Benz	590,0	665,5	13

Continua

Continuação

Empresa/país de origem	Tempo de mercado	Origem	Número de funcionários	Número de clientes com contrato em vigência	Três principais clientes	Receita bruta anual (em R\$ milhões)		
						2008	2009	Var. %
Log-In (BRA)	48	Transportadora marítima e apoio portuário	1.000	1.100	NF	505,7	487,6	-4
Atlas (BRA)	15	Transportadora	2.600	6.500	3M, Astra Zeneca e General Motors	390,0	430,0	10
Coopercarga (BRA)	20	Transportadora	NF	NF	NF	NF	428,0	-
Gafor Logística (BRA)	59	Transportadora	3.500	300	Cosan, Femsa e Linde	420,0	400,0	-5
Santos Brasil (BRA)	13	Desembarço aduaneiro	800	50	Dow Química, Kimberly-Clark e Wal Mart	ND	334,0	-
Correios (BRA)	8	Serviços postais	800	30	NF	246,3	290,0	18
AGV Logística (BRA)**	12	Operador logístico	4.000	190	Banco Itaú, Intervet/Schering e Pernod Ricard	226,6	280,0	24
Gefco (FRA)	11	Indústria automotiva	315	6	Faurecia, Grupo PSA e Leroy Merlin	273,4	255,0	-7
Penske (EUA)	12	Operador logístico	1.400	17	NF	216,0	220,0	2

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnológica* (2010).

Notas: NF – dado não fornecido.

* Foram selecionadas as 20 empresas de maior faturamento da amostra.

**Tem participação do fundo Equity International (EUA).

Tabela 4 | Dados de armazenagem e distribuição dos principais PSL

Empresa	Área de armazenamento em m ² total	Frota de transporte	Todo o território nacional	Atuação em regiões específicas						
				N	NE	CO	SE	Grande RJ	Grande SP	S
ALL	NF	P				D/A	D/A			D/A
MRS	28.100	P					D/A			
Aliança	8.400	P	D/A							
J. Simões	474.000	P	D		A		A			
Tegma	790.000	P	D				A			
Armazéns Gerais Columbia	1.170.675	P	D/A							
Martin-Brower	30.857	P	D		A		A			A
Ceva	760.000	P	D/A							
Rapidão Cometa	650.000	P	D/A							
quantiQ	NF	T	D		A		A			A
Vix	0	P	D							
Log-In	417.000	P	D/A							
Atlas	370.000	P	D/A							
Coopecarga	458.000	P	A				D			D
Gafor Logística	370.000	P	D/A							
Santos Brasil	99.700	P		A			A		D	A
Correios	NF	P	D/A							
AGV Logística	374.000	P	D/A							
Gefco	443.500	P	D					A	A	A
Penske Logistics	210.000	T	D/A							

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnologística* (2010).

Notas: P – própria; T – terceirizada; D – distribuição; A – armazenagem

Assim como no segmento de PSL no mundo, no Brasil os movimentos de fusões, aquisições e *joint ventures* são frequentes. As empresas buscam com isso aumentar seu porte para conseguir contratos de clientes maiores, bem como adicionar serviços complementares ao seu portfólio. A AGF, por exemplo, tem participação do fundo americano International Equity, cuja capitalização permitiu que a empresa realizasse diversas operações: aquisição de Delta Serviços Logísticos e a e-Service (agosto de 2008); fusão com AGR Rodasul (abril de 2010); e aquisição de GLog, Gtech (Grupo Granero) e Revitech (maio de 2010). Outras operações que ocorreram recentemente no Brasil foram as seguintes:

- aquisição da DM Transporte e Logística Internacional pela Gafor Logística (julho de 2008);
- *joint venture* da LSI Logística com a Expresso Mirassol (fevereiro de 2009);
- aquisição da Expresso Araçatuba pela TNT Express (abril de 2009);
- fusão das cinco empresas Ajofer, Fantinati, Trans-postes, Transvec e Mestralog para a criação da Trafti (junho de 2009); e
- aquisição dos operadores Armazéns Columbia e EADI Sul, pela Elog, subsidiária de logística da EcoRodovias (maio de 2010).

