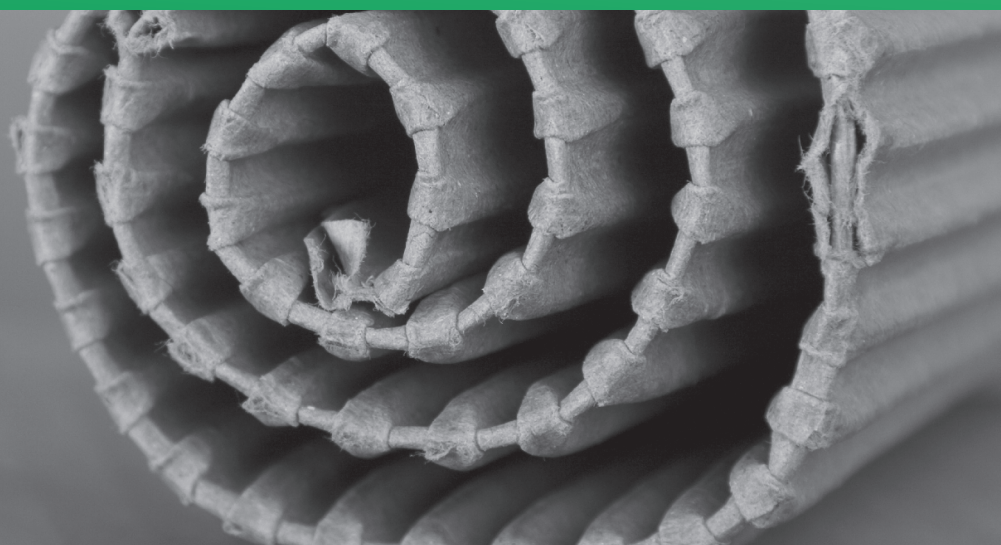


BNDES Setorial, n. 35, mar. 2012

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

BNDES Setorial

35



março de 2012

BNDES Setorial

35

março de 2012

Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

Presidente

Luciano Coutinho

Vice-presidente

João Carlos Ferraz

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) 2172-7131 Fax: (21) 2240-3862
<http://www.bndes.gov.br>
ISS4-9230

Sumário

O mercado de papelão ondulado e os desafios da competitividade da indústria brasileira _____ 5

André Carvalho Foster Vidal

O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o *boom* da construção civil: um panorama do período 2001-2010 _____ 47

João Paulo Martin Faleiros

Job Rodrigues Teixeira Junior

Bruno Marques Santana

A atividade agropecuária no Sul do Brasil em municípios pertencentes e não pertencentes a Territórios da Cidadania ____ 85

Guilherme Baptista da Silva Maia

Arthur de Rezende Pinto

Bruno Martarello De Conti

A genética de frangos e suínos – a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil _____ 119

Victor Gomes de Moraes

Luciana Capanema

Mercado e aspectos técnicos dos sistemas submarinos de produção de petróleo e gás natural _____ 155

André Pompeo do Amaral Mendes

Rodrigo Antonio Parra Romeiro

Ricardo da Cunha Costa

Tendências Internacionais e Oportunidades para o Desenvolvimento de Competências Tecnológicas na Indústria Brasileira de Vacinas _____ 189

André Landim

Vitor Pimentel

Renata Gomes

João Paulo Pieroni

A indústria de defensivos agrícolas _____ 233

Martim Francisco de Oliveira e Silva

Letícia Magalhães da Costa

O déficit de produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2015: determinantes, consequências e sugestões de política _____ 277

Artur Yabe Milanez

Diego Nyko

Jorge Luiz Faria Garcia

Brunno Luiz Siqueira Ferreira Soares dos Reis

Os dirigíveis e o Brasil: eterna promessa ou caso concreto? ____ 303

Sérgio Bittencourt Varella Gomes

Márcio Nobre Migon

Design estratégico: inovação, diferenciação, agregação de valor e competitividade _____ 333

Job Rodrigues Teixeira Junior

Paulo Fernandes Montano

João Paulo Martin Faleiros

Hugo Bertha Bastos

Terras-raras: situação atual e perspectivas _____ 369

Marco Aurélio Ramalho Rocio

Marcelo Machado da Silva

Pedro Sérgio Landim de Carvalho

José Guilherme da Rocha Cardoso

Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades _____ 421

Luiza Sidonio

Isabel Cavalcanti

Luciana Capanema

Rafael Morch

Gabriela Magalhães

Jaldir Lima

Victor Burns

Antonio José Alves Júnior

Rafael Mungioli

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

O mercado de papelão ondulado e os desafios da competitividade da indústria brasileira

André Carvalho Foster Vidal*

Resumo

O papelão ondulado é basicamente formado por uma placa composta por duas folhas de papel denominadas *liners* (*kraftliner* com fibras virgens e *testliner* com aparas de papel). Por dentro, há um meio ondulado, produzido com aparas de papel. Existe um número reduzido de empresas no setor que integram, em seu processo produtivo, desde a floresta até as caixas de papelão ondulado, em virtude do ativo “floresta”.

A indústria de papéis para produção de papelão ondulado caracteriza-se por uma enorme fragmentação na produção, tanto global quanto nacionalmente, ainda que a produção de fibra virgem apresente concentração maior. O papelão ondulado é hoje o papel mais consumido no mundo, e essa tendência deve se acentuar, por causa das perspectivas positivas para o setor.

O comércio internacional de papéis para produção de papelão ondulado é modesto em relação ao tamanho do mercado. Na América Latina, o Brasil é o único país que desfrutou de um superávit comercial consistente

* Administrador do Departamento de Indústria de Papel e Celulose da Área de Insumos Básicos.

nos últimos anos, em razão da existência de algumas modernas fábricas de *kraftliner* que conseguem exportar de forma competitiva.

As margens dos produtores brasileiros de *kraftliner* são substancialmente superiores às dos produtores de reciclado, por causa da competitividade na produção de fibra virgem, do alto custo das aparas de papel, da modernidade e escala das plantas de *kraftliner* e da fragmentação da produção do reciclado. Uma solução para os produtores de reciclado pode surgir da consolidação do mercado.

Introdução

Este artigo tem como objetivo fazer um panorama geral da indústria de papelão ondulado, abordando aspectos do mercado nacional e internacional, com ênfase na competitividade da indústria brasileira diante de outras regiões do mundo.

A motivação para este trabalho veio da carência de informações sobre o papelão ondulado, que é o tipo de papel mais consumido no mundo.¹ Este artigo realiza um diagnóstico inédito do setor e pode contribuir para discussões sobre os melhores mecanismos para desenvolver a indústria e o mercado nacional.

O artigo está estruturado em sete seções. Na introdução, além desta explicação sobre a estrutura do artigo, são também exemplificadas as principais características técnicas do papelão ondulado e da estrutura básica da indústria. Na seção seguinte, é abordada a capacidade instalada, tanto brasileira quanto internacional, tratando as diferenças entre os tipos de papéis que formam o papelão ondulado. Na terceira seção, o mercado de papelão ondulado é tratado mais detalhadamente, abordando aspectos de demanda, produção, comércio internacional, venda de produtos acabados no mercado brasileiro e preços. Na quarta seção, são abordadas características do mercado nacional de embalagens, situando o papelão ondulado ante as outras principais matérias-primas. Na quinta seção, o tema da competitividade é abordado com maior ênfase, sendo tratadas as características da indústria nacional para cada tipo de papel que forma o papelão ondulado. Finalmente, na sexta seção, são exibidas as principais conclusões do artigo, com a seção seguinte destinada às referências bibliográficas.

¹ Segundo a consultoria RISI, em 2010, o papelão ondulado respondeu por 35% do consumo aparente global de todos os tipos de papéis.

Caracterização técnica do papelão ondulado

O papelão ondulado é um produto do setor de base florestal que é produzido com pastas celulósicas de fibras longas, oriundas tanto de fibras virgens como de fibras recicladas, sua principal matéria-prima. As principais fibras usadas no hemisfério sul para a produção desses papéis são aquelas individualizadas (e posteriormente recicladas) a partir das madeiras de *Pinus*. O papelão ondulado também é comumente chamado de corrugado. A razão para ambas as denominações é o fato de o miolo ter camadas de papel em ondas corrugadas [Foekel (2011)].

Por sua constituição simples, alta versatilidade e enormes reciclabilidade e sustentabilidade, esse produto é um dos mais empregados na fabricação de embalagens no mundo atual. Suas inúmeras vantagens resultam em uma embalagem extremamente competitiva para a função de proteção de produtos sensíveis, tais como os alimentos. O papelão ondulado também garante às caixas de transporte a resistência necessária para proteção interna, manuseio, estocagem e todos os tipos de situações que um produto embalado enfrenta desde sua origem até chegar ao consumidor final.

Essas vantagens podem ser explicadas principalmente pela disposição das camadas de papel. O papelão ondulado é basicamente formado por uma placa composta externamente por duas folhas de papel lisas, denominadas forros, capas ou *liners*. Por dentro, entre as capas, há um meio interno ondulado (o miolo do papelão), que pode ser constituído de uma ou mais camadas de papéis em onda colados aos forros externos ou mesmo a forros interiores (no caso de papelão multicamadas). O miolo tem quase sempre uma cor marrom escura, por se tratar de fibras não branqueadas de celulose. Ele garante a presença de ar na parte interna da placa, o que confere maior resistência aos choques, menores variações térmicas e evita problemas com compressões.

Quando a capa é fabricada com grande proporção de fibras virgens, essa capa denomina-se *kraftliner*. Se for fabricada principalmente com fibras recicladas, chama-se *testliner*. Apesar do grande uso de aparas de papel como fonte de fibra para a produção de ondulados, fazem-se necessários aportes de fibras virgens, mais resistentes, para agregar qualidade.

Essas fibras entram através do *kraftliner*. Já o papel *testliner* é fabricado quase exclusivamente com fibras recicladas, mas que são cuidadosamente processadas, até mesmo fracionadas, para conferirem melhor qualidade às capas. Tanto no *kraftliner* como no *testliner*, a predominância é para fibras

longas de *Pinus*, mas existem também percentagens significativas de fibras curtas de celulose de eucalipto. Já o papel miolo (*fluting*), com o qual se produz a onda, é invariavelmente produzido com papel reciclado, contendo fibras longas e curtas misturadas, podendo também ser produzido com pasta mecânica. Há ainda o *white top liner*, que é o papel branqueado fabricado com grande participação de fibras virgens.

Existem diferentes e variadas gramaturas para esses três tipos de papéis. Elas variam entre 70 e 150 g/m² para o papel miolo e entre 100 e 250 g/m² para os papéis tipo *liner*. Entretanto, para embalagens especiais, essas gramaturas podem ser substancialmente maiores. Há papéis *liner* com gramaturas acima de 300 g/m², mas existem constantes pressões dos compradores para redução dos pesos das embalagens. Essas pressões têm provocado constantes inovações para que as caixas de papelão ondulado possam ser fabricadas com papéis capa e miolo de menores gramaturas mantendo qualidade de resistência e *performance* compatível e adequada.

O equipamento-chave para a produção do ondulado é exatamente a onduladeira, definida como um conjunto de máquinas em linha que fabrica o papelão ondulado por meio de processo contínuo. Existem vários tipos de onduladeiras, que variam de acordo com o tipo de papelão ondulado que se quer produzir. Quanto mais faces e maior quantidade de paredes, mais complexa é a onduladeira, necessitando de mais espaço e tecnologia, também para evitar desperdícios e não conformidades. As onduladeiras também podem produzir ondas de tamanho variado, as quais são classificadas conforme normalização.

De acordo com a terminologia da NBR 5985 utilizada pela Associação Brasileira de Papelão Ondulado (ABPO), os papéis ondulados são classificados como:

- **Face simples:** estrutura formada por um elemento ondulado (miolo) colado a um elemento plano (capa).
- **Parede simples:** estrutura formada por um elemento ondulado (miolo) colado, em ambos os lados, a elementos planos (capas).
- **Parede dupla:** estrutura formada por três elementos planos (capas) colados a dois elementos ondulados (miolos) intercaladamente.
- **Parede tripla:** estrutura formada por quatro elementos planos (capas) colados em três elementos ondulados (miolos) intercaladamente.

- **Parede múltipla:** estrutura formada por cinco ou mais elementos planos (capas) colados a quatro ou mais elementos ondulados (miolos) intercaladamente.

Além disso, as ondulações, número de ondas, larguras e espessura dessas ondas são padronizadas e variam de acordo com o produto que se deseja proteger. Os forros geralmente possuem coloração marrom, porém existem mosqueados em branco na parte externa ou totalmente brancos (pintados ou então com uma camada de celulose mais clara), podendo também ter 100% de fibras recicladas em sua constituição.

Existe ainda o papelão micro-ondulado, em que a onda do miolo fica com uma espessura diminuta, o que lhe permite receber impressões flexográficas mais sofisticadas. Atualmente, as ondas menores de embalagens com micro-ondulado estão em 0,3 milímetro de altura. O micro-ondulado tem aplicação nos segmentos de alimentos, fruticultura, perfumarias e cosméticos, produtos farmacêuticos, higiene e limpeza, eletroeletrônicos, informática, brinquedos, entre outros. Na outra ponta, estão as embalagens formadas com ondas altas no miolo, com cerca de quatro, seis e até sete milímetros de altura. Essas “superondas” são mais usadas em composições de paredes duplas e triplas, destinando-se à produção de embalagens extra-grandes, capazes de transportar volumes em toneladas.

A embalagem de papelão ondulado pode ser pintada, tornando o pacote mais atrativo aos olhos do consumidor. Grande parte das tintas, colas e materiais auxiliares de empacotamento são atóxicos para permitir uma reciclagem mais sadia, o que constitui outra vantagem ambiental dos papelões. Muitos dos produtos embalados pelo papelão ondulado têm em suas caixas a única mídia de propaganda impressa de que dispõem.

A reciclagem é outro ponto positivo importante na escolha dessa embalagem. As embalagens de corrugados são biodegradáveis e permitem o total reaproveitamento depois do descarte. No Brasil, segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa) referentes ao ano de 2009, a taxa de recuperação de ondulados e *kraft* foi de 71,1%,² a maior entre todos os tipos de papel (os papéis ondulados responderam por 63,1% do total de aparas consumidas no país).

² A Bracelpa não divulga a taxa de recuperação apenas do ondulado (o *kraft* mencionado na estatística refere-se também ao utilizado em sacos e embalagens). Segundo Celso Foekel, a taxa de recuperação do ondulado no Brasil, em 2005, foi de 75%.

Apesar do incentivo às maiores taxas de reciclagem do papel, a legislação brasileira e a internacional são rigorosas quanto à utilização de papelões reciclados que contenham contaminações (o que é comum pela forma como o papel é descartado, coletado e manuseado) para embalagem e transporte de alguns tipos de alimentos. Há, por essa razão, casos onde a exigência do mercado é pelas fibras virgens, mais limpas e menos contaminadas pelo uso e manuseio.

Caracterização da indústria nacional

A indústria de papel ondulado é composta por segmentos que apresentam complexas relações verticais e horizontais entre si [Saes (2005)]. A complexidade deve-se principalmente à estrutura bastante diversa dos fornecedores de sua matéria-prima, que pode ser caracterizada por um *mix* de fibra virgem e reciclada. Existe um número reduzido de empresas no setor que integram em seu processo produtivo desde a floresta até as caixas de papelão ondulado. Esse fato é decorrente da presença de grandes barreiras à entrada, que são causadas pela especificidade do ativo “floresta”, além da alta escala com que essas indústrias operam, levando à necessidade de grandes investimentos iniciais. No Brasil, as principais empresas que produzem *kraftliner* são a Klabin, a Rigesa e o Grupo Orsa.

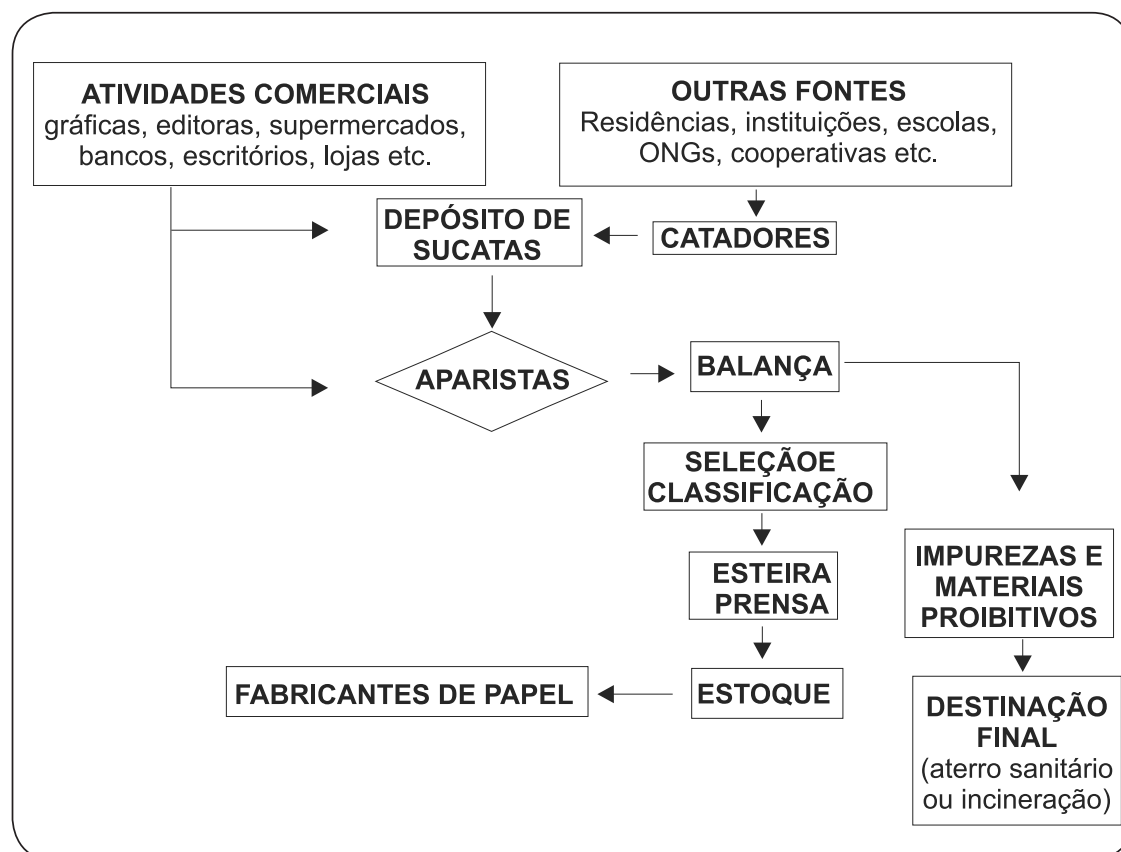
Já o fornecimento de reciclado contrasta com a estrutura hierárquica descrita. O reciclado é adquirido de aparistas, os quais têm uma estrutura horizontal informal muito bem estruturada. A estrutura inicia-se nos acordos informais entre funcionários de limpeza de residências e/ou de escritórios com catadores de papel. Depois, passa por pequenas empresas, em sua maioria informais, chamadas de “sucateiras”, que adquirem o produto e o encaminham para os aparistas, os quais têm contato com as empresas de papel ondulado (Figura 1).

Além das grandes empresas integradas verticalmente, existem também médias e pequenas empresas que adquirem no mercado o *kraftliner*, que, juntamente com o reciclado, fabricam o ondulado. A onduladeira é o principal equipamento da fábrica: ondula a folha de papel e cola-a com duas outras folhas planas. Segundo a ABPO, em 2003, 78 empresas do setor possuíam onduladeiras.³ Vale observar que essas empresas, além de compradoras do

³ Em seu relatório estatístico mais recente, a ABPO não informou qual o número de empresa que possui onduladeiras. Entretanto, ela divulga o número total de onduladeiras em atividade. Como referência, esse número foi de 136 em 2005 e 149 em 2010, o que mostra a grande pulverização desse mercado.

kraftliner das empresas integradas, podem também se tornar suas concorrentes em determinados mercados. Esse é um segmento com um grande número de empresas, que, apesar de necessitar de investimentos maiores do que o das empresas de cartonagens, requer investimentos bem menores do que o de outros tipos de papel, como os de imprimir e escrever ou mesmo de *kraftliner*.

Figura 1 | Fluxograma do processo de comercialização de aparas



Fonte: Associação Nacional dos Aparistas de Papel (Anap).