Além do crescimento dos PSL por meio dessas operações, observa-se também a atuação de empresas de outros setores no segmento. Isso ocorre porque as grandes empresas brasileiras que demandam muitos serviços logísticos criam divisões destinadas à logística para atender a suas necessidades. Essas divisões crescem, acumulam competências e passam a atuar no mercado de PSL para outros clientes, podendo ser vendidas (casos de *spin-offs*) ou permanecendo integradas ao seu grupo. No Brasil, podem-se citar a Quantiq e a Variant, que são distribuidoras da Braskem; a Log-In, que integrava a divisão de logística da Vale; e a Usifast, divisão de logística da Usiminas.

Há outra possibilidade de diversificação pelas empresas de TIC que desenvolvem sistemas de *software*, as quais podem ampliar sua oferta de soluções aos clientes com os serviços logísticos. Isso decorre da importância das tecnologias a serem utilizadas nos sistemas logísticos (*softwares* e *hardwares*). Como a empresa de *software* já conhece os sistemas e as demandas dos clientes, pode oferecer serviços logísticos compatíveis e que atendam às suas necessidades.

Serviços prestados

A análise realizada por Faleiros (2010) para a indústria brasileira de PSL, com dados de 2008, mostra que não há relação linear entre o porte das empresas (por empregados ou capacidade de armazenagem) e o faturamento. Desse modo, observa-se que os serviços de maior valor agregado e as tecnologias empregadas contribuem significativamente para o aumento da receita das empresas, o que está em linha com a discussão sobre terceirização apresentada anteriormente.

Em relação aos serviços oferecidos, o segmento de PSL coloca-se de maneira competitiva. Nota-se que grande parte das empresas oferece os serviços pesquisados (percentuais acima de 80%), mesmo em atividades mais sofisticadas, como desenvolvimento de projetos, gerenciamento de terceiros e montagem de *kits* e conjuntos. Apenas nos casos de *just-in-time*, suporte fiscal e desembaraço aduaneiro, o percentual de empresas que oferecem os serviços é inferior a 70%. No entanto, vale destacar que apenas 29% delas oferecem todos os serviços pesquisados.²²

Tabela 5 | Serviços logísticos prestados pelos PSL

Serviços prestados	% da amostra
Armazenagem	99
Controle de estoque	97
Paletização	96
Desenvolvimento de projetos	95
Monitoramento de desempenho	95
<i>Cross-docking</i>	93
Montagem de <i>kits</i> e conjuntos	90
Embalagem	87
Gerenciamento de terceiros	86
Logística reversa	84
JIT	69
Suporte fiscal	68
Desembaraço aduaneiro	49

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnologista* (2010).

²² Sem contar o desembaraço aduaneiro, o percentual de empresas que prestam todos os demais serviços é de 43%.

Uso de tecnologias

No mercado brasileiro, segundo a amostra de *Tecnológica* (2010), o percentual de PSL que utilizam os principais *softwares* (WMS, TMS, ERP e os *softwares* de otimização e simulação) está acima de 70%, sendo que 50% das empresas da amostra têm os quatro tipos. O uso desses sistemas tem crescido entre os operadores logísticos. Como o nível de controle das operações necessário aos PSL é elevado, o uso dos ERP se torna muito importante. Além disso, os *softwares* WMS, TMS e de otimização e simulação adicionam valor agregado aos serviços prestados pelas empresas.

Tabela 6 | Tecnologias empregadas pelos PSL – *softwares*

<i>Softwares</i>	% da amostra
Simulação e otimização	73
WMS	87
TMS	80
ERP	81

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnológica* (2010).

Outro grupo importante são os *softwares* de identificação/localização. A maior parte dos PSL (82%) oferece consulta de posição pela internet, enquanto a consulta de posição por celular é menor, com 37% das empresas. O uso de roteirizadores é bastante difundido, tanto para frota própria como para terceirizada (acima de 60%), bem como de tecnologias de rastreamento, apesar da menor participação do uso de rastreamento por celular (54%). Com base no cruzamento dos dados, observa-se que 66% das empresas que têm frota própria utilizam roteirizadores, tecnologia

Tabela 7 | Tecnologias empregadas pelos PSL – Identificação/localização

Tecnologias utilizadas	% da amostra
Consulta pela internet	82
Consulta por celular	37
Roteirizadores – Frota própria	65
Roteirizadores – Frota terceirizada	60
Tecnologia de rastreamento por satélite – Frota própria	69
Tecnologia de rastreamento por satélite – Frota terceirizada	68
Tecnologia de rastreamento por celular – Frota própria	54
Tecnologia de rastreamento por celular – Frota terceirizada	60

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de *Tecnológica* (2010).

de rastreamento por satélite e por celular e 60% das empresas que não têm frota própria e trabalham com frota terceirizada utilizam as mesmas tecnologias.