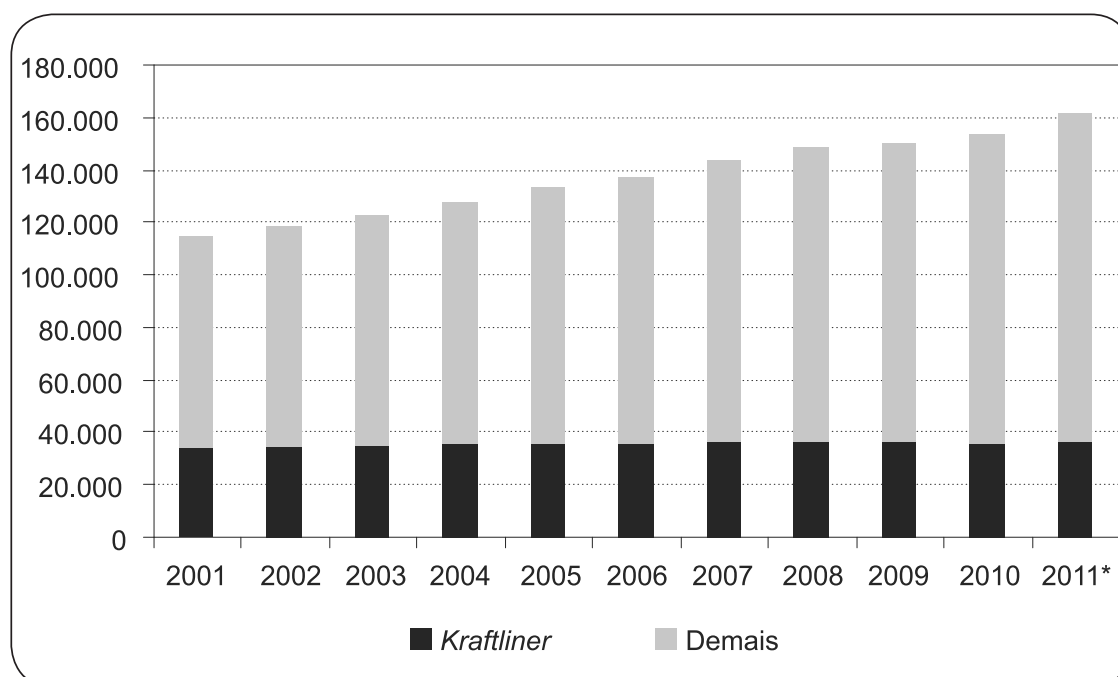
Finalmente, também participam dessa indústria as empresas de cartonagens – empresas que adquirem chapas de papel ondulado para fabricação de caixas de papelão ondulado. A entrada nesse segmento é facilitada pelo baixo investimento (quando comparado ao das demais empresas fabricantes de embalagem) e por essas empresas geralmente se especializarem em segmentos de mercados de pequeno porte que, na maioria das vezes, não são interessantes para as de grande porte, as quais costumam trabalhar com grandes escalas. Por isso, as empresas de cartonagens dificilmente serão concorrentes das grandes empresas, mas podem ser das médias.

Capacidade instalada de papelão ondulado

Capacidade global de papéis para produção de papelão ondulado

Segundo a consultoria RISI, a capacidade instalada de papéis para fabricação de embalagens de papelão ondulado⁴ no mundo deve encerrar 2011 em 161 bilhões de toneladas/ano (Gráfico 1). O crescimento na capacidade mundial foi de 3,5% a.a. nos últimos dez anos (considerando o valor esperado para 2011). Entretanto, esse crescimento não foi igual para todos os tipos de papéis: a capacidade instalada de *kraftliner* expandiu-se em apenas 0,5% a.a., enquanto os demais tipos de papéis cresceram a uma taxa de 4,5% a.a.

Gráfico 1 | Capacidade instalada de papéis para produção de papelão ondulado no mundo (em mil toneladas)



Fonte: RISI.

* Valor esperado.

Os avanços tecnológicos que tornaram possível produzir papéis do tipo *liner* de alta qualidade com aparas de papel (ainda que eventualmente com

⁴ Os números da RISI proporcionam uma visão da produção de papéis destinados a formar o papelão ondulado, o que não os torna diretamente comparáveis à capacidade de produção de chapas de papelão ondulado, uma vez que uma parte desse papel é destinada ao comércio internacional (em especial o *kraftliner*), além de ocorrerem perdas no processo de produção das chapas de papelão ondulado.

alguma adição de fibras virgens) trouxeram uma mudança nos padrões de investimentos. Na última década, a expansão de capacidade concentrou-se em regiões com maiores taxas de crescimento, ainda que a produção tenha se baseado em aparas de papel importadas como fonte de fibras. Essa tendência deve continuar nos próximos anos. Entretanto, aumentam as preocupações sobre a viabilidade no longo prazo de uma expansão baseada apenas em papel reciclado, dada a deterioração da fibra ao ser reciclada diversas vezes. A RISI acredita que, em algum momento, vai emergir uma demanda por fibra virgem (seja diretamente, por meio da importação de *kraftliner*, ou indiretamente, pela importação de celulose para produzir localmente o *kraftliner*).

Em relação à distribuição geográfica, as regiões de maior capacidade instalada atualmente são a Ásia e a Oceania, seguidas da Europa e da América do Norte. Em 2011, a China deve responder por 27,6% da capacidade instalada mundial, sendo o maior país produtor (Tabela 1).

Esse é um mercado muito fragmentado, em que a maior empresa do mundo, a International Paper, responde por apenas 5,6% da capacidade mundial instalada. As cinco maiores empresas, juntas, detêm 20,3% da capacidade mundial instalada. Se for considerado somente o *kraftliner*, a concentração é maior – as cinco maiores empresas detêm 46% da capacidade mundial instalada.

Já a América Latina responde por apenas 5,9% da capacidade mundial, com destaque para o Brasil, responsável por metade da capacidade instalada da região. O crescimento da capacidade instalada no país, nos últimos dez anos, foi de 4,2% a.a., acima da média mundial, puxado pelo aumento da demanda interna.

Capacidade brasileira de papéis para produção de papelão ondulado

A capacidade instalada nacional é liderada pelo *kraftliner*, com 40% do total, seguido pelo miolo, com 39%, pelo *testliner*, com 16,4%, e pelo *white top liner*, com 3,7% (Tabela 2). Pode-se observar um crescimento do *kraftliner* (2,6% a.a.), diferindo da quase estagnação da capacidade mundial desse tipo de papel. Entretanto, o padrão de crescimento desse tipo de papel ainda foi inferior ao dos demais tipos (5,6% a.a.).

Se forem observadas as capacidades instaladas por empresa e por tipo de papel, é possível visualizar uma concentração maior na produção de

Tabela 1 | Capacidade instalada de papéis para produção de papelão ondulado no mundo (em bilhões de t/ano)

Região	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	CAGR 01/11 %	Total em 2011 %
América do Norte	37,2	36,9	36,2	36,1	36,2	35,4	35,4	36,1	36,0	34,3	34,9	(0,7)	21,6
Europa	27,7	28,6	29,2	29,6	30,9	31,6	32,2	32,6	32,6	33,8	34,5	2,2	21,4
Ásia e Oceania	41,1	44,1	47,5	51,3	55,0	58,6	63,8	67,1	68,3	71,5	77,3	6,5	48,0
China	14,6	16,8	20,0	23,0	26,2	29,1	33,4	36,1	37,5	39,8	44,4	11,8	27,6
América Latina	6,4	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1	8,3	8,8	8,8	9,0	9,6	4,1	5,9
Brasil	3,1	3,3	3,4	3,6	3,6	3,7	3,9	4,2	4,2	4,4	4,7	4,2	2,9
África	1,7	1,7	1,9	2,0	2,1	2,0	2,3	2,6	2,6	2,8	2,9	5,4	1,8
Oriente Médio	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,5	1,8	2,1	13,7	1,3
Total	114,8	118,8	122,8	127,4	133,0	137,0	143,4	148,7	149,9	153,3	161,3	3,5	100,0

Fonte: RISI.

* Valor esperado.

Tabela 2 | Capacidade instalada de papéis para produção de papelão ondulado no Brasil (em milhões de t/ano)

Tipo	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	CAGR 01/11 %	Total em 2011 %
<i>Kraftliner</i>	1.486	1.456	1.536	1.616	1.677	1.697	1.743	1.867	1.832	1.858	1.916	2,6	40,81
Demais	1.613	1.833	1.894	1.959	1.952	2.028	2.143	2.318	2.374	2.515	2.778	5,6	59,19
Miolo	1.180	1.255	1.285	1.300	1.345	1.400	1.445	1.560	1.545	1.607	1.831	4,5	39,01
<i>Testliner</i>	385	460	475	525	475	500	545	605	675	735	772	7,2	16,46
<i>White top liner</i>	49	119	134	134	132	128	153	153	153	173	175	13,7	3,72
Total geral	3.100	3.290	3.430	3.575	3.630	3.725	3.886	4.185	4.205	4.372	4.694	4,2	100,00

Fonte: RISI.

* Valor esperado.

kraftliner do que na de *testliner* ou na do miolo, o que é explicado pela necessidade de formar uma base florestal para a produção de fibra virgem. Segundo dados da RISI,⁵ Klabin, Rigesa e Orsa respondem por cerca de 82% da capacidade instalada nacional de *kraftliner*. Já no caso do *testliner* e do miolo, as três maiores empresas respondem por cerca de 31%. O *white top liner*, que é a capa branqueada, fabricada com grande participação de fibras virgens, tem concentração semelhante à do *kraftliner*.

Considerando os quatro tipos de papel que formam o papelão ondulado, é possível observar que, apesar de as três maiores empresas deterem 41% da capacidade instalada (ver Tabela 3), esse ainda é um mercado muito fragmentado. A RISI lista 45 empresas produtoras de algum tipo de papel que forma o papelão ondulado. A produção de miolo é a que concentra o maior número de empresas (39). Segundo ABPO, o Brasil possuía 149 onduladeiras em atividade, em 2010.

Tabela 3 | Capacidade instalada de papéis para produção de papelão ondulado no Brasil, por empresa, em 2011 (em mil toneladas)

Empresa	Total	% total
Klabin	1.059	9,8
Rigesa	476	4,4
Orsa	365	3,4
Artivinco	309	2,9
Inpa	255	2,4
Trombini	197	1,8
Paraibuna	130	1,2
Penha	120	1,1
Celulose Irani	120	1,1
Fernandez	110	1,0
Demais empresas	1.501	13,9
Total	4.643	43,0

Fonte: RISI.

Essa produção é muito concentrada nas regiões Sul e Sudeste. São Paulo é o estado com maior capacidade de produção, com 34% do total, seguido por Santa Catarina (24%), Paraná (18%) e Minas Gerais (12%). O Rio de

⁵ As estimativas da RISI sofrem uma margem de erro, em especial por as máquinas poderem produzir mais de um tipo de papel e por muitas empresas, pequenas e fechadas, não divulgarem mudanças em suas capacidades produtivas.

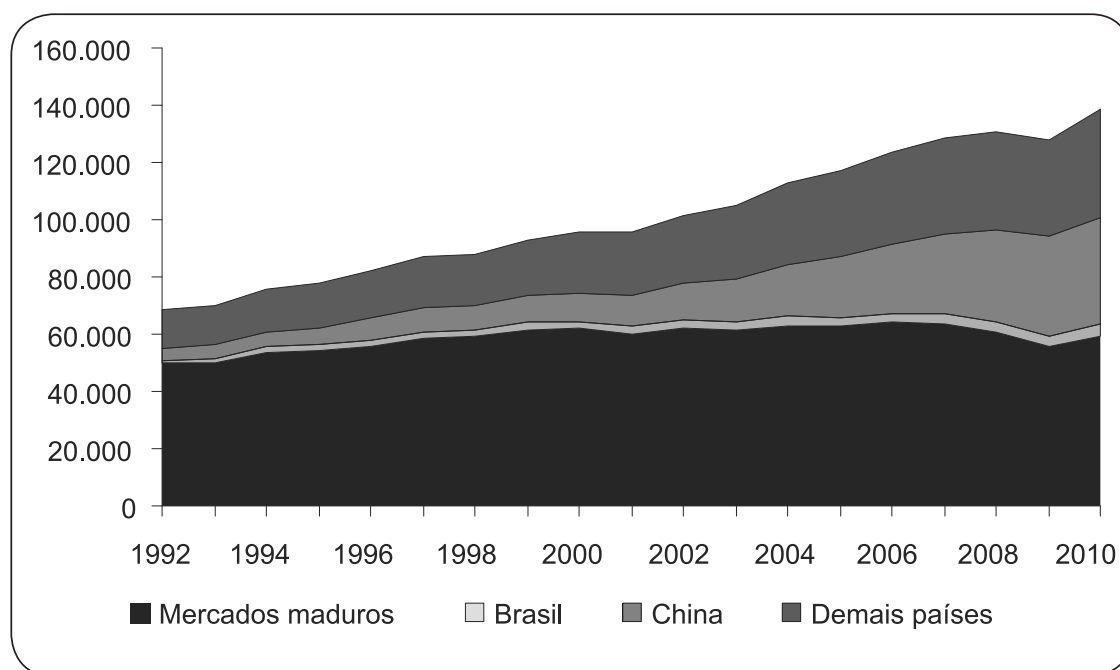
Janeiro, quinto maior estado produtor, responde por apenas 3% da capacidade instalada nacional. Uma explicação para tal fenômeno é a concentração da produção industrial (em especial em São Paulo) e de áreas plantadas de *Pinus* (em Santa Catarina e Paraná).

O mercado de papelão ondulado

Demanda

A demanda global por papéis para produção de papelão ondulado cresceu a uma taxa média de 4% a.a. entre 1992 e 2010. Entretanto, o crescimento não se distribuiu de forma igual entre as regiões (Gráfico 2). Enquanto em mercados maduros (América do Norte, Europa Ocidental, Japão e Oceania) o crescimento médio foi de apenas 1% a.a., no resto do mundo o crescimento médio no período foi de 8,2% a.a. (com destaque para a China, com crescimento médio de 13,2% a.a.). Desde 2007, a demanda dos países emergentes superou a dos desenvolvidos e a diferença tem crescido desde então.

Gráfico 2 | Consumo aparente de papéis para produção de papelão ondulado, por região (mil toneladas)

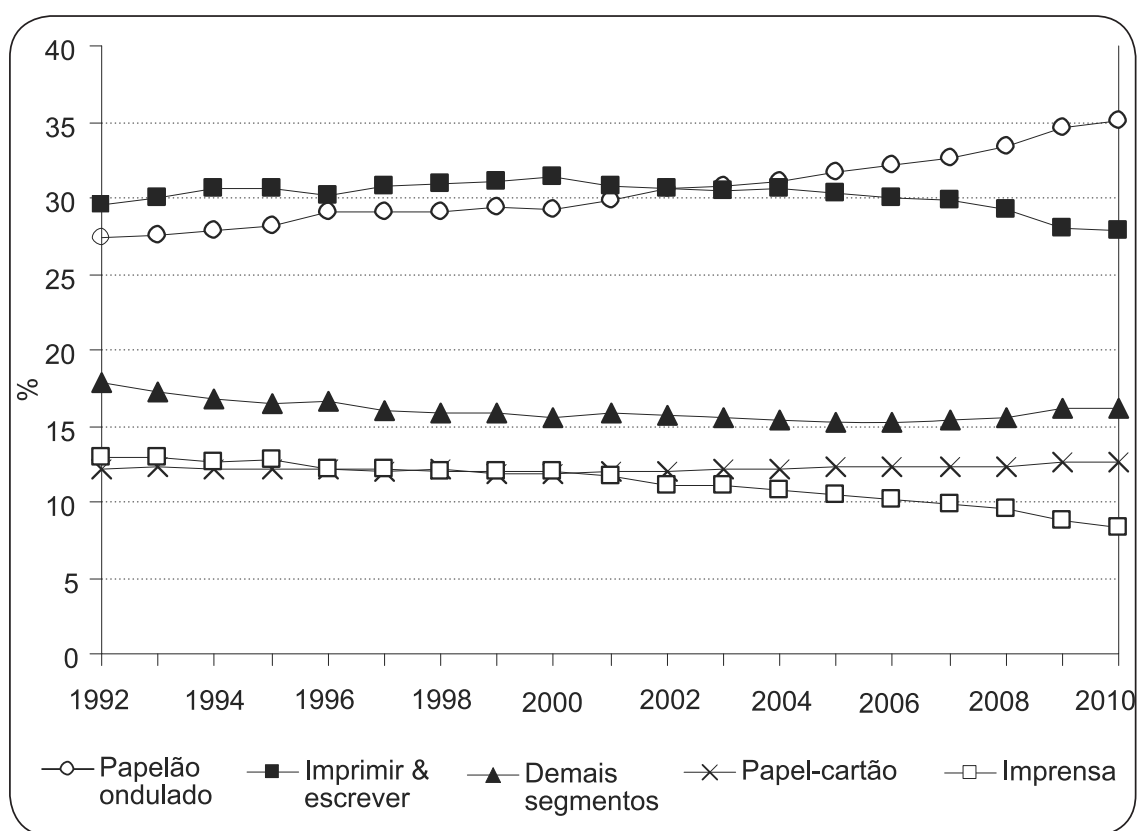


Fonte: RISI.

Segundo números da RISI, a demanda global de papéis para fabricação de papelão ondulado superou a demanda por papéis de imprimir e escrever em 2003, tornando-se o tipo de papel mais consumido no mundo (Gráfico 3).

Essa tendência deve se acentuar, já que as perspectivas para os papéis de imprimir e escrever são negativas em função da concorrência com as mídias digitais, contrastando com as perspectivas favoráveis ao papelão ondulado, tais como maior produção industrial em países em desenvolvimento e crescimento do comércio internacional de mercadorias e alimentos como frutas e vegetais. Entretanto, o papelão ondulado também enfrenta pressões negativas, tais como: a concorrência com outros materiais de embalagem (em especial o plástico), a redução na gramatura e os esforços para redução no uso de embalagens.

Gráfico 3 | Consumo aparente de papéis no mundo, por segmento



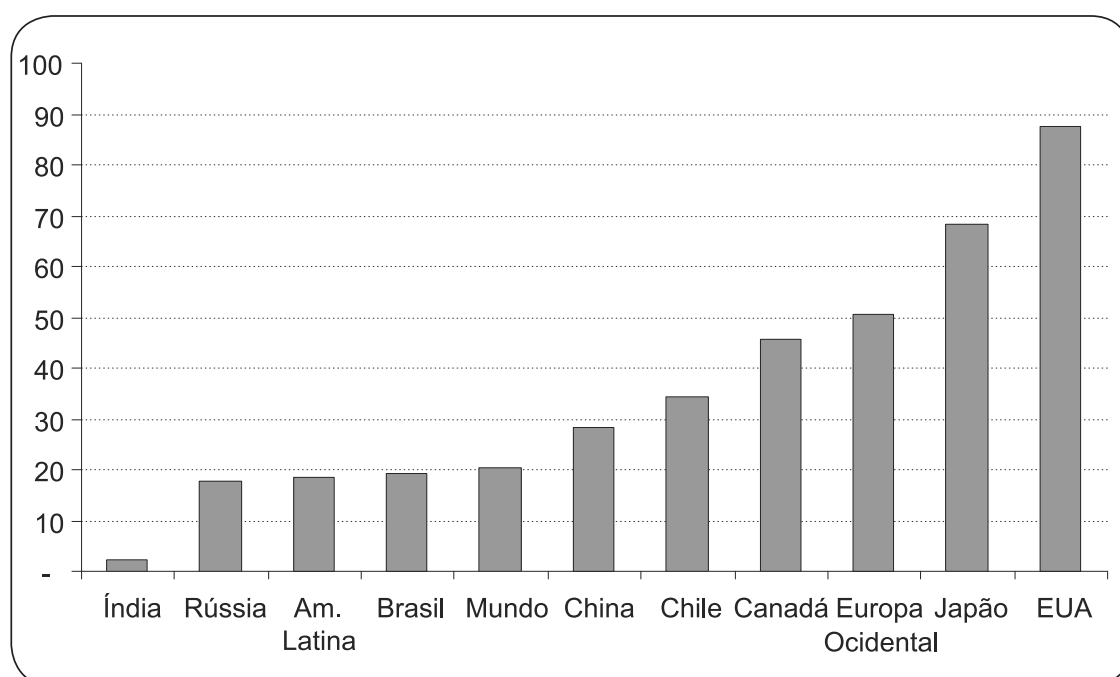
Fonte: RISI.

Na América Latina, a demanda por papelão ondulado cresceu à taxa média anual de 6,4% durante a década de 1990, mas reduziu sua expansão para 4,4% de crescimento de 2001 a 2010. Essa moderação reflete tanto o padrão desigual de crescimento econômico na região na última década, como também certa maturação dos mercados. Com a desaceleração das economias norte-americana e europeia em 2008-2009, a demanda regional recuou 5,5% em 2009. No entanto, em 2010, essa se recuperou fortemente, com aumento

de 11,4%, elevando a demanda total da região para 10,9 milhões de toneladas (equivalente a 7,9% do total mundial). No Brasil, o crescimento médio na década de 2000 foi de 4,2% a.a. e, em 2010, o país respondeu por cerca de 35% do consumo do mercado latino-americano.

Analisando o consumo aparente *per capita* em 2010, é possível observar que o desempenho do Brasil foi muito semelhante à média da América Latina e à do mundo (em torno de 19 kg por habitante) (Gráfico 4).

Gráfico 4 | Consumo (kg) *per capita* de papéis para produção de papelão ondulado, em regiões e países selecionados

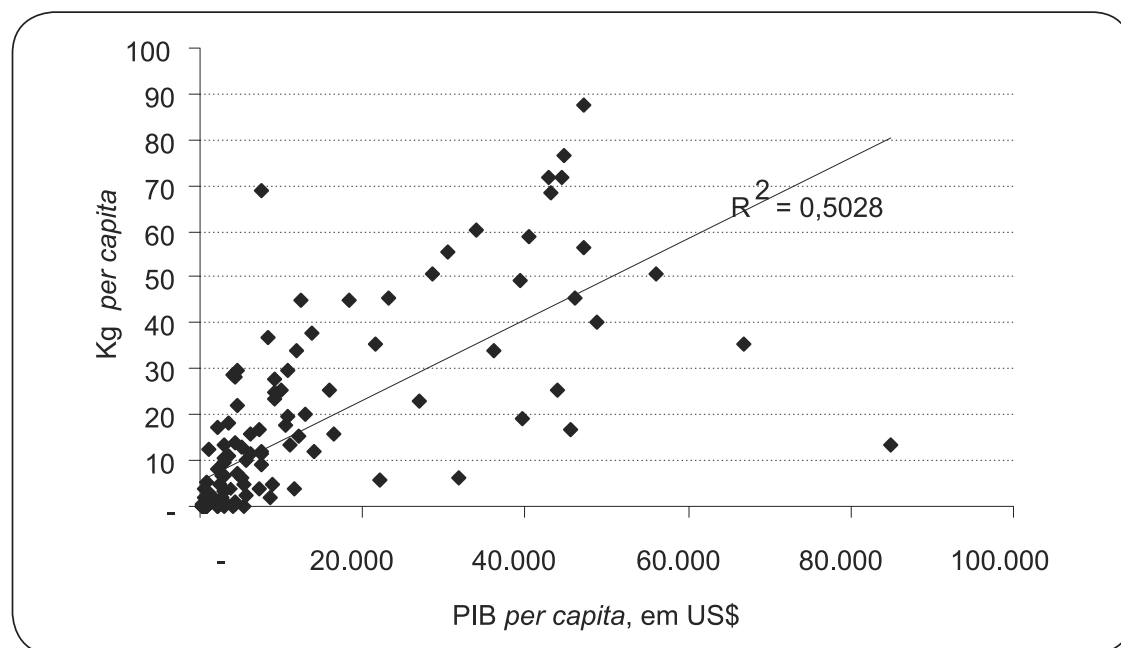


Fonte: Elaboração própria, com base em dados de RISI e Banco Mundial.

No entanto, o desempenho foi bem inferior a outros países em desenvolvimento, como Chile (76% superior ao do Brasil) e China (46% superior). Quando um país exporta um produto, a embalagem daquele produto entra nas estatísticas como consumo interno e não como exportação. Isso ajuda a explicar a fraca relação entre renda e consumo de papelão ondulado (em relação aos demais tipos de papéis) e porque a China, cujo PIB *per capita* é inferior ao do Brasil, tem um consumo de papelão ondulado *per capita* bem superior (gráficos 5 e 6). Além do nível de comércio internacional, o tipo de produto comercializado também vai influir nas taxas de consumo do país. No caso do Brasil, cinco *commodities* –

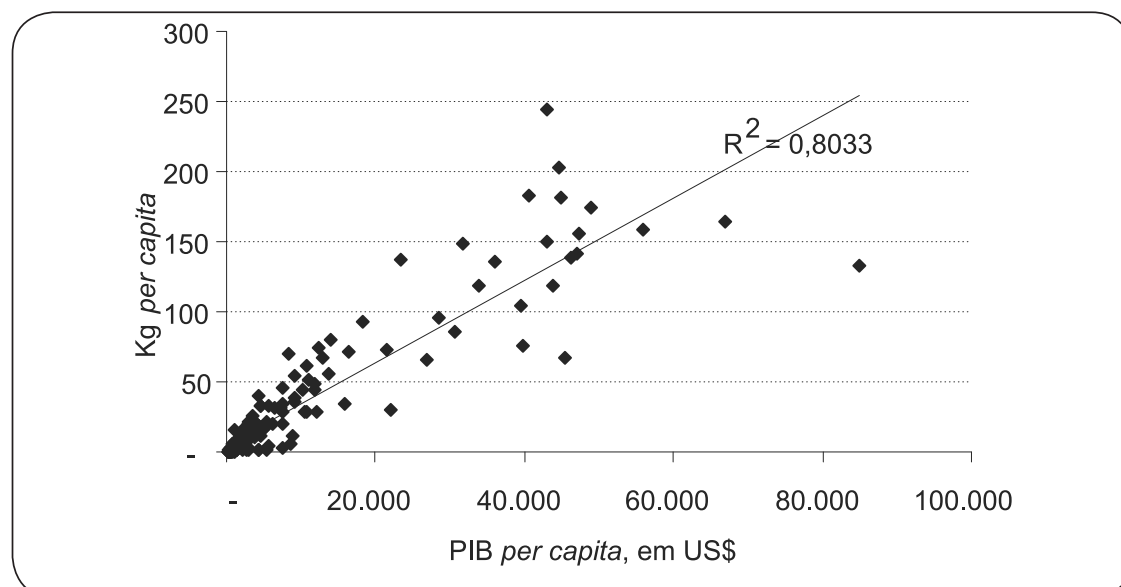
minério de ferro, petróleo em bruto, soja (grão, farelo e óleo), açúcar (bruto e refinado) e complexo carnes – responderam por 43,4% das exportações brasileiras em 2010 [Lamucci (2011)]. E nenhuma dessas *commodities* utiliza papelão ondulado como embalagem.

Gráfico 5 | Consumo (kg) *per capita* de papéis para produção de papelão ondulado e PIB *per capita* medido em US\$ nos principais países do mundo



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de RISI e Banco Mundial.

Gráfico 6 | Consumo (kg) *per capita* de todos os tipos de papéis, exceto os destinados à produção de papelão ondulado, e PIB *per capita* medido em US\$ nos principais países do mundo



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de RISI e Banco Mundial.

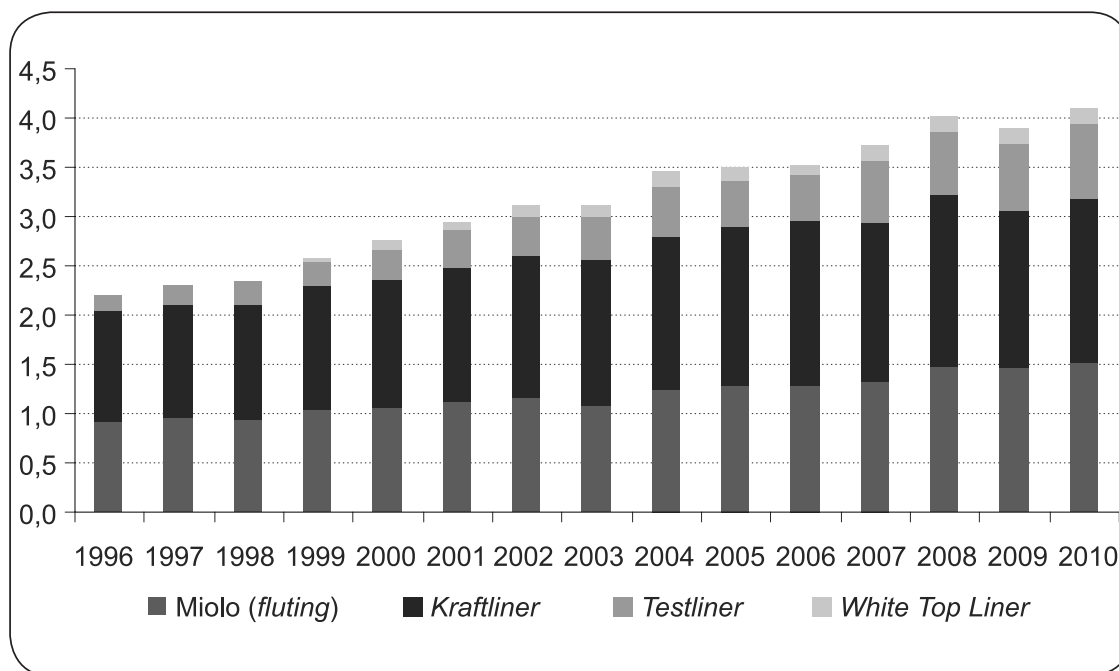
Produção

Segundo a RISI, no mundo, a produção de papéis para a fabricação de papelão ondulado acompanhou o ritmo da demanda, apresentando um crescimento médio anual no período de 1992 a 2010 de 3,9% a.a. Nos últimos dez anos (2000 a 2010), o crescimento mostrou aceleração semelhante, de 3,8% a.a.

No Brasil, entre 1992 e 2010, o crescimento foi mais acelerado, de 5,3% a.a. Já no período de 2000 a 2010, houve uma pequena desaceleração nessa taxa, que foi de 4,1% a.a. Entretanto, esse crescimento não se distribuiu de forma igual entre todos os tipos de papéis. Segundo dados da Bracelpa, de 2000 a 2010 o *testliner* teve crescimento mais acelerado, de 10,2% a.a., seguido pelo *white top liner* (5,4% a.a.), miolo (3,6% a.a.) e *kraftliner* (2,4% a.a.).

Analisando a evolução da produção nacional (Gráfico 7), é possível observar que, à exceção de 2009, houve crescimento em todos os anos (ainda que próximo de zero, como em 2003). No ano de 2010, houve uma forte recuperação, com a produção crescendo 5,3% acima da de 2009.

Gráfico 7 | Produção de papéis destinados à formação de papelão ondulado no Brasil (em milhões de toneladas)



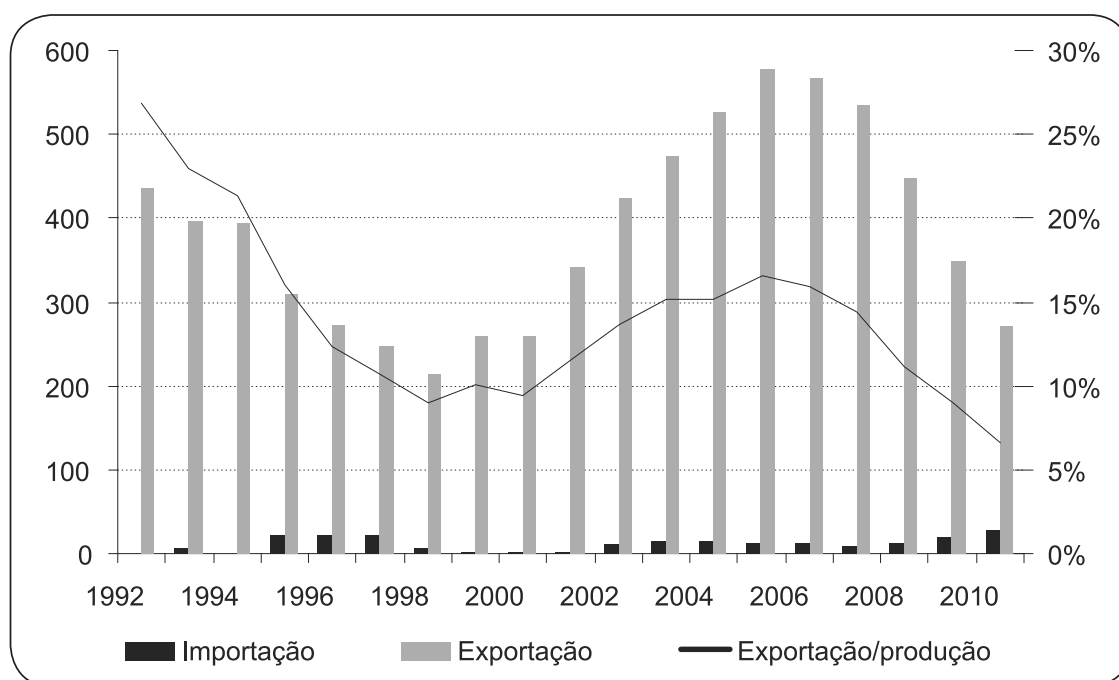
Fonte: Bracelpa.

Comércio internacional

O comércio internacional de papéis para produção de papelão ondulado é modesto em relação ao tamanho do mercado. Como um percentual da demanda global, o comércio mundial se manteve estável, entre 13% e 14%, nas décadas de 1970 e 1980. O comércio aumentou substancialmente durante os anos 1990 em decorrência das exportações de *kraftliner* da América do Norte e dos países nórdicos para regiões pobres em fibras. O comércio internacional chegou a 18,2% da demanda global em 2000, mas vem se reduzindo gradualmente desde então. A grande expansão de capacidade de *kraftliner* e *testliner* na Ásia e na Europa Oriental vem reduzindo o percentual importado dessas regiões.

Na América Latina, o Brasil é o único país que vem desfrutando de um superávit comercial consistente ao longo dos últimos anos, em virtude da existência de algumas modernas fábricas de *kraftliner* que conseguem exportar de forma competitiva. Entretanto, esse superávit (relacionado diretamente às exportações, já que as importações são muito pequenas) mostrou movimentos cíclicos, ao contrário da produção, que exibiu crescimento quase contínuo. Assim, as exportações, que chegaram a representar 27% da produção em 1992, atingiram, em 2010, o menor valor da série histórica, de apenas 7% (Gráfico 8).

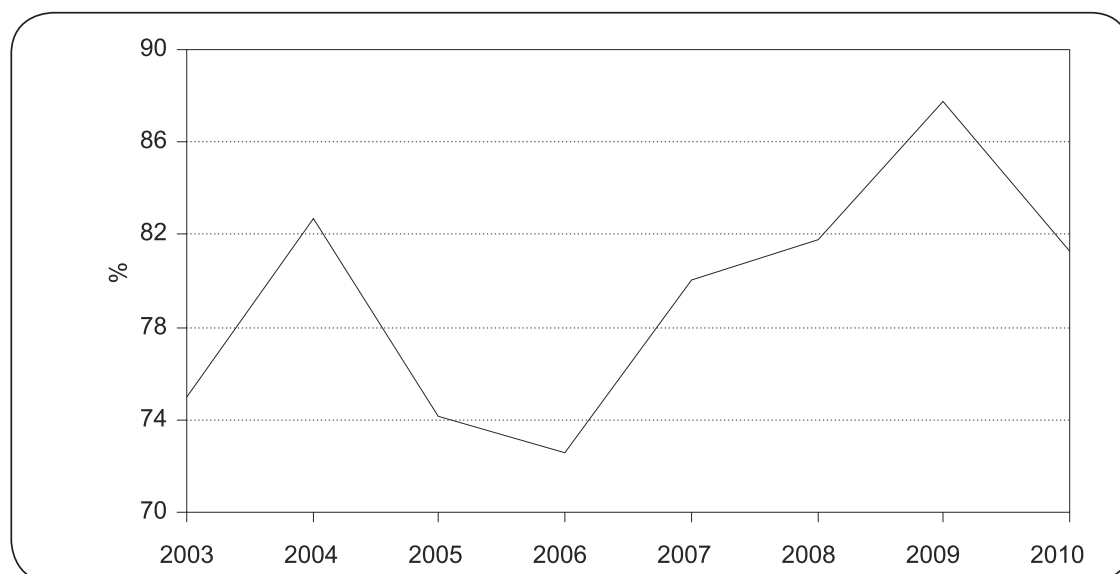
Gráfico 8 | Comércio exterior de papéis para produção de papelão ondulado no Brasil (em mil toneladas)



Fonte: RISI.

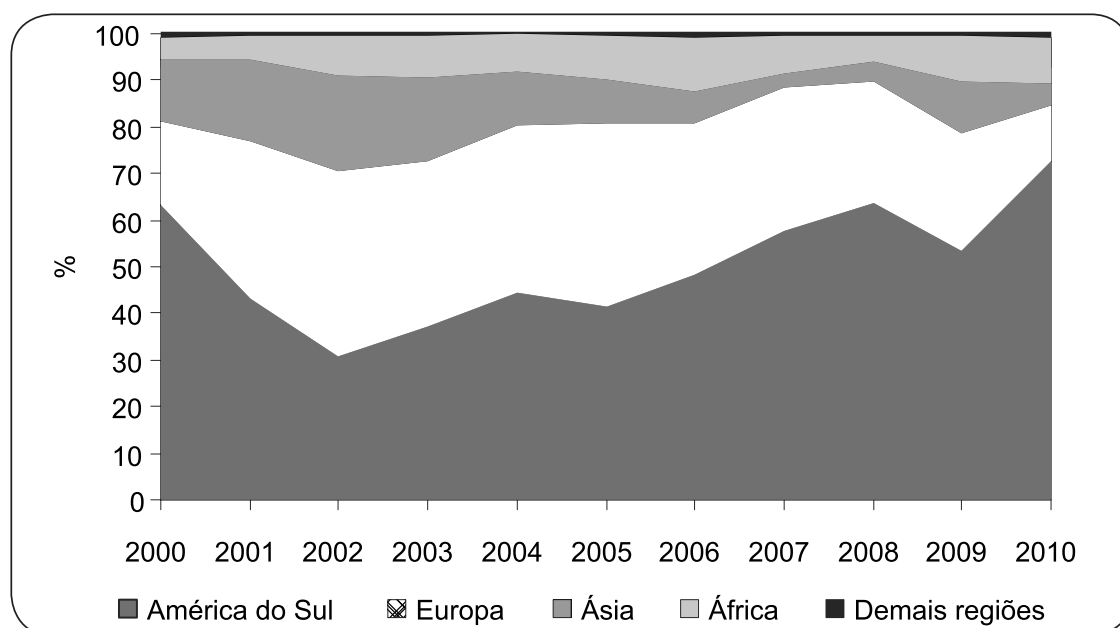
O real valorizado e o mercado interno aquecido contribuíram para esse cenário. De 2003 a 2010, as exportações de *kraftliner* da Klabin têm sido responsáveis por, em média, 79% das exportações nacionais de todos os tipos de papéis destinados à fabricação de papelão ondulado (Gráfico 9).

Gráfico 9 | Exportações de *kraftliner* da Klabin sobre o total exportado de papéis para fabricação de papelão ondulado



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Klabin e RISI.

Gráfico 10 | Destinação das exportações brasileiras de papéis para produção de papelão ondulado



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da AliceWeb.

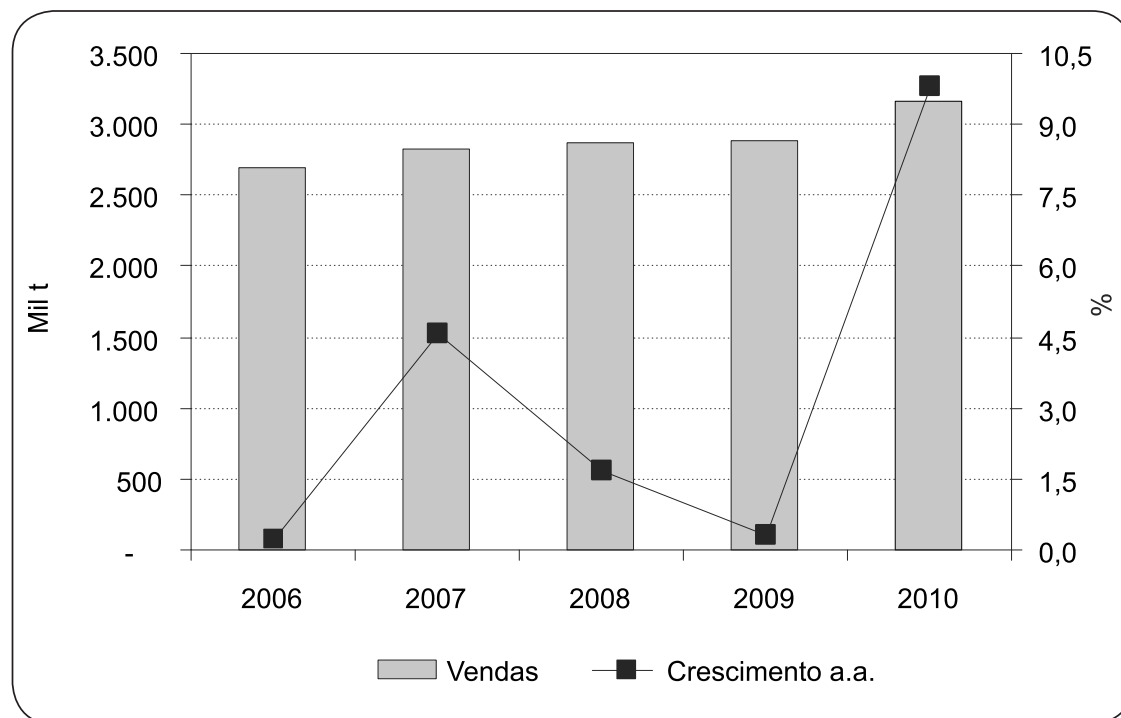
Ao analisar a destinação das exportações brasileiras (Gráfico 10), é possível observar que a América do Sul foi o principal destino. De 2000 a 2010, essa região recebeu cerca de 50% das exportações brasileiras, seguida pela Europa (30%), Ásia (11%) e África (8%).

Expedições brasileiras de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado

A ABPO fornece os dados referentes à produção final de papelão ondulado, o que a diferencia da RISI, focada na produção de cada tipo de papel que vai compor a chapa de papelão ondulado.

É possível observar, analisando as vendas dos últimos cinco anos, que o crescimento médio no período foi de 3,3% a.a. O ano de 2010 foi um ano muito positivo para a indústria, com as vendas chegando a 3,1 milhões de toneladas, o que representou um expressivo aumento de 9,8% sobre 2009 (Gráfico 11).