Conclusão

O desenvolvimento das competências logísticas em empresas e provedores logísticos é fundamental para as cadeias produtivas brasileiras e depende da incorporação de novos *softwares* para a integração e a melhoria de processos. Na área agrícola e nas áreas de alimentos, mineração e siderurgia, grandes empresas nacionais desenvolveram competências internas e parcerias com PSL que as colocaram de forma competitiva no mercado global, a despeito das deficiências de infraestrutura no país, desenvolvendo principalmente cadeias de suprimento do tipo eficiente (ver Quadro 2). Como para essas empresas a atividade logística é considerada competência central, os PSL atuam predominantemente como 3PL, pois assumem parcialmente a gestão das operações logísticas.

Enquanto no Brasil os grandes embarcadores nacionais detêm internamente a competência de provedor de serviços logísticos líder (LLP ou 4PL), as multinacionais contam com seus parceiros globais para subcontratar as atividades logísticas. Tais PSL oferecem soluções completas em logística e são especialistas nos setores em que atuam. Assim, observa-se que a maior parte dos PSL no nível LLP/4PL presentes no Brasil são estrangeiros.

Contudo, as perspectivas para a evolução dos PSL brasileiros são bastante positivas. As empresas brasileiras ainda utilizam principalmente os serviços de logística de forma isolada, em detrimento de soluções logísticas, além de ser pouco difundida entre elas a implementação de cadeias de suprimentos integradas. Aproveitando essas defasagens do mercado nacional, os PSL têm crescido bastante, tanto de forma orgânica quanto por meio de fusões, aquisições e *joint ventures*, aumentando o portfólio de ativos e de serviços oferecidos. Os líderes nacionais já têm faturamento comparável ao das médias e grandes empresas globais e estão ganhando porte para concorrer por contratos maiores e ampliar a atuação em soluções logísticas, assim como há a possibilidade de expansão de mercados para países da América Latina.

O crescimento da indústria de PSL no Brasil deve trazer competitividade para as cadeias produtivas brasileiras. Nos setores de bens de

consumo, como vestuário e acessórios, a implementação de cadeia de suprimento do tipo resposta rápida contribui para a diferenciação de produtos, fundamental para fazer frente à concorrência estrangeira. Os PSL de pequeno e médio portes podem fornecer soluções logísticas para essa cadeia, desenvolvendo suas competências como PSL.

Os PSL mais completos, como LLP/4LP, são demandados nas cadeias de suprimento tipo ágil e de proteção a riscos, porque o compartilhamento dos riscos da cadeia requer elevada capacidade de gestão de contratos e comprometimento de todos os agentes. Desenvolver essas cadeias é um desafio no crescimento tanto dos setores no país quanto dos PSL capazes de prover soluções logísticas competitivas em relação aos concorrentes estrangeiros. Nessas cadeias, se não houver parceiros qualificados, o elevado grau de confiança necessário faz com que a gestão das operações logísticas permaneça interna às empresas, que contratam serviços logísticos em detrimento de soluções.

A evolução da indústria de PSL no Brasil também abre espaço para o desenvolvimento do setor de *softwares*, tendo em vista a importância da incorporação de tecnologia de informação para a evolução das competências dos PSL. Nas cadeias de suprimento do tipo eficiente, a preocupação com os custos requer investimentos em *software* que permitam a melhor eficiência e automação dos processos, que envolvem grandes volumes. Assim, destaca-se o uso de WMS e TMS para melhorar a gestão de estoques e de transporte, *softwares* de simulação e otimização para reduzir desperdícios e o ERP para articular todos os processos internos de empresas e PSL.