Gráfico 11 | Expedições de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil

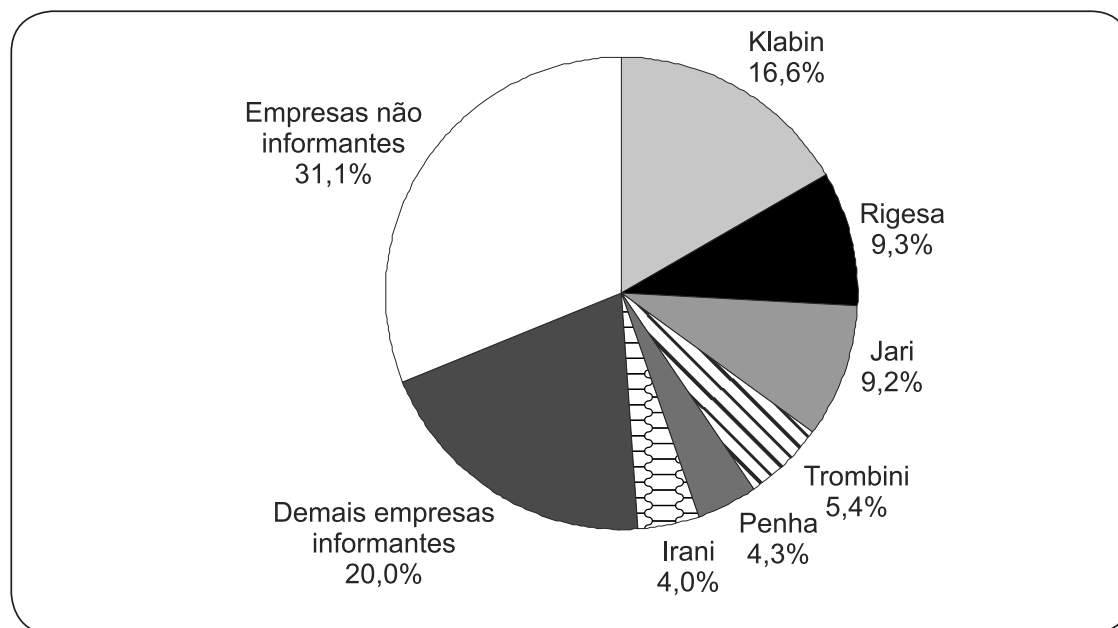


Fonte: ABPO.

A abertura das vendas de produtos acabados por empresa revela, novamente, a grande fragmentação do mercado, à exceção de algumas poucas

empresas de maior porte, como Klabin, Rigesa, Jari (Grupo Orsa), Trombini, Penha e Irani, que detêm, conjuntamente, 45% de *market share*. Das empresas informantes à ABPO, a menor detém apenas 0,12% de *market share* e ABPO estima que 31% das vendas no mercado nacional ocorreram por empresas não informantes (Gráfico 12).

Gráfico 12 | Expedições de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil, em 2010, por empresa



Fonte: ABPO.

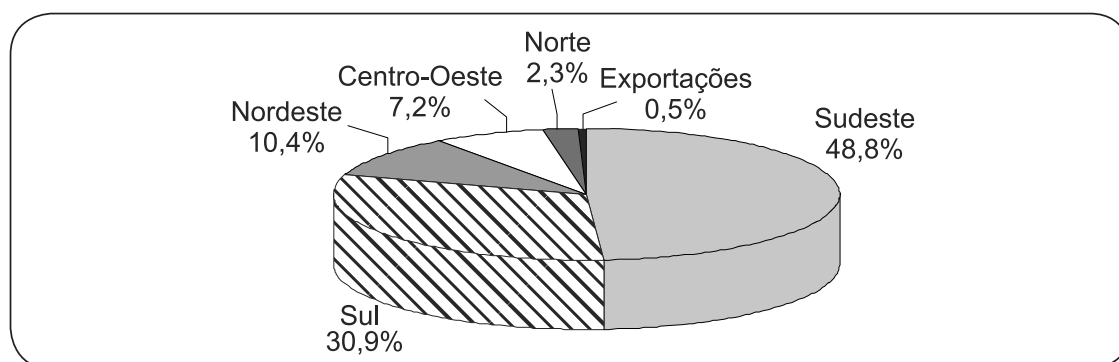
Analisando a distribuição geográfica das vendas, em 2010 (Gráfico 13), é possível observar uma forte concentração no Sul e Sudeste, regiões de maior renda e produção industrial. Já as exportações respondem por apenas 0,5% das vendas, contrastando com os 7% de exportações de papéis destinados à fabricação do papelão ondulado. Isso ocorre porque o papelão ondulado contém muito ar em sua estrutura, o que encarece o frete.

A demanda por embalagens de papelão ondulado é bastante dispersa entre os setores econômicos do país, razão que leva muitos analistas de mercado a utilizar a produção e as vendas de papelão ondulado como um previsor de atividade econômica.

Entre os principais setores demandantes, destaca-se o de produtos alimentícios, com 46,1% das expedições de papelão ondulado. A horticultura, a floricultura e a fruticultura também têm um peso importante, com 7,4%

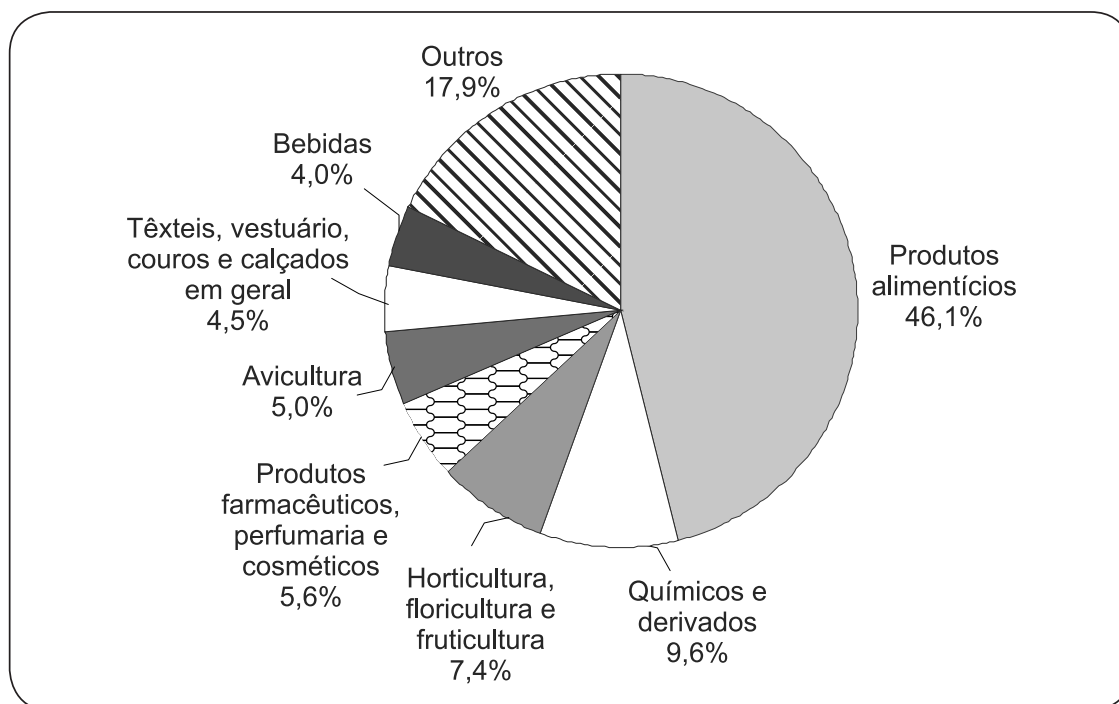
do total. Celso Foekel cita alguns estudos que indicam que a caixa de papelão ondulado é o melhor material para embalagem (comparativamente ao plástico e à madeira) para proteger frutas e hortaliças. Considerando ainda o que o setor de avicultura responde por 5% do total, é possível observar que o setor de alimentos é responsável por, pelo menos, 59% da destinação das caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil.

Gráfico 13 | Destinação regional das expedições de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil, em 2010



Fonte: ABPO.

Gráfico 14 | Destinação setorial das expedições de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil, em 2010

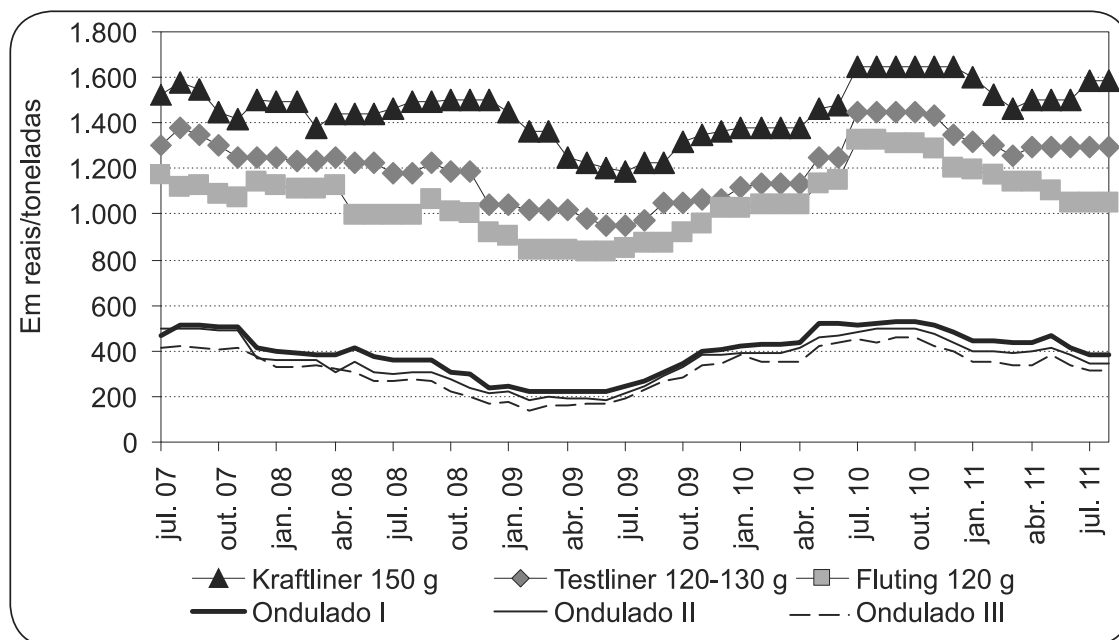


Fonte: ABPO.

Preços

Os dados referentes aos preços de *kraftliner*, *testliner*, *fluting* (miolo)⁶ e de um dos principais insumos de produção de papelão ondulado, suas próprias aparas,⁷ no Brasil, demonstram que os preços se movem de forma correlacionada, ainda que respeitando a hierarquia de qualidade do produto. De acordo com o Gráfico 15, de julho de 2007 a agosto de 2011, os preços praticados pelo *kraftliner* foram, em média, 21% superiores aos do *testliner*, que por sua vez foram, em média, 14% superiores à do miolo. Já em relação ao Ondulado I, o preço do miolo foi, em média, 178% superior durante o período analisado.

Gráfico 15 | Preços de papéis para produção de papelão ondulado e suas aparas no Brasil



Fonte: RISI.

Como esperado, a correlação entre produtos substitutos (caso do *kraftliner* com o *testliner* e dos três tipos de aparas de papelão ondulado entre si) é maior (Tabela 4). Já o *kraftliner* tem uma correlação mais baixa com as aparas, o que é explicado pela predominância de utilização de fibras virgens em sua produção.

⁶ Preços líquidos (não incluem impostos ou fretes).

⁷ As aparas de papelão ondulado são divididas em três categorias, de acordo com sua qualidade, ou seja, pela presença de contaminantes, como tintas e colas. As do tipo I são de maior qualidade e as do tipo III são de pior qualidade. Os preços de aparas referem-se aos preços na cidade de São Paulo.

Tabela 4 | Matriz de correlação de preços de papéis para produção de papelão ondulado e suas aparas no Brasil

	<i>Testliner</i> 120-130 g	<i>Fluting</i> 120 g	<i>Kraftliner</i> 150 g	Ondulado I	Ondulado II	Ondulado III
<i>Testliner</i> 120-130 g	1					
<i>Fluting</i> 120 g	0,94	1				
<i>Kraftliner</i> 150 g	0,90	0,84	1			
Ondulado I	0,85	0,88	0,68	1		
Ondulado II	0,82	0,86	0,65	0,98	1	
Ondulado III	0,82	0,87	0,63	0,98	0,98	1

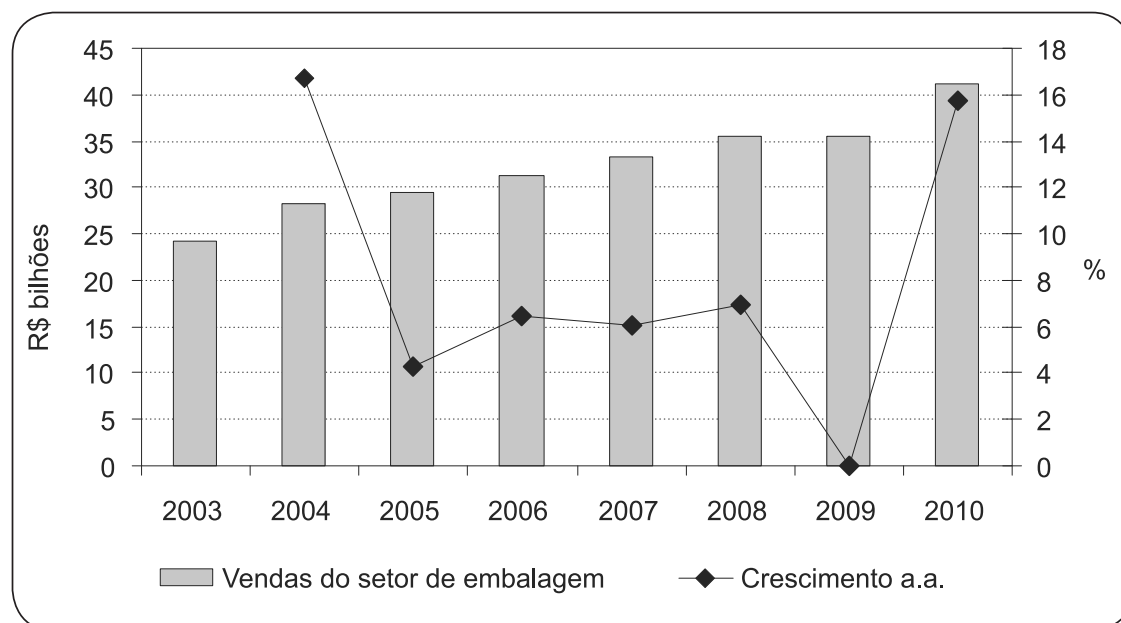
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

O mercado de embalagens no Brasil

Panorama do mercado nacional

Segundo números da Associação Brasileira de Embalagens (Abre), em 2010, as vendas de embalagens no Brasil atingiram o valor de R\$ 41,1 bilhões – aumento de 15,8% ante as vendas do ano anterior. De 2003 a 2010, o crescimento médio das vendas foi de 7,9% a.a.

Gráfico 16 | Vendas de embalagens no Brasil

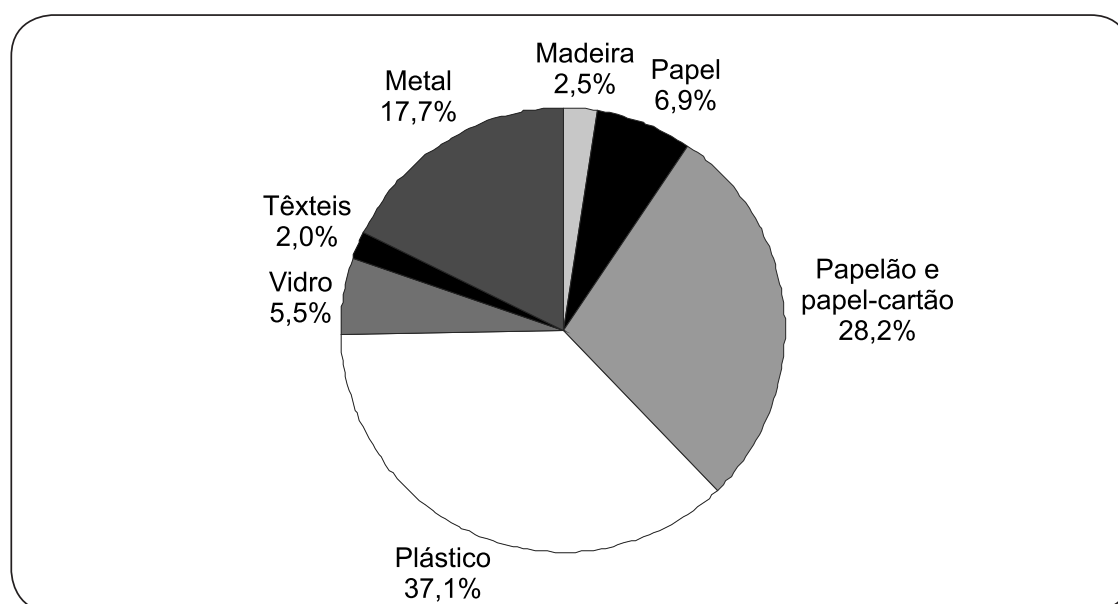


Fonte: Abre.

Além do papelão ondulado e do papel-cartão, outras embalagens de papel significativas são os envoltórios, os sacos simples (distribuídos normalmente no varejo), os sacos multifoliados e os envelopes. Elas utilizam basicamente o papel *kraft* na forma natural ou branqueada e o papel monolúcido, que também é matéria-prima frequente na fabricação de rótulos para os diversos tipos de embalagens. Entre esses papéis, os mais representativos são os sacos multifoliados, fabricados em papel *kraft*, muito utilizados pelos fabricantes de cimento, os principais demandantes desse tipo de produto, além de produtoras de sementes, rações, fertilizantes e açúcar. Já o papel-cartão é um tipo de papel fabricado em múltiplas camadas, com gramaturas superiores a 150 g/m². Em sua produção, podem ser combinadas diversas matérias-primas principais, como celulose, pastas, fibras recicladas e laminados plásticos ou metálicos, o que gera uma ampla variedade nos tipos produzidos e uma grande diversidade na maneira como pode ocorrer a utilização final. Sua aplicação mais comum é na fabricação de embalagens para bens de consumo imediato.

Em 2009, as produtoras de embalagens de plástico obtiveram maior participação no mercado, com 37,1% do total, seguidas pelas de papelão ondulado e de papel-cartão (28,2%) e pelas de metal (17,7%). As embalagens de outros tipos de papel, que não o papelão ondulado e papel-cartão, responderam por 6,9% do mercado (Gráfico 17).

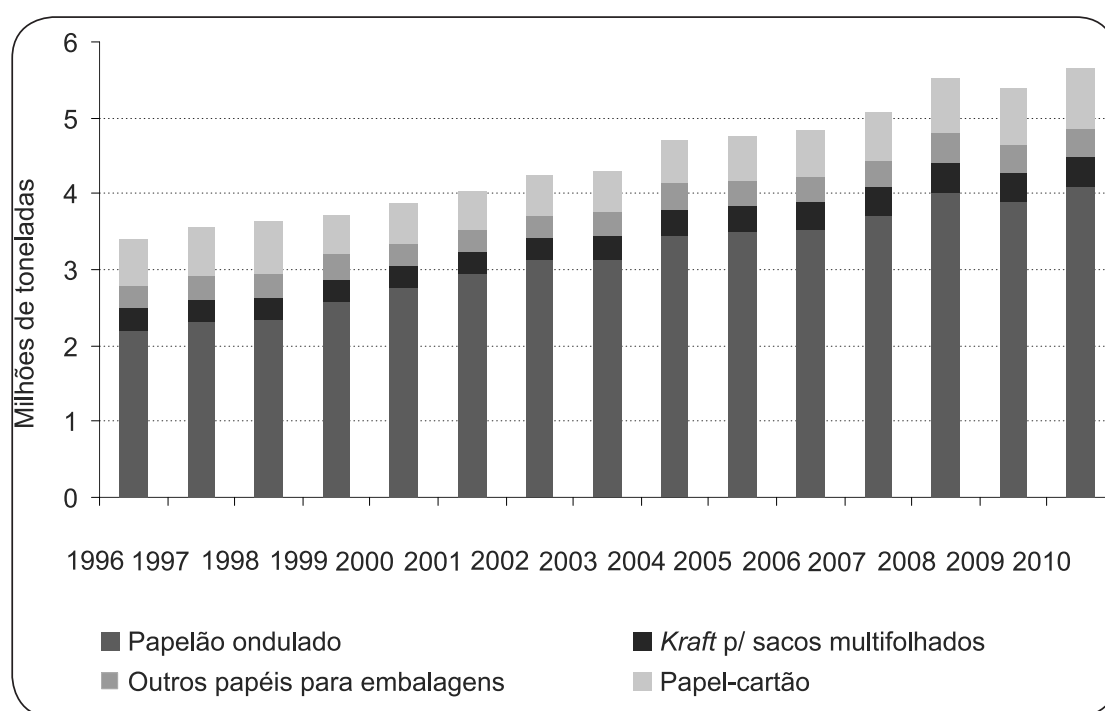
Gráfico 17 | Valor da produção física nacional de embalagem, por material, em 2009



Fonte: Abre.