Nas cadeias do tipo resposta rápida, os *softwares* que podem trazer mais ganhos são os de *quick response*, que aceleram as respostas entre os agentes da cadeia e fornecem informações sobre os consumidores. Além desses, os roteirizadores e programas de simulação e otimização contribuem para a gestão dos processos, permitindo trabalhar com menores níveis de estoque por meio de uma gestão de suprimentos eficiente, utilizando serviços como *just-in-time*, *cross-docking* e *milk-run*. Esses *softwares* também são importantes para as cadeias do tipo ágil, cuja resposta às mudanças na demanda devem ser rápidas, mas também requerem TMS e ERP, pois as mudanças nas condições de oferta (fornecedores, processos produtivos etc.) também são frequentes.

O ERP e os *softwares* de simulação e otimização são os mais relevantes para as cadeias de proteção a riscos porque fornecem informações cruciais para a tomada de decisão com relação aos riscos de quebra de oferta na cadeia, contribuindo para a gestão dos contratos dos agentes envolvidos.

Como se pode notar, os *softwares* são muito importantes para o desenvolvimento das competências logísticas de empresas e embarcadores. Atualmente, tecnologias como Electronic Data Interchange (EDI) e Service-Oriented Architecture (SOA) permitem que *softwares* de diferentes desenvolvedores, utilizados por diferentes empresas, troquem informações. Assim, com o crescimento da indústria de PSL, o segmento torna-se uma oportunidade de mercado para as empresas de *software* nacionais, que podem desenvolver soluções em diferentes níveis de complexidade, compatíveis com os sistemas já em uso pelos clientes dos PSL.

A expansão da indústria de PSL no Brasil pode trazer ganhos para toda a economia. Primeiro, porque amplia as possibilidades das empresas de diversos portes de fazer uso de serviços e soluções logísticas melhores, a custos mais competitivos do que se fossem realizados internamente. Segundo, porque contribui para a redução do componente do “custo Brasil” que é interno às empresas, pois os PSL promovem a melhoria dos fluxos de materiais e informações nas empresas. Terceiro, porque os PSL realizam investimentos importantes em transportes, armazéns, equipamentos e *softwares*, estimulando a indústria a montante. Pela discussão apresentada neste trabalho, destaca-se que o crescimento dos PSL brasileiros é muito importante para a melhoria do posicionamento competitivo das cadeias produtivas do país nos mercados nacional e global.

Referências

ACCENTURE. *High performance in a volatile world seven imperatives for achieving dynamic supply chains* (2003). Disponível em: <http://accenturehighperformingbusiness.com/NR/rdonlyres/1CF834FC-5A4C-4EAD-8C1B-9ADC5F0A2406/0/scm_thought_supplychain.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

———. *The innovator's advantage: a view from the supply chain* (2004). Disponível em: <http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/C768246C-CE46-43A0-81C7-590487078A18/0/innovators_scm.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

———. *Global study of supply chain leadership and its impact on business performance*. Disponível em: <http://homepage.mac.com/akambil/KambilHome/images/scm___marcetcap_accenture_8_3.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

ANDERSON, David *et al.* *Creating and sustaining the high-performance business: research and insights on the role of supply chain mastery*. Disponível em: <http://accenturehighperformingbusiness.com/NR/rdonlyres/1CF834FC-5A4C-4EAD-8C1B-9ADC5F0A2406/0/scm_thought_supplychain.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

APRIORI. *Enterprise cost management software platform*. Disponível em: <<http://www.apriori.com/products-enterprise-cost-management.htm>>. Acesso em: 22.7.2010.

AROZO, Rodrigo. *Softwares de supply chain management: definições, principais funcionalidades e implantação por empresas brasileiras*. In: FIGUEIREDO, Kleber Fossati *et al.* *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2009.

BARROS, Monica. *Terceirização logística no Brasil*. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=738&Itemid=74>. Acesso em: 26.7.2010.

BERGLUND, Magnus *et al.* Third-party logistics: is there a future? *International Journal of Logistics Management*, v. 10, n. 1, p. 59-70, 1999.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOWERSOX, Donald; CLOSS, Donald J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. 1ª ed. – 8ª. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

BRAGA, A. *Programa de desenvolvimento de fornecedores*. II Fórum Internacional de Compras e Suprimentos. São Paulo, 21 e 22 jun. 2010.

BRANKLEY, Alan. *A conceptual model for evaluating the financial impact of supply chain management technology investments*. Disponível em: <www.emeraldinsight.com/0957-4093.htm>. Acesso em: 22.7.2010.

BR EXPRESS. *Roteirizadores*. Disponível em: <<http://www.brexpress.com.br/geral.cfm?Area=1000&Indice=Roteirizadores>>. Acesso em: 22.7.2010.

CAIRES, Amauri. *A era da logística*. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br/static/aberto/estudosexame/edicoes_0878/m0113484.html>. Acesso em: 22.7.2010.

CARVALHO, Karine *et al.* *Terceirização e estratégia competitiva: perspectivas para a logística no Brasil*. Fortaleza: Abepro, XXVI Enegep, 2006.

CHASE, Richard B. *et al.* *Operations management for competitive advantage with global cases*. 7ª ed. Cap. 10. Nova York: McGraw-Hill International, 2006.

COSTA, W.; GOBBO JR., J. Etapas de implementação de WMS: estudo de caso em um varejista moveleiro. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas – GEPROS*, v. 3, n. 4, p. 101-121, out.-dez. 2008.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. *CSCMP supply chain management definitions*. Disponível em: <<http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>>. Acesso em: 22.7.2010.

FALEIROS, J. *Caracterização da indústria de provedores de serviços logísticos no Brasil em 2008*. Working paper, maio 2010 (mimeo).

FIGUEIREDO, Kleber; MORA, Dinia. *A segmentação dos operadores logísticos no mercado brasileiro de acordo com suas capacitações para oferecer serviços* (2009). Disponível em: <http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_817.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

FIGUEIREDO, Kleber Fossati *et al.* (orgs.). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2009.

FIGUEIREDO, K.; ARKADER, R. Da distribuição física ao *supply chain management*. In: FLEURY, P. *et al.* *Logística empresarial*. Cap. 2, 3. São Paulo: Atlas, 2009.

FISHER, Marshall. What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review*, mar./abr. 1997. Disponível em: <<http://www.apparel-landfootwear.org/UserFiles/File/Presentations/What%20is%20the%20right%20supply%20chain.pdf>>. Acesso em: 26.7.2010.

FLEURY, Paulo. *A indústria de operadores logísticos no Brasil: uma análise dos principais operadores*. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=1097&Itemid=74>. Acesso em: 22.7.2010.

FLEURY, Paulo *et al.* *Logística empresarial*. São Paulo: Atlas, 2009.

FLEURY, Paulo Fernando; RIBEIRO, Aline. A indústria de provedores de serviços logísticos: conceito e estrutura. In: FIGUEIREDO, Kleber Fossati *et al.* *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2009.

FOSTER, T.; ARMSTRONG, R. The top 25 supply chain 3pls: is bigger really better? *Supply Chain Brain*, mai. 2006. Disponível em: <<http://www.supplychainbrain.com/content/sponsored-channels/kenco-logistic-services-third-party-logistics/single-article-page/article/the-top-25-global-3pls-is-bigger-really-better/>>. Acesso em: 26.7.2010.

GASNIER, Daniel; BANZATO, Eduardo. Distribuição inteligente. *Guia Log*, ago. 2001. Disponível em: <<http://www.guiaalog.com.br/ARTIGO216.htm>>. Acesso em: 22.7.2010.

GOMES, Silvia; RODRIGUEZ, Carlos. *Configuração da cadeia de suprimentos: estudos de casos em ambientes dinâmicos de competição*. Disponível em: <http://www.economia.aedb.br/seget/artigos08/164_164_seget.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

GUIDOLIN, S. *et al.* Conectando indústria e consumidor: desafios do varejo brasileiro no mercado global. *BNDES Setorial*, n. 30, p. 3-61, Rio de Janeiro, set. 2009.

GUTIERREZ, Regina M. V.; ALEXANDRE, Patrícia V. M. Complexo eletrônico: sistemas integrados de gestão. *BNDES Setorial*, n. 21, p. 105-139, Rio de Janeiro, mar. 2005.