Analisando apenas a evolução da produção de papéis para embalagens e segundo dados da Bracelpa (Gráfico 18), é possível observar um crescimento de 3,9% a.a. de 2000 a 2010, com destaque para o papel-cartão (4,4% a.a.), seguido de papéis para papelão ondulado (4,1%), *kraft* para sacos multifolhados (2,8% a.a.) e demais papéis para embalagens (2,3% a.a.). Os papéis destinados a compor o papelão ondulado representam a maior parte do volume produzido de papéis destinados à embalagem – 72,4% do total de 2010, seguidos pelo papel-cartão (14,1%), pelo *kraft* para sacos multifolhados (6,8%) e pelos demais tipos de papéis para embalagens (6,6%).

Gráfico 18 | Evolução da produção brasileira de papéis para embalagens



Fonte: Bracelpa.

Segundo relatório sobre o setor de embalagens produzido pelo *Valor Econômico*, com base em estudos da Abre e da FGV, os grandes setores demandantes de embalagens são as indústrias de bens de consumo não duráveis, que consomem cerca de 70% da produção total, com destaque para os setores alimentícios e de bebidas [Valor (2008)].

Em 2005, a indústria de alimentos respondeu por cerca de 50% do consumo de embalagens flexíveis plásticas e por 35% das compras de caixas de papelão ondulado. Já o setor de bebidas absorveu toda a produção do setor de latas de alumínio, cerca de 70% dos invólucros de PET e cerca de 75%

das embalagens de vidro. Entre os produtos não alimentícios, os destaques são a indústria de limpeza caseira, com consumo de 287,1 mil toneladas, e a de higiene e beleza, com demanda de 244,9 mil toneladas.

Entre os fatores que têm afetado negativamente o setor de embalagem, destaca-se o aumento do consumo de bens não duráveis importados, que já vêm embalados. Outro movimento que afeta diretamente os negócios dos fabricantes de embalagens é a estratégia de algumas grandes indústrias de verticalizar a produção de suas embalagens. Entretanto, tal fator tem afetado mais diretamente as embalagens mais caras, como de metais e de vidro. Positivamente, o incremento do consumo no país tem favorecido o setor.

Perspectivas do mercado

Do lado da oferta, a maior expansão aguardada para os próximos anos vem da Rigesa (subsidiária da MWV, um dos maiores *players* internacionais), que anunciou planos de dobrar sua capacidade de *kraftliner* da planta de Três Barras (SC), por meio de uma nova máquina com capacidade de trezentas mil t/ano. A empresa já assinou contrato com a Voith para a compra da nova máquina e o *start-up* está previsto para meados de 2012. Será a maior máquina do Brasil em largura e em velocidade para a produção de *kraftliner*. O investimento previsto é de US\$ 480 milhões.

Do lado da demanda, o papel vem ganhando destaque em relação a outros tipos de materiais, em especial o plástico, em função de sua sustentabilidade. A aprovação da lei para substituição das sacolas plásticas em estabelecimentos comerciais na cidade de São Paulo, que entraria em vigor a partir de janeiro de 2012,⁸ e o acordo assinado entre o governador de São Paulo e a Associação Paulista de Supermercados para a retirada de circulação de sacolas plásticas são exemplos dessa tendência, que representa uma oportunidade para o setor. Orsa e Irani são empresas que, aproveitando essa oportunidade, já passaram a produzir caixas de papelão ondulado direcionadas a supermercados [Santi (2011)].

A inovação também é um ponto crucial para o setor manter-se competitivo em relação a outros materiais. Recentemente, o Centro Técnico de Pesquisas da Finlândia (VTT) iniciou operações no Brasil (a primeira no

⁸ À época da realização deste estudo havia um imbróglio jurídico sobre esta questão. O Sindicato da Indústria de Material Plástico entrou na Justiça e suspendeu a lei. A Prefeitura de São Paulo anunciou que recorreria da sentença.

exterior), com um novo centro de pesquisas em Barueri (SP), em busca de parcerias e clientes no segmento de papel e celulose. Entre as tecnologias que já estão na mira da companhia, figuram a embalagem que muda de cor quando o alimento está estragado e a embalagem de papel transparente. A ideia, segundo os especialistas, é somar a funcionalidade ao apelo de sustentabilidade das embalagens.

Competitividade

A análise por custo caixa e os fatores estruturais

A indústria de celulose brasileira é a mais competitiva do mundo na produção de pasta de eucalipto *kraft* branqueada [Biazus *et al.* (2010)]. Entretanto, no elo seguinte da cadeia, na produção de papel, o país está longe de figurar entre os países mais competitivos. Essa situação é semelhante a outros segmentos econômicos, em que o país se destaca na produção do insumo básico, mas vai perdendo competitividade conforme avança na cadeia produtiva e na agregação de valor.

O impacto da perda de competitividade na produção de papel não se distribui de forma equivalente entre os diversos segmentos: cada um tem suas características e peculiaridades, que vão determinar o grau de competitividade da indústria nacional. Por exemplo, nos tipos de papel em que a fibra virgem tem um peso grande na composição de custos, o Brasil, em geral, ainda consegue se manter competitivo. Em alguns outros tipos, o peso do frete é tão grande que acaba por inviabilizar a concorrência com os importados, como no segmento de papéis sanitários.

Genericamente, alguns fatores que explicam a menor competitividade brasileira na produção de papel do que na de celulose são [Faleiros (2009)]:

- produção de papel concentrada perto dos mercados consumidores (o Brasil e o restante da América Latina ainda exibem um consumo *per capita* de papel pequeno), e a de celulose perto da floresta para reduzir seu principal custo, a madeira;
- alto custo logístico no escoamento da produção para o exterior;
- falta de estrutura apropriada de distribuição e vendas em países estrangeiros, até mesmo de marcas fortes;

- alta e complexa carga tributária, além de desvio de finalidade do papel imune;⁹
- alto custo da energia elétrica;
- pequena escala das plantas.

Para este estudo, optou-se por analisar a competitividade da indústria brasileira de uma maneira mais quantitativa e objetiva. Assim, foram realizadas análises através do modelo de estimação de custo caixa da consultoria RISI. O custo caixa considera todos os custos diretamente atrelados à produção, como fibra (celulose ou aparas de papel), energia, químicos, mão de obra e materiais. Não considera, portanto, nenhuma despesa (frete, administrativas, de vendas, ou financeira). Tampouco considera benefícios tributários ou pequenos incrementos de produtividade trazidos por técnicas gerenciais (mas considera os investimentos em melhorias nas máquinas). Basicamente, o modelo tenta captar a competitividade estrutural técnica das plantas de papel existentes.

A estimação é feita a partir das especificações técnicas de cada máquina de papel, em cada planta, para entender qual a necessidade de insumos necessários para a produção. O modelo estima o custo de produção por unidade (geralmente expresso em unidade monetária/t), considerando o preço médio de cada insumo, por país. Para tanto, estima-se um nível de produção a 100% de capacidade instalada (o que tende a gerar um leve viés negativo para a estimação de custos). Como são necessárias informações detalhadas sobre as plantas, nem todas são cobertas pelo modelo. No geral, plantas muito pequenas não são consideradas, o que tende a gerar outro viés negativo para a estimação de custos (uma vez que, em média, plantas pequenas são menos eficientes do que plantas grandes). No caso dos papéis para formação do papelão ondulado, à época da realização deste estudo, a RISI tinha mapeado cerca de 74% da capacidade instalada global e 78% da brasileira. Como mencionado anteriormente, a RISI considera uma média nacional (ou o valor disponível mais relevante) para cada unidade de insumo (à exceção do mercado americano). Para alguns tipos de insumo (como no caso das aparas de papel), para um país grande como o Brasil, essa simplificação pode gerar algumas distorções.

⁹ Papel imune é o nome dado no Brasil ao papel adquirido com isenção de impostos para ser empregado na impressão de jornais, livros e periódicos. Muitos produtores declaram o papel como imune e o destinam para outros fins, gerando evasão fiscal. A imunidade do papel é uma garantia constitucional.

Essa análise não vai de encontro aos fatores estruturais elencados anteriormente, uma vez que o nível tecnológico das plantas e o valor de cada insumo de produção são consequências desses fatores. A ideia é captar, ao fim de toda a interação de fatores, qual o resultado final da competitividade brasileira diante de outras regiões e em relação aos diferentes tipos de papel que formam o papelão ondulado.

Miolo

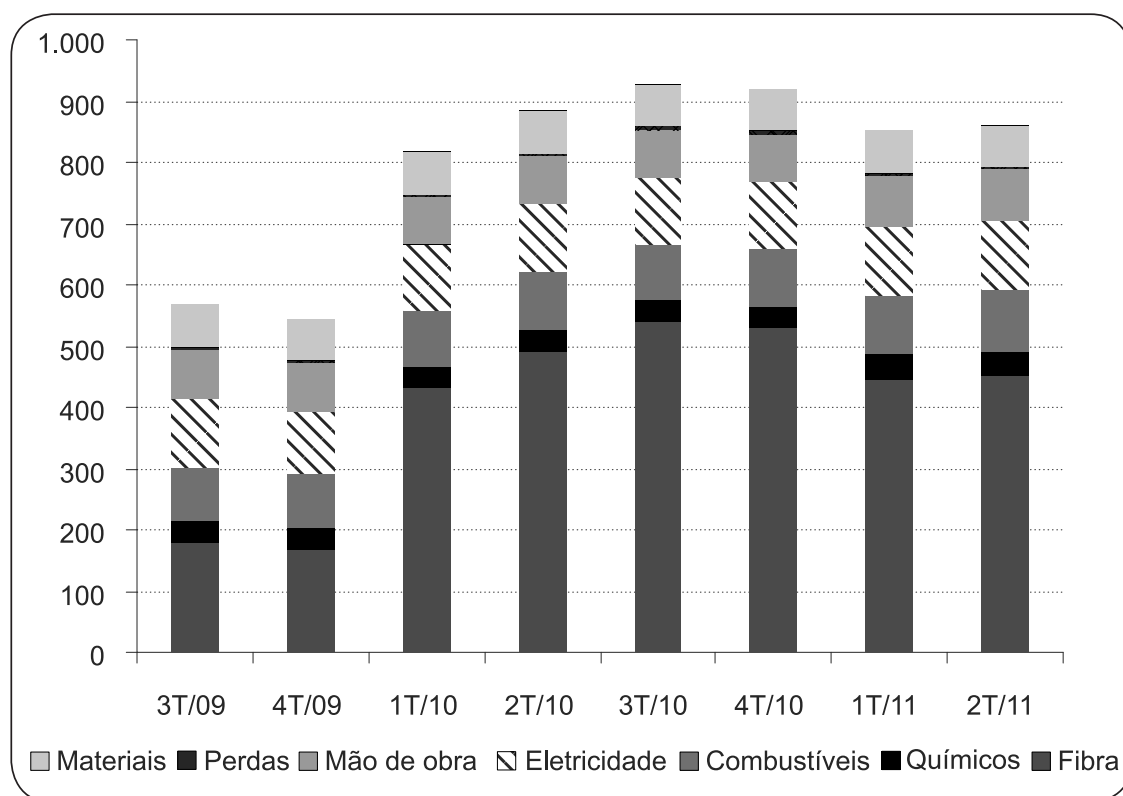
A análise do custo caixa do miolo revela que, à exceção do segundo semestre de 2009, quando o custo de fibra (majoritariamente reciclada) estava muito depreciado, o custo médio¹⁰ de produção de miolo no Brasil oscilou em torno de R\$ 870/t no período (Gráfico 19). Como o preço do produto sofreu variações próximas a R\$ 1.167, é possível inferir que a margem se situou ao redor de 25%. Mas, conforme já se expôs, existem dois fatores do modelo que subavaliam os custos. Portanto, é provável que o custo efetivo médio do Brasil seja superior a esse número, mostrando a reduzida margem dos produtores nacionais. Além disso, lembrando mais uma vez, o custo caixa considera apenas custos diretamente atrelados à produção, sem levar em conta qualquer outra despesa, como administrativa, de vendas, fretes, financeiras, entre outras.

No segundo trimestre de 2011 (Gráfico 20), verifica-se que a fibra responde por 55% do custo caixa de produção, tomando por base o custo caixa médio de produção mundial. Os combustíveis aparecem como o segundo principal custo (15,1%), seguido por materiais (8,7%) e mão de obra (8,2%).

Uma outra forma de analisar essa composição de custos é comparar o custo caixa médio de produção da indústria brasileira com o de outras regiões do mundo (Gráfico 21). Ao fazer essa comparação, a dólares de mercado, em relação aos custos do segundo trimestre de 2011, verifica-se que a indústria brasileira é pouco competitiva (até mesmo em relação ao restante da América Latina), em especial pelos fatores fibra, eletricidade e mão de obra. É importante destacar que comparações entre regiões podem sofrer grandes mudanças de um trimestre para outro, em função de mudanças cambiais.

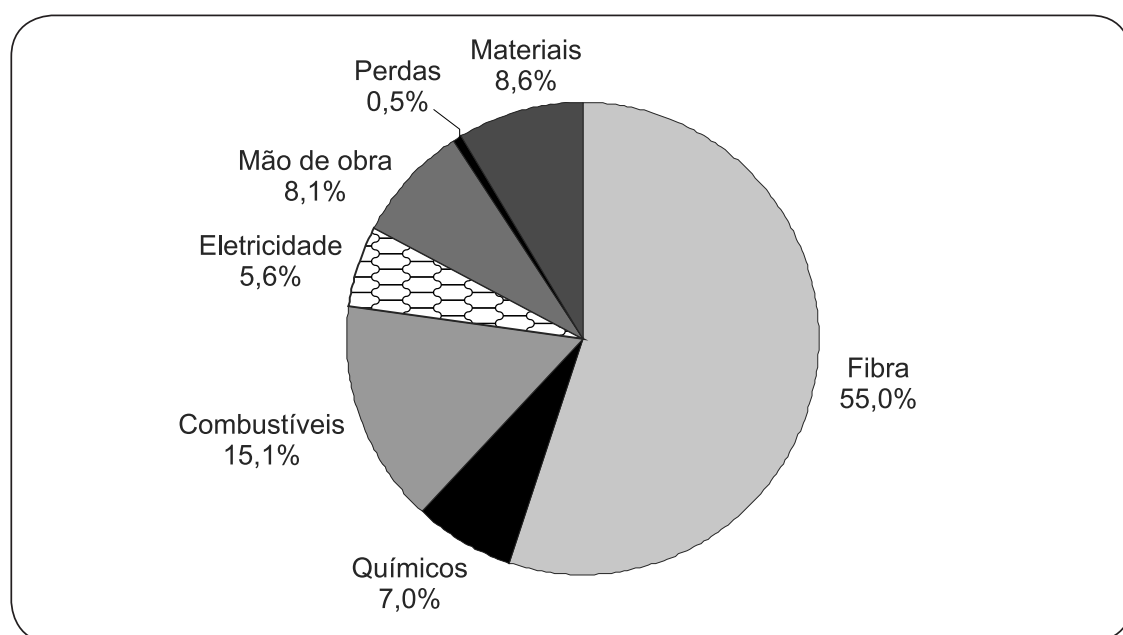
¹⁰ Todas as referências a custo caixa médio de produção referem-se a uma média ponderada por capacidade instalada.

Gráfico 19 | Custo caixa médio dos produtores brasileiros de miolo (em R\$/t)



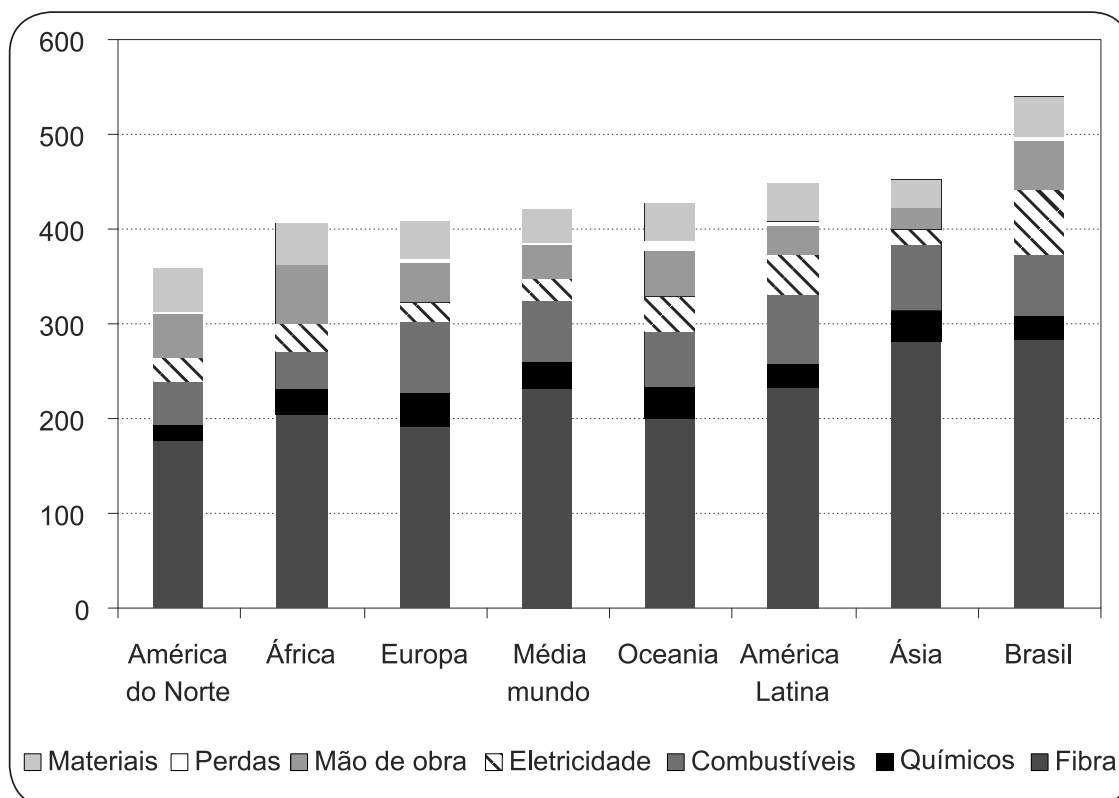
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Gráfico 20 | Composição do custo caixa médio de produção de miolo no mundo (2º trimestre 2011)



Fonte: Elaboração própria, com base em, dados da RISI.

Gráfico 21 | Custo caixa médio de produção de miolo no Brasil e nas demais regiões do mundo, no 2º trimestre de 2011 (em US\$/t)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Comparando as características médias das plantas de cada região, é possível notar como as plantas brasileiras têm uma escala muito inferior à da média mundial, inclusive à do restante da América Latina. De fato, a capacidade média das plantas brasileiras é igual à do continente africano (Tabela 5). A Europa se destaca pelas maiores plantas, e a Ásia pelo mais novo parque fabril.

***Kraftliner* não branqueado**

A análise do custo caixa dos últimos dois anos (Gráfico 22) revela que, assim como no caso do miolo, os custos se mantiveram baixos durante o segundo semestre de 2009 em função do menor custo do fator fibra (majoritariamente virgem), em decorrência de um cenário econômico ruim. Depois desse período, o custo caixa médio oscilou em torno de R\$ 630/t, valor abaixo do custo médio de produção do miolo, e o preço do *kraftliner*, conforme mostrado, é bem superior ao do miolo (preço médio de janeiro

de 2010 a junho de 2011 foi de R\$ 1.524/t), o que implica uma margem de cerca de 58%. A discrepância de margens expõe a fragilidade da situação econômica dos produtores de miolo em relação aos de *kraftliner*.