INTELOG. TMS: muito além do tapa buraco. *Intellog*, 17.1.2006. Disponível em: <http://www.intellog.net/site/default.asp?TroncoID=907492&SecaoID=508074&SubsecaoID=715548&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=748392>. Acesso em: 26.7.2010.

LANGLEY JR., J.; CAPGEMINI. *Third-party logistic study 2009. Results and findings of 2009. 14th annual study*. Disponível em: <<http://www.3plstudy.com>>. Acesso em: 22.7.2010.

LEE, H. L. Aligning supply chain strategies with product uncertainties. *California Management Review*, v. 44, n. 3, p. 105-119, 2002.

LIMA, Filipe. *Terceirização versus outsourcing de serviços logísticos*. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/20100617_SemLogisitica_FilipeLima.pps>. Acesso em: 26.7.2010.

LINCOLN, Leonardo. *Estratégia competitiva de prestadores de serviços logísticos no Brasil*. Disponível em: <<http://dominiopublico.qprocura.com.br/dp/88246/Estrategia-competitiva-de-prestadores-de-servicos-logisticos-no-Brasil.html>>. Acesso em: 26.7.2010.

MENDES, Maria. *As fronteiras da logística*. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0790/empresas/m0052280.html>>. Acesso em: 22.7.2010.

MITRA, Subrata. *Logistics industry: global and Indian perspectives*. Disponível em: <<http://www.iimcal.ac.in/research/download/LuganoConf.pdf>>. Acesso em: 26.7.2010.

NEVES, Marco. *A indústria de operadores logísticos e transportadoras no Brasil e tendências 2005-2010*. Disponível em: <http://www.amcham.com.br/download/informativo2005-04-18t_arquivo>. Acesso em: 22.7.2010.

PINHEIRO, Ivan. *A externalização de atividades: fundamentos e experiências no setor de autopeças gaúcho*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v3n2/v3n2a08.pdf>>. Acesso em: 26.7.2010.

RODRIGUES, Paulo. *Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional*. São Paulo: Aduaneiras, 2005.

SAP. *O gerenciamento do transporte na transformação da rede empresarial*. SAP, 2009. Disponível em: <http://www.sap.com/brazil/pdf/solutions/business-suite/SAP_Gestao-do-Transporte-PORT_02-09-08-BAIXA.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

SHIPPERS VOICE. *A brief analysis of Eye for Transport's recent survey. North American 3PL Market Report (2010)*. Disponível em: <<http://www.shippersvoice.com/wp-content/uploads/2010/04/eft3pl-report10.pdf>>. Acesso em: 26.7.2010.

SOUZA, Cristiane de; MOURA, Juliene. *A evolução dos prestadores de serviços logísticos: prestadores de serviço tradicionais, operadores logísticos e integradores logísticos*. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos07/47_47_A%20evolucao%20dos%20prestadores%20de%20servicos%20logisticos%20-%20Seget.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

STOCK, Gregory; KASARDA, Noel. *Logistics, strategy and structure*. Disponível em: <http://www.aerotropolis.com/files/1998_JournalOperationsProductionManagement.pdf>. Acesso em: 26.7.2010.

TECNOLOGÍSTICA. *Especial operadores logísticos 2010*, v. 16, n. 175, jun. 2010.

THING, Lowell. *Dicionário de tecnologia*. São Paulo: Futura, 2003.

TOMPKINS, James A.; SMITH, Jerry D. *Warehouse management handbook*. Raleigh, NC: Tompkins Press, 1998.

LATIN AMERICAN LOGISTICS. UPS, FedEx, DHL & TNT – Who will dominate the world. Disponível em: <<http://www.latinamericanlogistics.org/articles/ups-fedex-dhl-tnt---who-will-dominate-the-world-of-logistics.htm>>. Acesso em: 26.7.2010.

VIVALDINI, Mauro; SOUZA, Fernando B. *Análise crítica de um dos primeiros casos de quarteirização logística (4PL) no Brasil: o caso CVRD e IPQ*. Fortaleza: Abepro, XXVI Enegep, 2006.

WANKE, Peter F. *Logística para MBA em 12 lições*. São Paulo: Atlas, 2010.