Tabela 5 | Custo caixa e características médias das máquinas produtoras de miolo, por região do mundo, no 2º trimestre de 2011

Região	Custo caixa (US\$/t)			Características média das máquinas			
	Fibra	Demais	Total	Capacidade (mil t/ano)	Idade técnica (anos)	Largura (metros)	Velocidade (metros por minuto)
América do Norte	177	182	359	250	23,6	5,5	738
África	203	203	407	66	19,8	3,3	390
Europa	192	217	409	273	17,6	5,7	992
Média mundo	232	189	421	214	16,5	5,1	785
Oceania	200	227	427	134	17,0	3,4	784
América Latina	233	215	448	99	22,8	3,5	434
Ásia	282	169	451	187	11,2	5,0	751
Brasil	283	257	540	66	20,8	2,6	449

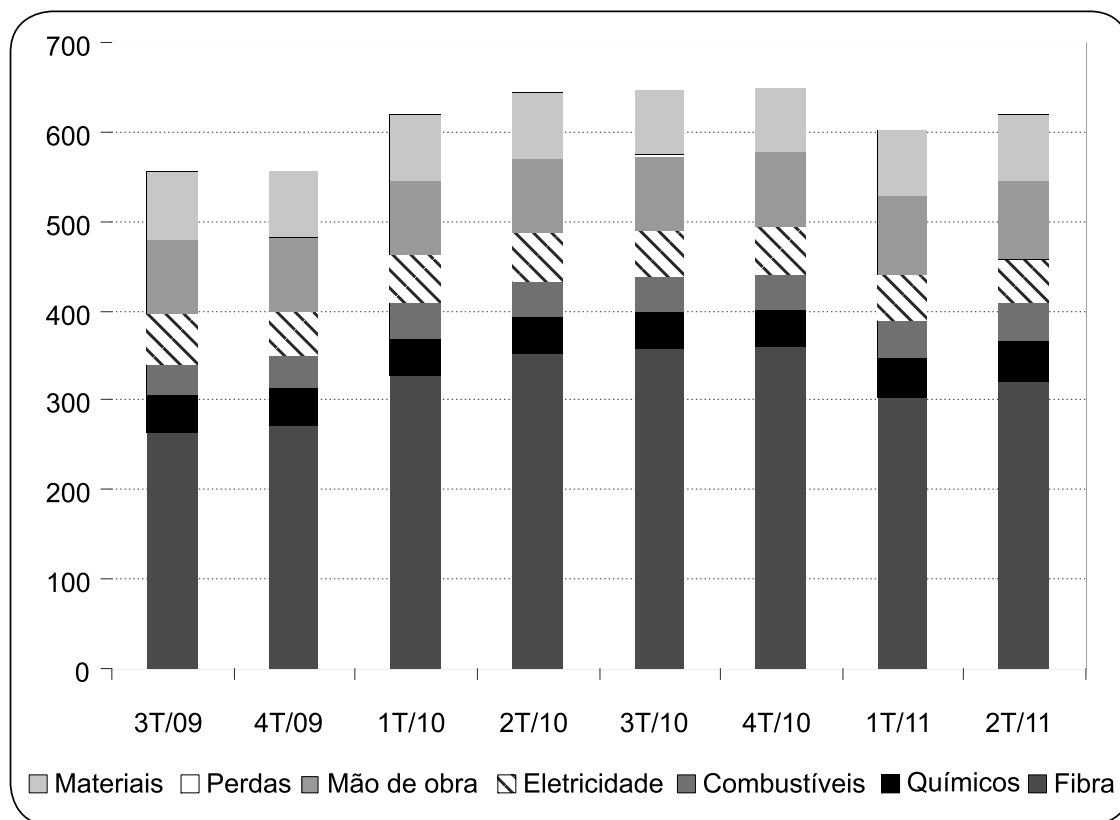
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Globalmente, durante o segundo trimestre de 2011 (Gráfico 23), a fibra respondeu por cerca de 51% do custo de produção, seguido de mão de obra (13,4%), materiais (12,8%) e combustíveis (11,5%).

De maneira análoga ao miolo, é possível comparar os custos da indústria brasileira com os de outras regiões do globo (Gráfico 24). Nesse caso, o país exibe custo caixa muito similar ao da média mundial e ao do restante da América Latina. O principal ponto negativo do país reside no fator eletricidade.

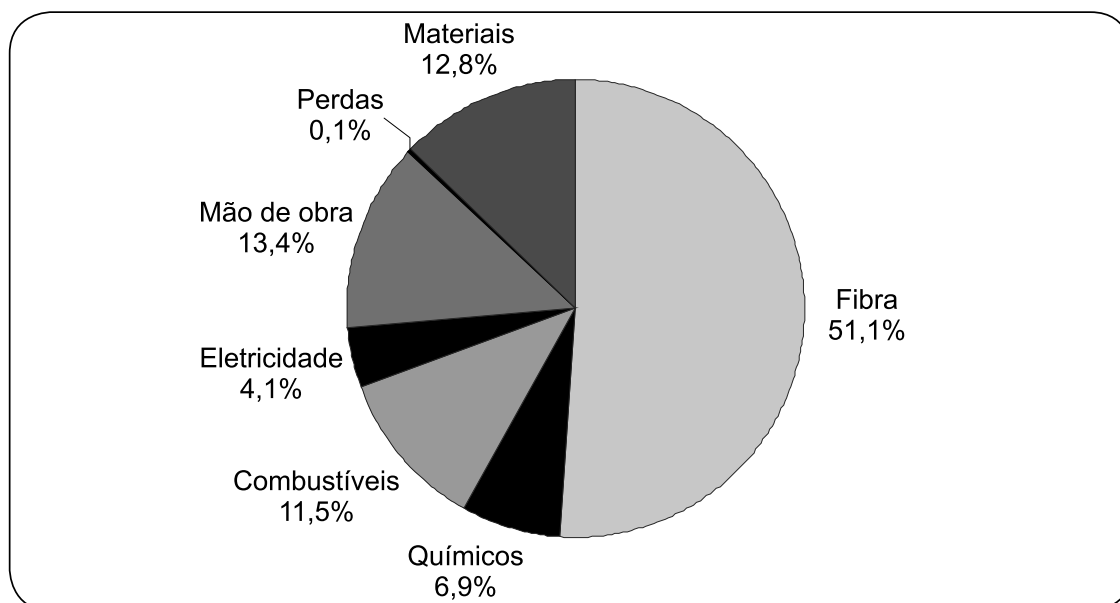
Analisando as características médias das máquinas de cada região, podemos notar como, apesar de as máquinas brasileiras serem maiores e mais rápidas do que as do restante da América Latina, ainda estão em um patamar muito inferior ao da média mundial. Na média, o nosso parque industrial não está defasado (idade tecnológica de 26 anos, três anos acima da média mundial), porém nossas máquinas têm uma escala muito inferior à do restante do mundo, somente superando as do restante da América Latina (Tabela 6).

Gráfico 22 | Custo caixa médio dos produtores brasileiros de *kraftliner* não branqueado (em R\$/t)



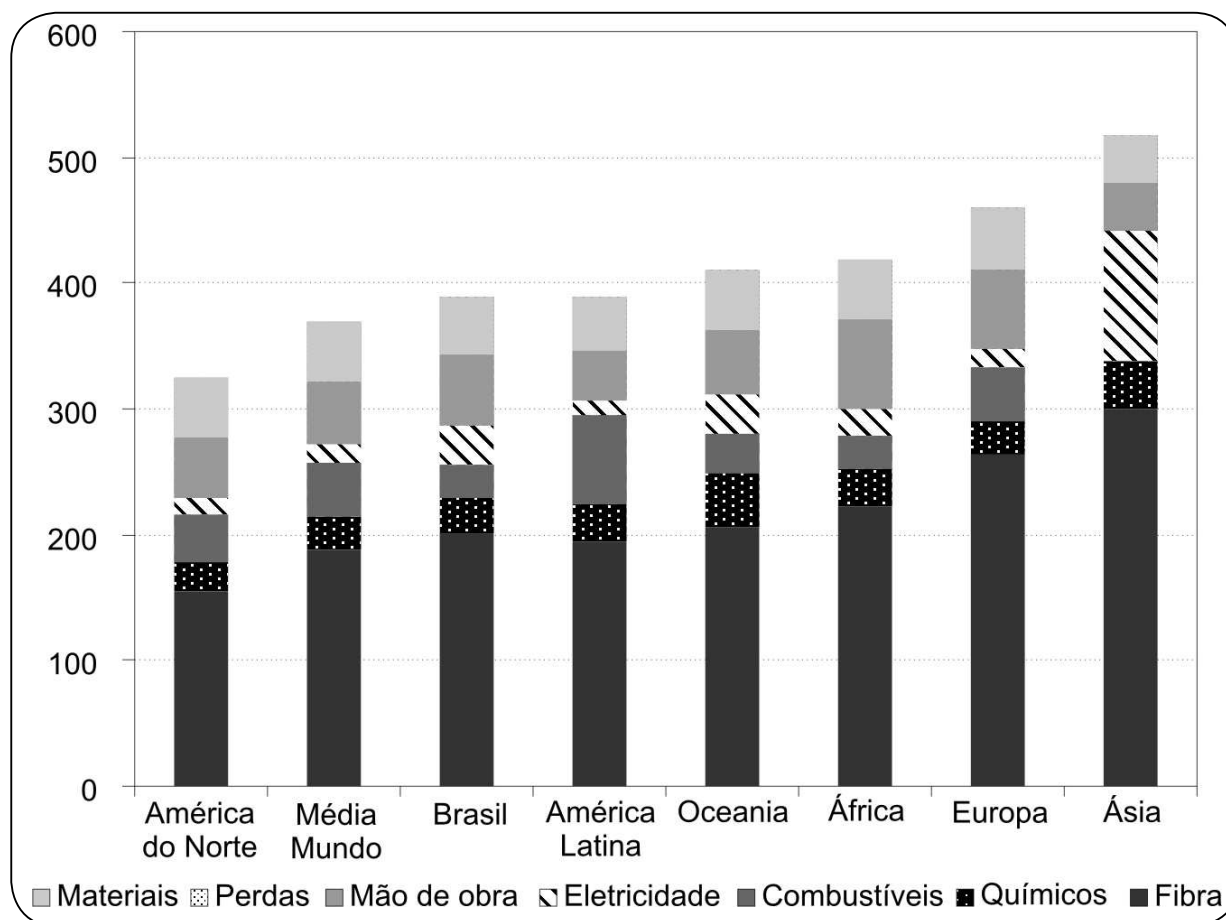
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Gráfico 23 | Composição do custo caixa médio de produção de *kraftliner* não branqueado no mundo, durante o 2º trimestre de 2011



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Gráfico 24 | Custo caixa médio de produção de *kraftliner* não branqueado, no Brasil e nas demais regiões do mundo, no 2º trimestre de 2011 (em US\$/t)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Tabela 6 | Custo caixa e características médias das máquinas produtoras de *kraftliner* não branqueado, por região do mundo, no 2º trimestre de 2011

Região	Custo caixa (US\$/t)			Características média das máquinas			
	Fibra	Demais	Total	Capacidade (mil t/ano)	Idade técnica (anos)	Largura (metros)	Velocidade (metros por minuto)
América do Norte	155	170	325	444	24,2	6,9	797
Média mundo	189	181	369	385	23,7	6,4	794
Brasil	201	188	388	147	26,1	3,9	651
América Latina	195	194	389	96	27,4	3,8	523
Oceania	207	204	411	327	10,6	6,5	926
África	223	196	419	225	23,2	5,3	740
Europa	264	196	460	291	21,4	6,3	803
Ásia	300	218	517	339	29,7	5,2	810

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

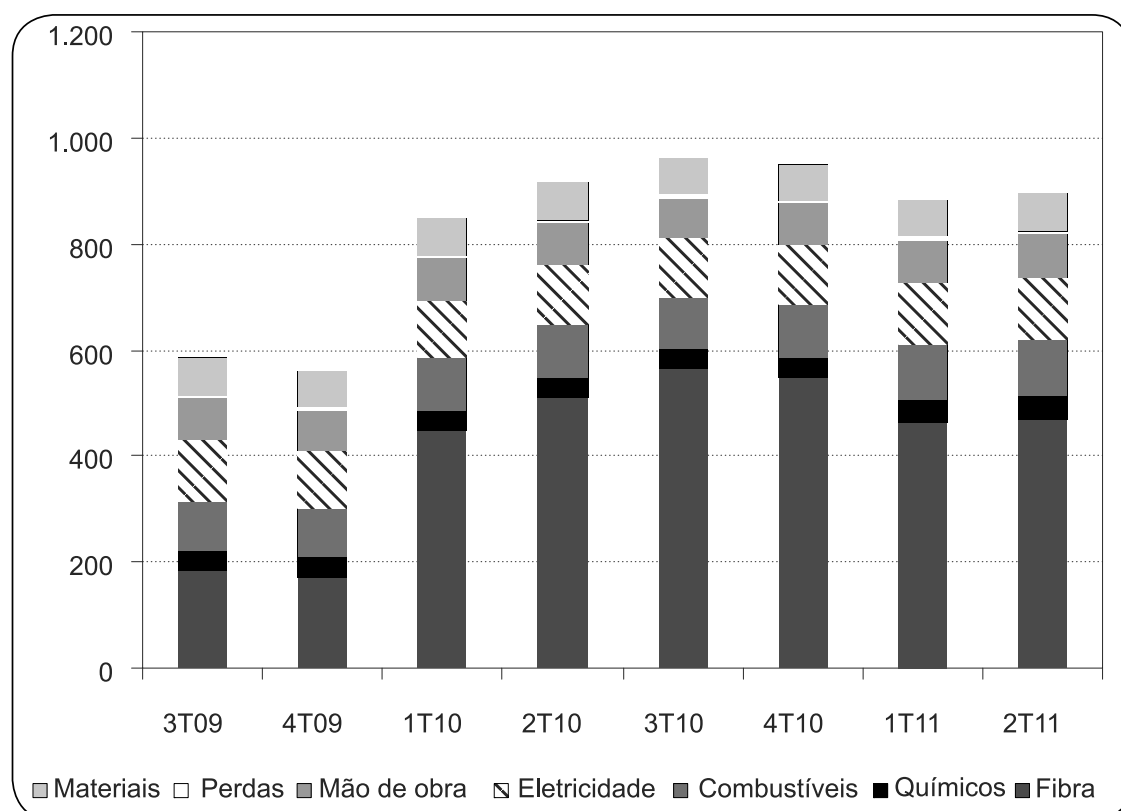
Testliner não branqueado

O padrão de custos baixos no 2S09 repete-se para o *testliner* (Gráfico 25). No restante do período, o custo caixa oscilou em torno de R\$ 908/t. Como o preço médio de venda no período foi de R\$ 1.297/t, pode-se inferir que a margem sofreu variações próximas a 30%, valor semelhante ao do miolo (27%).

Globalmente, durante o segundo trimestre de 2011 (Gráfico 26), a fibra respondeu por um percentual superior do custo de produção em relação ao do miolo e do *kraftliner* (61,3%). Os combustíveis foram o segundo custo mais relevante (14,2%), seguidos pelos materiais (7,2%).

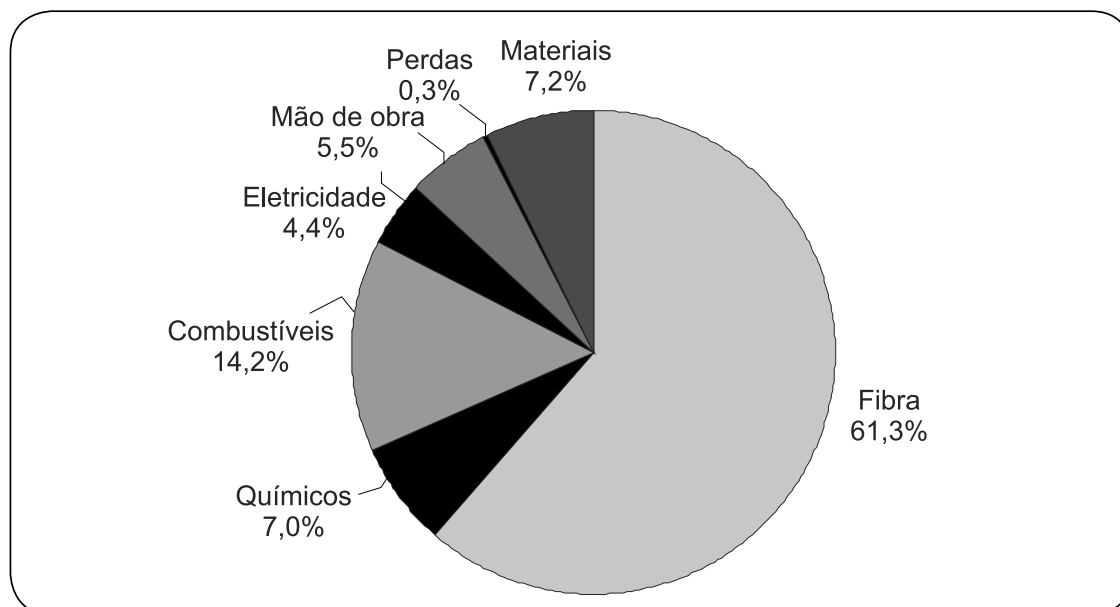
De maneira análoga ao miolo e ao *kraftliner*, podem-se comparar os custos da indústria brasileira com os de outras regiões do globo (Gráfico 27). Assim como no caso do miolo, que também trabalha majoritariamente com fibra reciclada, o Brasil apresentou uma posição pouco competitiva no cenário internacional. Além do alto custo das aparas de papel, o país também exibiu custos mais elevados nos fatores eletricidade e mão de obra.

Gráfico 25 | Custo caixa de produção de *testliner* não branqueado, no mundo (em R\$/t)



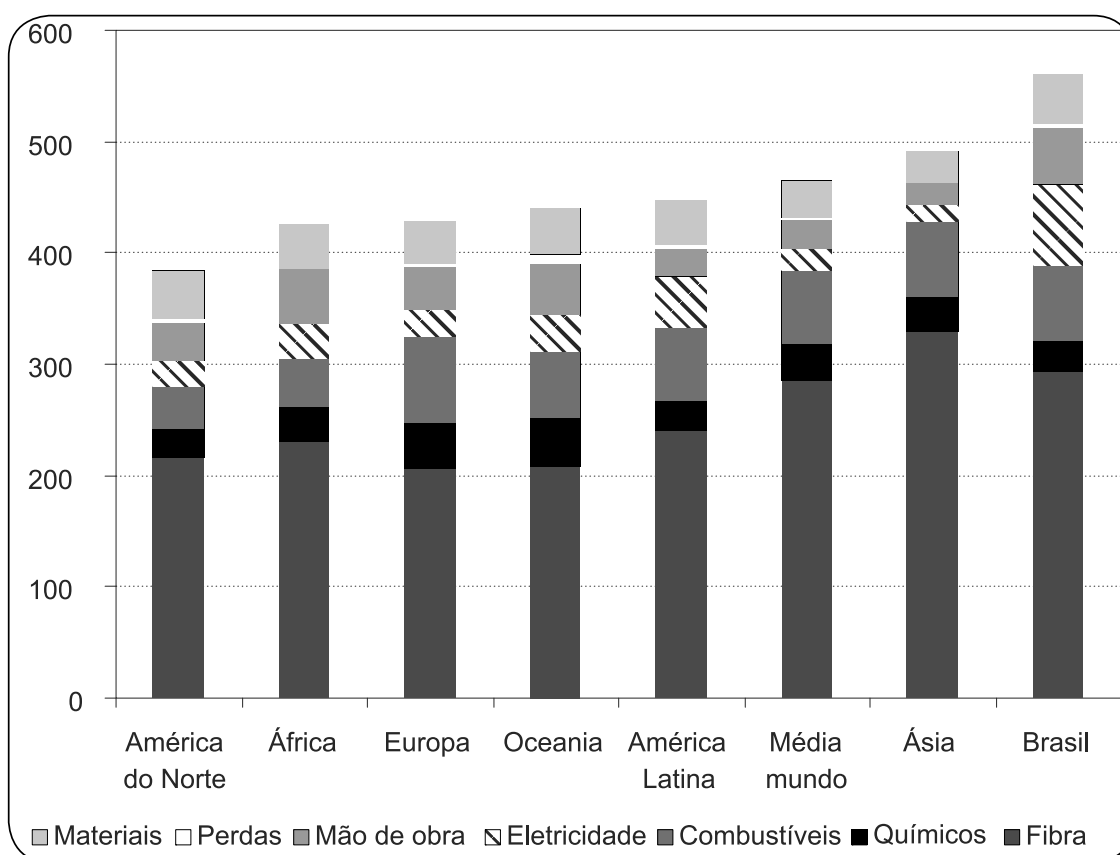
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Gráfico 26 | Composição do custo caixa médio de produção de *testliner* não branqueado, no mundo, durante o 2º trimestre de 2011



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Gráfico 27 | Custo caixa médio de produção de *testliner* não branqueado, no Brasil e nas demais regiões do mundo, no 2º trimestre de 2011 (em US\$/t)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Já a análise das características médias das plantas demonstra, novamente, um cenário muito desfavorável à indústria nacional. À semelhança do caso do miolo, o país exibe um parque fabril de porte inferior ao das médias mundial e da América Latina e semelhante ao do continente africano.

Tabela 7 | Custo caixa e características médias das máquinas produtoras de *testliner* não branqueado, por região do mundo, no 2º trimestre de 2011

Região	Custo caixa (US\$/t)			Características média das máquinas			
	Fibra	Demais	Total	Capacidade (mil t/ano)	Idade técnica (anos)	Largura (metros)	Velocidade (metros por minuto)
América do Norte	216	168	385	272	15,0	5,2	749
África	230	196	426	54	17,0	2,9	361
Europa	206	224	429	246	18,0	5,1	971
Oceania	208	232	440	166	21,0	3,7	774
América Latina	240	207	446	120	20,2	3,9	479
Média mundo	285	180	465	249	13,0	5,0	804
Ásia	330	162	492	264	10,1	5,2	800
Brasil	294	266	560	58	19,5	2,5	414

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da RISI.

Considerações sobre a competitividade brasileira

Conforme observado nos números desta seção, as margens dos produtores brasileiros de *kraftliner* são substancialmente superiores às dos produtores de reciclado (*testliner* e miolo). Diversos fatores ajudam a explicar esse quadro.

Primeiramente, existe uma concentração muito maior na produção de *kraftliner* do que na de reciclado. Os produtores possuem plantas maiores e mais modernas, com consequentes ganhos de escala e de eficiência. Como existe pouca oferta do produto na América Latina, os preços no mercado local são superiores aos praticados em outros mercados, como o europeu ou o norte-americano, em função do custo do frete de importação desse tipo de papel. A grande fragmentação do mercado de reciclado também traz pouca disciplina aos produtores na hora de investir em novas capacidades, com risco de criar excesso de oferta em momento de queda no mercado interno.

O segundo fator é que os produtores de *kraftliner* são verticalizados e o Brasil é muito competitivo na produção de fibra virgem. Já o papel reciclado tem um custo muito alto no país, o que é explicado por: (a) forte organização dos aparistas em relação à grande fragmentação dos produtores de reciclado; e (b) mercado interno (tanto no Brasil quanto no resto da América Latina) abastecido, e a solução de importar fibra pouco viável em função do custo do frete.¹¹

O terceiro fator é que, pelos motivos elencados, os grandes produtores brasileiros de *kraftliner* são competitivos internacionalmente, mas os de reciclado não. Isso permite aos primeiros exportar uma parcela da produção caso o mercado interno esteja menos aquecido, o que faz com que eles trabalhem no limite de sua capacidade, o que, por sua vez, aumenta ainda mais sua competitividade. Já os produtores do reciclado, em momentos de baixa no mercado interno, não têm outra alternativa a não ser reduzir a produção e diminuir os preços de seus produtos.

Para melhorar suas margens, os produtores de reciclado podem atuar em duas frentes: redução de seus custos ou melhoria de seus preços. A segunda opção é muito difícil ante a grande concorrência desse mercado. Ainda que uma empresa passe a atuar na criação de soluções completas para o cliente ou na busca de nichos, tentando gerar valor para um produto que é muito semelhante a uma *commodity*, ela esbarra na própria falta de estrutura, além da concorrência, não somente de outras empresas produtoras de papelão ondulado, mas também de empresas de cartonagem. Já a redução de custos se torna difícil, uma vez que o fornecimento do principal insumo – as aparas de papel – não é controlado pelas empresas. A pequena escala da maioria dos produtores e as próprias margens reduzidas dão pouco fôlego na hora de investir em plantas modernas e mais eficientes.

Uma solução para esses produtores pode surgir da consolidação. Empresas maiores poderiam reduzir seus custos por: (a) redução no preço de seus insumos mediante um maior poder de barganha (no caso das aparas, as empresas poderiam até mesmo estudar a possibilidade de verticalização para trás, eliminando a figura do aparista); (b) maior fôlego financeiro, o que permitiria investir em plantas maiores e mais modernas, gerando redução nos

¹¹ Conforme destacado anteriormente, o custo das aparas de papel dos modelos de custo caixa da RISI considera apenas o valor para a cidade de São Paulo (principal mercado de aparas do país). Entretanto, os preços podem variar bastante quando se analisam plantas em outras regiões do país, o que não é captado pelo modelo da RISI.

custos de produção; (c) a escala e o porte de empresas maiores permitiriam a elas captar recursos financeiros a taxas mais atrativas, reduzindo seu custo financeiro; (d) maior disciplina na hora de investir, evitando criar grandes excessos de capacidade no mercado, o que deprime os preços e reduz o nível de utilização da capacidade; e (e) redução nas despesas fixas, pela diluição dessas. Dessa forma, grandes empresas também teriam maior capacidade de investir em inovações e soluções para o cliente na disputa com outros materiais pelo mercado de embalagem.

Por fim, é válido destacar a pequena escala das plantas nacionais, mesmo em relação ao restante da América Latina (à exceção do *kraftliner*, mas que ainda são menores do que a média global), consequência do ainda baixo nível de consumo *per capita* de papelão ondulado no país.

Conclusão

A indústria de papéis para produção de papelão ondulado caracteriza-se por uma enorme fragmentação na produção, tanto global quanto nacionalmente. Alguns fatores que ajudam a explicar tal fenômeno são a fragmentação, tanto na oferta de seu principal insumo (as aparas de papel) quanto em suas vendas (espalhadas em diversas empresas e segmentos econômicos), além da relativamente baixa necessidade de capital para a construção de uma nova linha. O papel *kraftliner* é a exceção, dada a necessidade de formação de base florestal para suprimento de matéria-prima e de maior competição global entre mercados.

Esses fatores também ajudam a explicar os baixos níveis de comércio internacional entre os países, já que esse é um produto com pouca agregação de valor a um insumo que é relativamente barato e abundante. Novamente, a exceção é o *kraftliner*, já que a competitividade advém de uma fibra virgem barata (que vai variar bastante entre as regiões do mundo) e de modernas plantas de produção, em especial pela economia com mão de obra e energia térmica e elétrica. O Brasil, que possui algumas modernas plantas de *kraftliner*, sempre apresentou superávit comercial neste segmento. Entretanto, o câmbio valorizado e um mercado interno aquecido têm levado os produtores locais a direcionar a produção para o mercado nacional, o que vem ocasionando uma redução desse superávit.

Já em relação à capacidade de ampliação de produção, existe uma relação tanto com o nível de renda do país quanto com a quantidade e tipo de produ-

tos comercializados internacionalmente. No caso do Brasil, ainda existe um grande potencial de ampliação de consumo interno, pela melhoria de renda. Entretanto, o avanço de bens de consumo importados e a concentração das exportações brasileiras em *commodities* que não utilizam o papelão ondulado como embalagem são empecilhos ao desenvolvimento desse mercado, no qual a indústria pouco pode fazer a respeito.

Em relação ao mercado nacional de embalagens, é importante destacar que existem outros tipos de papéis destinados a embalagens, em especial o papel-cartão e os sacos industriais *kraft*. Todos os papéis para embalagens mostram uma tendência muito positiva para os próximos anos, em função de maior preocupação ambiental da sociedade, a exemplo da substituição das sacolas plásticas dos supermercados de São Paulo por embalagens de papel. No entanto, as inovações são um ponto crucial nesse mercado, em que existe uma constante competição entre as matérias-primas pela preferência do consumidor.

Por fim, é importante destacar a disparidade de margens e de competitividade entre os produtores nacionais de *kraftliner* com os de reciclado (*testliner* e miolo). A grande fragmentação do mercado e a falta de controle sobre a oferta de seu principal insumo são os maiores responsáveis por essa situação, que poderia ser minimizada em um processo de consolidação do mercado. O Brasil ainda possui máquinas muito pequenas em relação às das demais regiões do mundo, consequência do baixo consumo *per capita* de papelão ondulado no país.

Referências

ABPO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAPELÃO ONDULADO. *Anuário Estatístico*. 2010.

BIAZUS, A.; DA HORA, A.; LEITE, B. Panorama de mercado: Celulose. *BNDES Setorial*, n. 32. Rio de Janeiro, 2010.

FALEIROS, Marina. Papel brasileiro em busca de escala global. *Revista O Papel*, 2009.

KLABIN. *Apresentação Institucional*. 2011

LAMUCCI, S. Cinco commodities garantem 43% da exportação do Brasil. *Valor Econômico*, 2011

SAES, M. S. M. *et al.* *Crise de abastecimento e mudanças tecnológicas na produção de papelão ondulado*. FAE – Centro Universitário, 2005. Disponível no site: www.unifae.br/publicacoes/pdf/IIseminario/sistemas/sistemas_06.pdf. Acesso em: nov. de 2011.

SANTI, T. Do papel a Embalagem. *Revista O Papel*, 2011.

VALOR ANÁLISE SETORIAL. *Indústria de Embalagens*. São Paulo, 2008.

Sites consultados

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS – <www.abre.org.br>.

ALICEWEB – ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DE COMÉRCIO EXTERIOR – <www.aliceweb2.mdic.gov.br>.

ANAP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS APARISTAS DE PAPEL – <www.anap.org.br>.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – <www.bracelpa.org.br>.

FOEKEL, C. – <www.celso-foelkel.com.br>.

RISI – <www.risi.com>.

WORLD BANK – <www.worldbank.org>.

O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o *boom* da construção civil: um panorama do período 2001-2010

João Paulo Martin Faleiros
Job Rodrigues Teixeira Junior
Bruno Marques Santana*

Resumo

Este artigo aborda alguns dos principais aspectos da indústria brasileira de estruturas metálicas, desde as características da cadeia produtiva nacional até as perspectivas de investimento para o período 2012-2014, passando pelo panorama mundial, pela inserção dos produtores brasileiros no comércio internacional e pelo papel do BNDES no financiamento aos investimentos do setor. Mostra-se que há grande potencial de crescimento dessa indústria no Brasil, em parte por conta das características técnicas de seus principais produtos, em parte em função da recente boa evolução da economia brasileira, em especial quanto à construção civil. Esse setor vem sendo impulsionado pela ampliação do acesso ao crédito, pelo crescimento

* Respectivamente, economista, gerente setorial e estagiário do Departamento de Bens de Consumo, Comércio e Serviços da Área Industrial.

do PIB, por programas públicos de combate ao déficit habitacional e pelas obras relacionadas à futura realização de dois grandes eventos esportivos.

Introdução

A indústria de estruturas metálicas, amplamente difundida em países como Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha há décadas, vem apresentando um expressivo crescimento no Brasil nos últimos anos. O consumo de aço destinado às estruturas metálicas passou de 324 mil toneladas em 2002 para 1,6 milhão de toneladas em 2009, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e os desembolsos do BNDES destinados a empresas do setor saltaram de cerca de R\$ 6 milhões em 2001 para mais de R\$ 156 milhões em 2010.

Outro indício do forte aquecimento da demanda brasileira por estruturas metálicas é a reversão recente do saldo da balança comercial desse setor, que saiu de um quadro sempre superavitário entre 2001 e 2009 para um resultado deficitário em 2010, déficit este que, segundo os números de 2011, tende a se aprofundar.

A utilização de estruturas metálicas está intrinsecamente ligada ao setor da construção civil. Ao encontrar um ambiente de crescimento econômico no qual esse setor sobressai como um dos mais dinâmicos, explica-se o bom desempenho recente dessa indústria ainda pouco estudada no Brasil, mas já consolidada em várias outras partes do mundo.

Nessa perspectiva, o texto procura expor o quadro atual da indústria de estruturas metálicas, especificamente o segmento de perfis e tubos para estruturas, com ênfase no caso brasileiro, no período entre 2001 e 2010. A escolha desse segmento, em particular, deve-se a sua importância, como método construtivo para edificações comerciais e residenciais e para a construção pesada.

Depois de uma breve caracterização da cadeia produtiva no Brasil, o artigo traz, na terceira seção, informações sobre a indústria no país, incluindo seu padrão de concorrência. A quarta seção aborda a atuação do BNDES nos últimos anos, e a quinta apresenta os maiores *players* do cenário mundial. A seção seguinte dedica-se ao panorama do comércio internacional brasileiro. A atuação do BNDES como fonte de financiamento ao investimento e os principais desafios a serem enfrentados pelas empresas dessa indústria são

tratados na sétima seção. Se forem confirmadas, ainda que parcialmente, as expectativas atuais da maior parte dos analistas para a economia brasileira na década de 2010, a evolução observada nos últimos dez anos na indústria nacional de estruturas metálicas tende a sofrer alguma aceleração, impactando positivamente seus investimentos, podendo chegar a R\$ 1,5 bilhão no triênio 2012-2014. Por fim, a última seção expõe as conclusões.

Principais características da cadeia produtiva no Brasil

De modo geral, as estruturas metálicas são utilizadas para diversos fins, com destaque para montagem e construção de pontes, viadutos, torres, pórticos, grandes antenas, edifícios e galpões industriais e comerciais. São peças industrializadas capazes de cumprir o mesmo papel estrutural que vigas e pilares de concreto armado costumam desempenhar, aplicando-se tanto a pequenas construções domésticas quanto a grandes obras públicas.

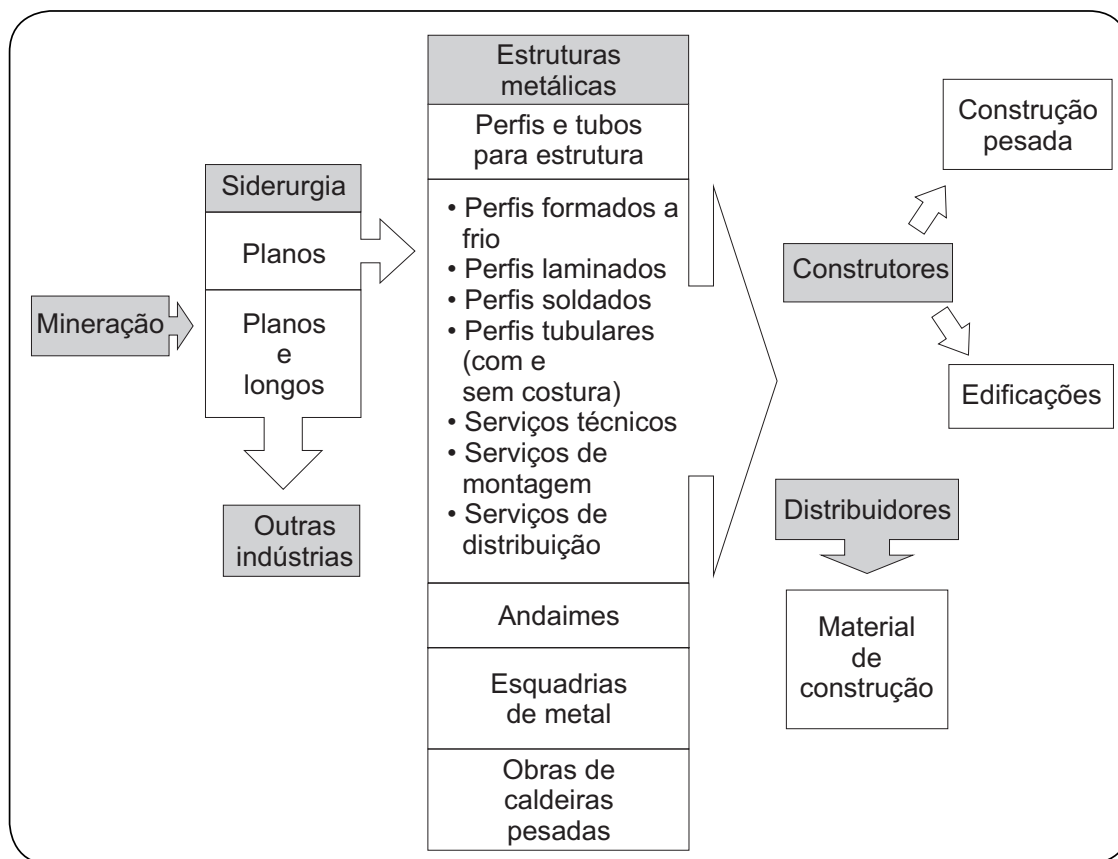
Tipicamente, a cadeia produtiva da indústria de estruturas metálicas é composta pelas seguintes indústrias: (i) extrativista, que fornece o minério de ferro; (ii) siderúrgica, responsável pelo fornecimento de aços planos; (iii) indústria de estruturas metálicas, com destaque para os fabricantes de perfis e tubos soldados para estruturas; e (iv) construtoras, que são os principais consumidores finais.

O processo industrial dos fabricantes de estruturas metálicas envolve: (i) projetos (incluem desenhos técnicos e cálculos estruturais); (ii) corte de chapas; (iii) perfurações para encaixes; e (iv) solda, limpeza, polimento e pintura. Além disso, a produção propriamente dita correlaciona-se às áreas de vendas e de logística e pode incluir a prestação de serviços especializados.¹

A cadeia produtiva da indústria de estruturas metálicas, conforme ilustrado na Figura 1, segue as linhas gerais do padrão mundial.

¹ Em alguns países, em especial os Estados Unidos, há Centros de Serviços – depósitos para estocagem ou pré-processamento das estruturas metálicas. O American Institute of Steel Construction (AISC) estima que, nos Estados Unidos, cerca de 65% dos materiais estruturais (aços planos e perfis) passam por tais centros de serviços antes de chegar ao fabricante. Esses centros atuam como intermediários entre os fornecedores de aços planos e a indústria de estruturas metálicas, com estoques para pronta entrega e serviços de pré-processamento, como corte, por exemplo. Sua atuação minimiza a volatilidade dos preços do aço, otimiza a infraestrutura para armazenagem e diminui a necessidade de capital de giro.

Figura 1 | Resumo da cadeia produtiva da indústria brasileira de estruturas metálicas



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que, em toda sua cadeia produtiva, essa indústria se estabelece entre a indústria siderúrgica de planos e as construtoras/distribuidores. Tal característica é relevante para explicar o padrão competitivo, como será ressaltado na seção seguinte. Vale ainda salientar que as estruturas metálicas, em particular as leves, como o sistema *drywall*,² também podem ser distribuídas por meio da rede de varejo de materiais de construção.

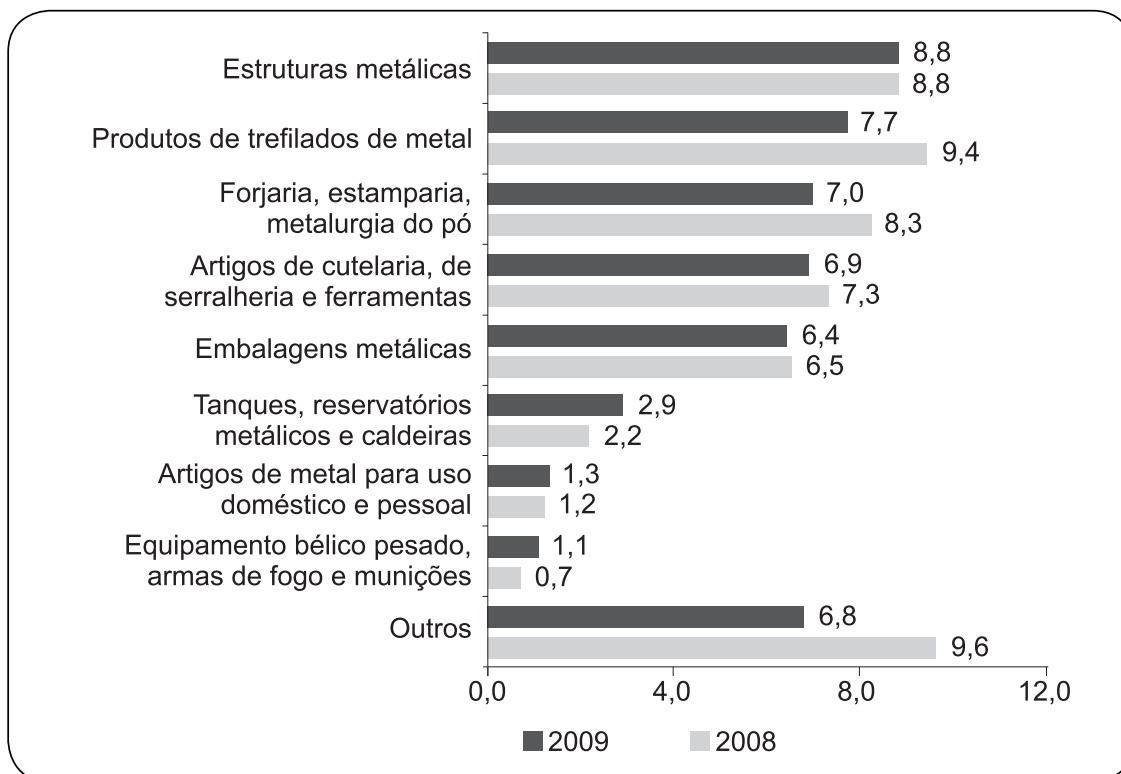
De acordo com o IBGE, a indústria de estruturas metálicas compõe o grupo das indústrias de fabricação de produtos de metal,³ com uma participação

² Estrutura feita em aço galvanizado, insumo para a fabricação de paredes e forros baseados no gesso, é também denominada chapa de *drywall*.

³ Além da indústria de estruturas metálicas, esse grupo compõe as indústrias de: (i) tanques, reservatórios metálicos e caldeiras; (ii) forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais; (iii) artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas; (iv) equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições; e (v) embalagens metálicas, produtos de trefilados de metal e artigos de metal para uso doméstico e pessoal.

total no faturamento de 16,3% em 2008, que foi de R\$ 54,1 bilhões, e de 18% em 2009 (R\$ 48,9 bilhões). Com isso, foi o segmento mais importante em 2009 (Gráfico 1).

Gráfico 1 | Faturamento da indústria geral de fabricação de produtos de metal – 2008 e 2009 (em R\$ bilhões)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Pesquisa Industrial Anual – IBGE 2008 e 2009.

Como ilustrado pela Figura 1, a indústria de estruturas metálicas subdivide-se em quatro grupos: (i) perfis e tubos para estruturas (aço ou alumínio); (ii) andaimes; (iii) esquadrias de metal; e (iv) obras de caldeiraria pesada.

O grupo mais importante na indústria de estruturas metálicas é o de fabricação de perfis e tubos para estruturas (aço e alumínio), que representou 70,6% do faturamento total, segundo dados da Pesquisa Industrial Anual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PIA-IBGE) para o ano de 2009, enquanto a fabricação de andaimes, de obras de caldeiraria e de esquadrias de metal representaram, respectivamente, 2%, 7,7% e 19,7%.

O foco deste artigo é o segmento de perfis e tubos em aço para estruturas, como ilustrado na Figura 2. Isso se justifica, em primeiro lugar, pelo fato de que, apesar de a indústria de estruturas metálicas envolver outros segmentos, tais como andaimes, esquadrias, obras de caldeiraria e perfis em alumínio,⁴ o grupo de perfis e tubos em aço para estruturas é aquele que abrange o maior volume de produção e o mais demandado na construção civil. Em segundo lugar, grande parte dos financiamentos do BNDES à indústria de estruturas metálicas está associada às empresas fabricantes de perfis e tubos de aço.



Fonte: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura.

A concepção do termo “estruturas metálicas” neste artigo está estritamente relacionada aos perfis e tubos em aço para estruturas, como, de certo modo, a expressão é usada com frequência. Caso seja ampliado para incluir outros segmentos, será feita a devida consideração. O grupo de perfis e tubos em aço para estruturas é segmentado em quatro subgrupos principais, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 | Faturamento dos subgrupos da indústria de perfis e tubos em aço para estruturas – 2008 e 2009 (em R\$ milhões)

Subgrupo	Descrição	Faturamento 2008	Faturamento 2009
a) Construções pré-fabricadas de ferro e aço	- Fabricação de construções pré-fabricadas de metal - Fabricação de elementos modulares de metal para construção	1.027	910

Continua

⁴ Existem também as estruturas metálicas produzidas a partir do alumínio, especificamente ligadas ao segmento de esquadria de metal, que não serão tratadas neste artigo.

Continuação

Subgrupo	Descrição	Faturamento 2008	Faturamento 2009
b) Estruturas de ferro e aço, em chapas ou em outras formas	- Fabricação de estruturas metálicas para edifícios comerciais e residenciais, galpões, coberturas, silos, passarelas, subestações, telecomunicações	2.562	2.432
c) Torres e pórticos	- Fabricação de torres de telegrafia, linhas de transmissão, extração de petróleo - Fabricação de pilares	774	677
d) Pontes e elementos de pontes	- Pontes e elementos de pontes em ferro e aço	306	322

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da PIA-IBGE 2008 e 2009.

Informalmente, o meio empresarial costuma classificar esse segmento em quatro categorias: leve, média, pesada e extrapesada. As estruturas leves e médias aplicam-se a construções de menor porte, como residências, galpões, edificações comerciais, escolas e igrejas, enquanto as estruturas pesadas e extrapesadas são utilizadas em edifícios residenciais e comerciais de múltiplos andares, em obras de infraestrutura, como torres e pontes, e em instalações industriais.

Panorama da indústria no Brasil

A indústria nacional de estruturas metálicas de perfis e tubos em aço tem orientação competitiva conduzida, preponderantemente, pelo aumento de participação de mercado via racionalização e redução de custos [Lopes (2001)]. Tal orientação estratégica destaca como os fatores mais relevantes: o preço do aço, a qualidade do produto e do serviço, a competição com outros métodos construtivos e o baixo grau de concentração dessa indústria.

Com base nos dados da PIA-IBGE, nota-se que o número de empresas ativas com mais de trinta empregados passou de duzentos, em 2001 (23.696 de pessoal ocupado), para 380 em 2008 (48.125 de pessoal ocupado), com uma taxa de crescimento anual média de 9,6%. As sete principais empresas que atuam nessa indústria não chegam a 46% de *market share* (Alufer, Brafer, Codeme, ICEC, Medabil, Metasa e Usiminas Mecânica). As principais informações referentes a essas empresas estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 1 | Informações sobre as principais empresas do mercado brasileiro de estruturas metálicas – 2008 e 2009

Ranking 2009	Grupo/ empresa	Faturamento (R\$ mil)		Serviços	Sede	Fundação	Unidades fabris
		2009	2008				
1	Medabil	494.605	487.714	ST, FE, M e II	RS	1967	Nova Bassano (RS) Nova Araçá (RS) Extrema (MG)
2	ICEC*	480.083	577.507	ST, FE, M e II	SP	1979	S.J. Rio Preto (SP) Bady Bassitt (SP) Mirassol (SP) Cariacica (ES) Campo Grande (RJ)
3	Usiminas**	238.112	339.496	FE e M	MG	1969	Cubatão (SP) St. do Paraíso (MG)
4	Metasa	224.846	165.458	FE, M e D	RS	1975	Marau (RS) Santo André (SP)
5	Brafer	212.912	264.922	ST, FE, M, C, II e G	PR	1976	Araucária (PR) Rio de Janeiro (RJ)
6	Codeme	179.531	ND	ST, FE, M, C, II e G	MG	1980	Betim (MG) Taubaté (SP)
7	Alufer	89.563	118.889	FE e M	SP	1962	Itu (SP)
8	EMTEC	11.353	8.604	ST, FE, M e C	SP	2000	Bady Bassitt (SP)

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da revista *O Empreiteiro* n^{os} 477 e 488 e de *sites* institucionais das empresas.

Notas: ST: Serviços Técnicos, FE: Fabricação de Estruturas, M: Montagem, C: Cobertura, II: Insumos e Implementos, e G: galvanizadores

* Faturamento referente às empresas do Grupo ICEC que atuam com estruturas metálicas: CMI (Construções Metálicas ICEC), SMI (Montagem e Manutenção Industrial), SCS (Caldeiraria) e SOLESA (Estruturas Metálicas). Fonte: Grupo ICEC.

** Faturamento da Usiminas Mecânicas S.A. referente às unidades de negócios Pontes e Estruturas Metálicas. Fonte: Usiminas Mecânica S.A.

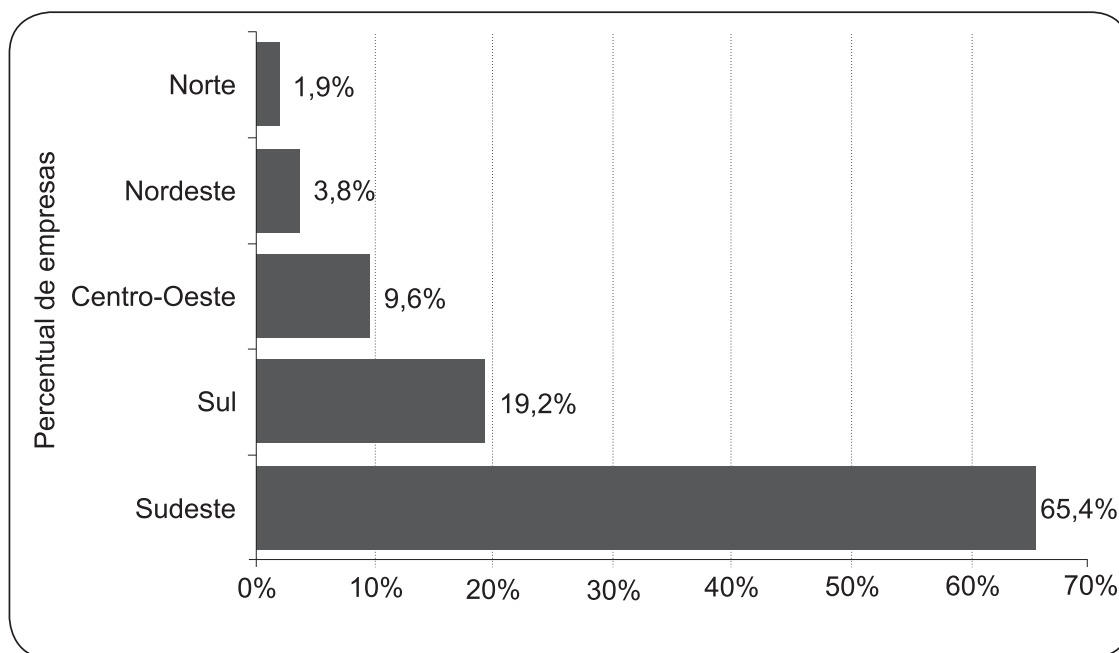
O grupo de perfis e tubos para estrutura possui como insumo mais relevante os aços produzidos pela siderurgia de planos. No Brasil, a indústria siderúrgica mostra-se bastante concentrada [Crossetti e Fernandes (2005)]. Apenas três grupos são responsáveis pelo fornecimento de aços planos: Usiminas (41,2% do total da produção), CSN (30,6%), e Acelor-Mittal (28,2%). Tal concentração restringe significativamente o poder de negociação das empresas de estruturas metálicas em relação ao preço do aço.

Entre os insumos dessa indústria, os aços planos são a matéria-prima básica, o que acarreta uma alta dependência produtiva em relação à siderurgia. Estima-se que cerca de 50% do custo de uma estrutura metálica advém desse insumo. Além do mais, de acordo com a PIA de 2009 (IBGE), a aquisição de matéria-prima representa 40% do custo total de produção, seguida pelo custo de mão de obra, com participação de 25%, e pelo custo de manutenção de estoques (produto acabado e matérias-primas), com 16%.

A siderurgia também exerce influência sobre os aspectos locacionais da indústria de estruturas metálicas, cujas empresas tendem a se fixar de modo a equilibrar sua distância entre as siderúrgicas que fornecem planos e os principais mercados consumidores. No Brasil, grande parte da indústria de estruturas metálicas está localizada na Região Sudeste. Considerando-se as empresas listadas na Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM), 65,4% delas estão no Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo, com participação de 50%, conforme indica Gráfico 2.

Esse aspecto pode ser explicado pela proximidade de um dos principais fornecedores de planos, a Usiminas, com unidades em Cubatão (SP) e Ipatinga (MG), e a CSN em Volta Redonda (RJ). No total, seis unidades estão localizadas na Região Sudeste. Além disso, os principais mercados da construção civil de edificações e construção pesada também estão localizados na Região Sudeste. A Região Sul aparece em seguida com 19,2% do total de empresas listadas na ABCEM, com destaque para o estado do Rio Grande Sul, com participação de 11,5% do total de empresas.

Gráfico 2 | Percentual de empresas de estruturas metálicas por região



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da ABCEM.

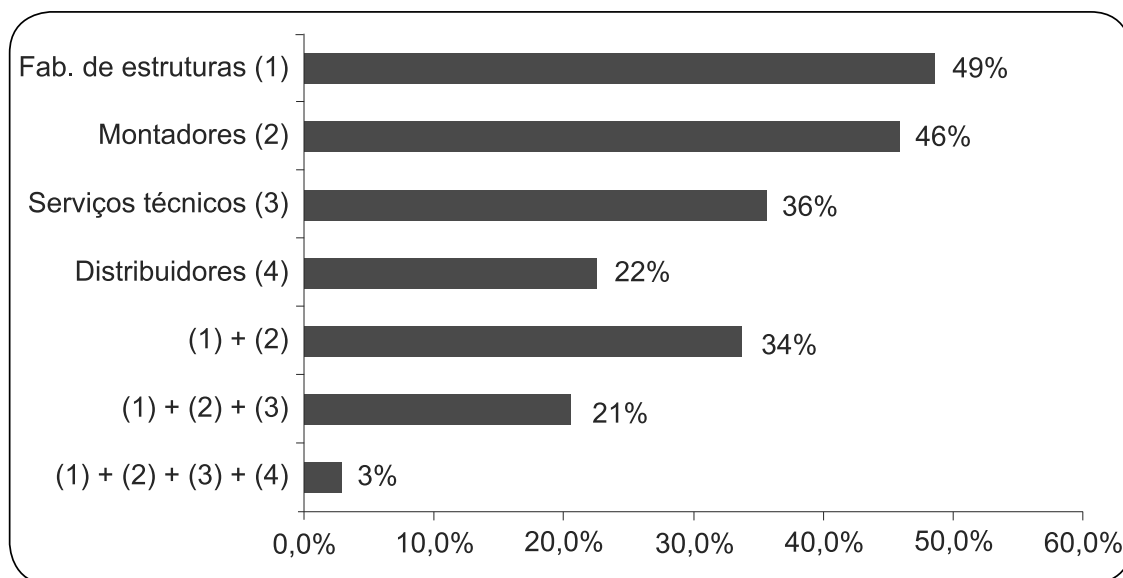
No que tange à distribuição do produto final, bom desempenho logístico é um fator que contribui para redução de custos, principalmente em relação à armazenagem. A dimensão continental do território brasileiro implica um elevado custo do transporte. Além disso, para se garantir a qualidade das peças é fundamental grande cautela no manuseio e no embarque, a fim de evitar empenos, dobras e outras deformações.

O relevante elo de montagem das estruturas metálicas, que consiste na união de todas as peças pré-fabricadas no local onde será instalado o empreendimento, faturou cerca de R\$ 1,3 bilhão em 2008 e de R\$ 1,6 bilhão em 2009. Apesar de simples quando comparado a outros sistemas construtivos, este é um elo que exige mão de obra com treinamento específico, agrega valor ao produto e traz diferenciação para a empresa, uma vez que embute um serviço especializado.

Tommelein e Weissemberger (1999) ressaltam a importância do sistema *just-in-time* para entrega dos produtos na obra, o que garante a chegada do material no momento adequado, levando-se em conta possíveis intempéries, problemas de deslocamento e falta de espaço para armazenagem no canteiro de obras.

Apesar de ser um fator de diferenciação relevante, do total de empresas associadas à ABCEM, 46% oferecem o serviço de montagem e somente 22% o serviço de distribuição, conforme mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 | Percentual de empresas de acordo com a área de atividade



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da ABCEM.

Quanto à competição com outros métodos construtivos, de acordo com Lopes (2001), o mercado da construção civil no Brasil é dominado pelo uso do concreto armado. Coca (2004) afirma que o cimento é usado em pelo menos 98% das construções brasileiras. Contribui para isso, dentre outros fatores, o concreto também poder ser pré-fabricado, conferindo aspectos arquitetônicos e estruturais semelhantes aos das estruturas metálicas.

Em estruturas metálicas observa-se também uma competição acirrada e baseada em preço, configurando-se uma indústria pouco concentrada e com baixas barreiras à entrada,⁵ como salienta Coca (2004).

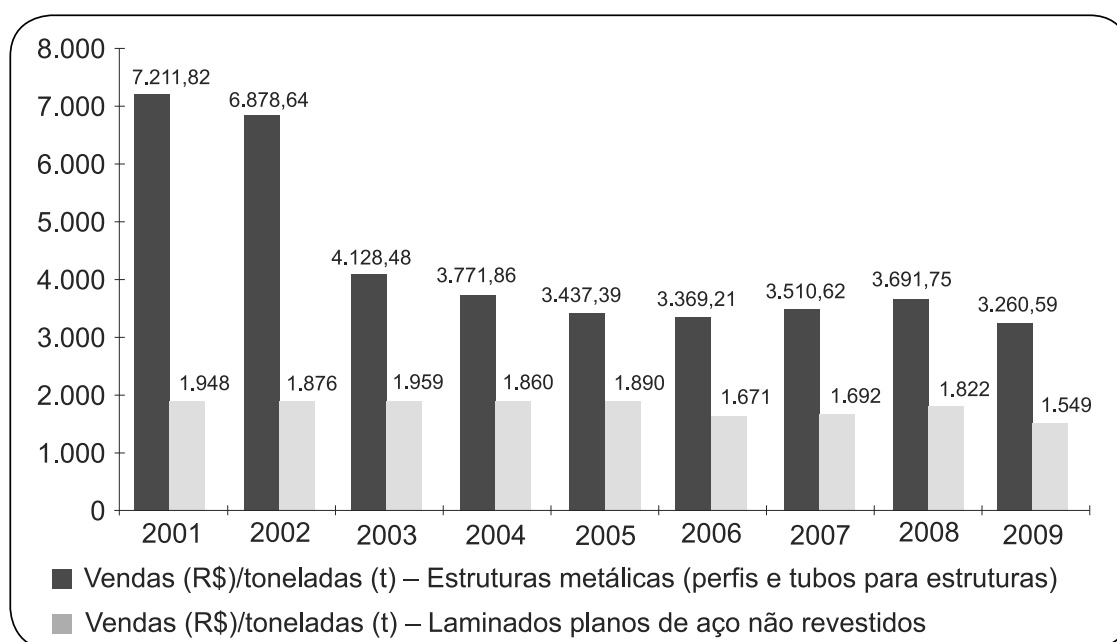
Pelo lado da demanda, ainda segundo Coca (2004), o poder de barganha de seus compradores é bastante elevado, uma vez que a instalação ou expansão de uma edificação, seja ela industrial ou residencial, exige um volume grande de estruturas metálicas, o que leva a intensas negociações por melhores preços. O custo da troca de fornecedores é relativamente

⁵ Cerca de 107 empresas associadas à ABCEM atuam de alguma forma na fabricação ou na prestação de serviços específicos. Observando os resultados da PIA de 2008, que abrange um universo maior de empresas ativas, este número chega a 380 unidades.

baixo, uma vez que existem muitas empresas com igualdade técnica de produção, até mesmo em outros países. Lopes (2001), ao analisar o padrão competitivo de uma amostra de quatro empresas produtoras de estruturas metálicas, observou que o objetivo estratégico de todas elas se fundamenta na busca por maior participação no mercado consumidor por meio do incremento de vendas. Isso vem a ocorrer, segundo ele, pela conquista de novos clientes por intermédio de estratégias baseadas no binômio preço e custo.

Ao comparar a evolução da razão entre a receita de vendas, a preços de 2009, e a quantidade vendida (em toneladas) da indústria de estruturas metálicas, com o mesmo indicador para a indústria de laminados planos, pertencente à mesma cadeia produtiva (Gráficos 4 e 5), nota-se queda de preços no período 2001-2009 em ambas as indústrias.

Gráfico 4 | Relação entre vendas (R\$), a preços de 2009, e quantidade vendida (t) da indústria de estruturas metálicas e de laminados planos de aço não revestidos – 2001-2009

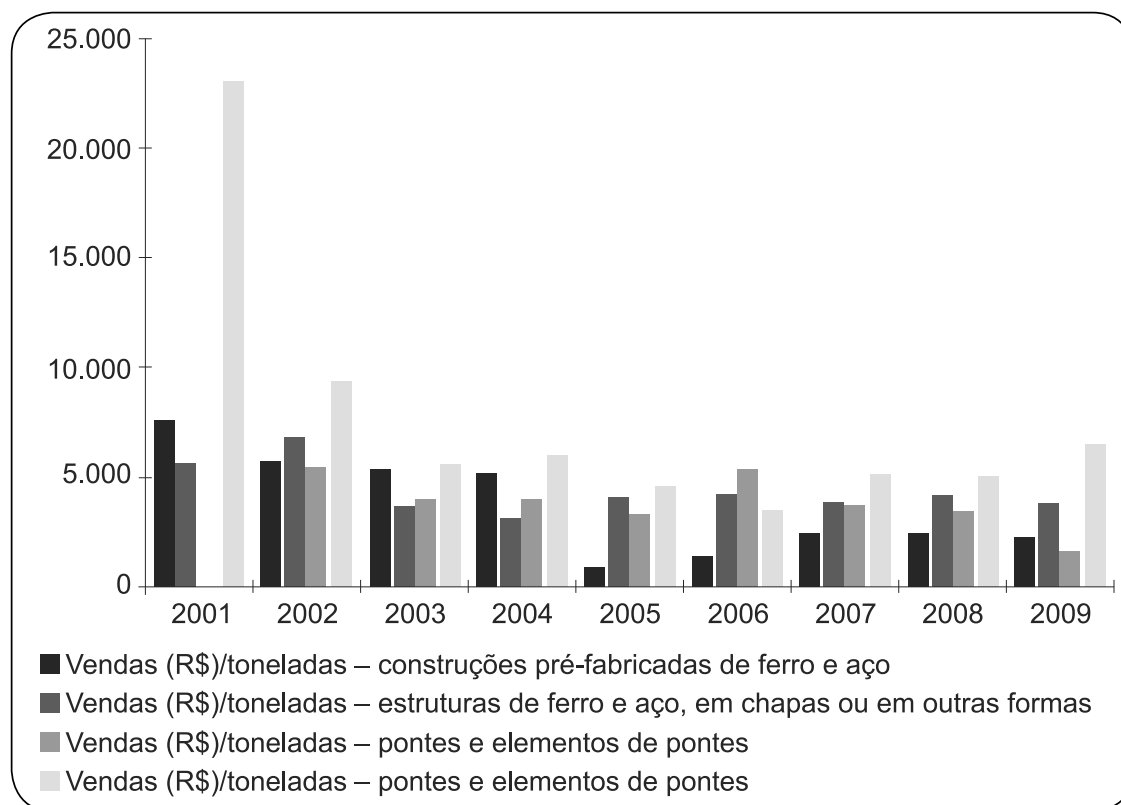


Fonte: Elaboração própria, com base em dados da PIA-IBGE.

A razão entre o valor de vendas e a quantidade produzida de estruturas metálicas no segmento de perfis e tubos para estruturas caiu cerca de 55%, com uma variação anual média negativa de 9,4%, conforme mostra o Gráfico 4. Essa queda é ainda mais acentuada para os subgrupos de construções

pré-fabricadas, com variação anual média negativa de 13,9%, e a de torres e pórticos, com uma taxa de -15,4% a.a., de acordo com o Gráfico 5.

Gráfico 5 | Relação entre vendas (em R\$), a preços de 2009, e quantidade vendida (em t) para os subgrupos da indústria de estruturas metálicas – 2001-2009



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da PIA-IBGE.

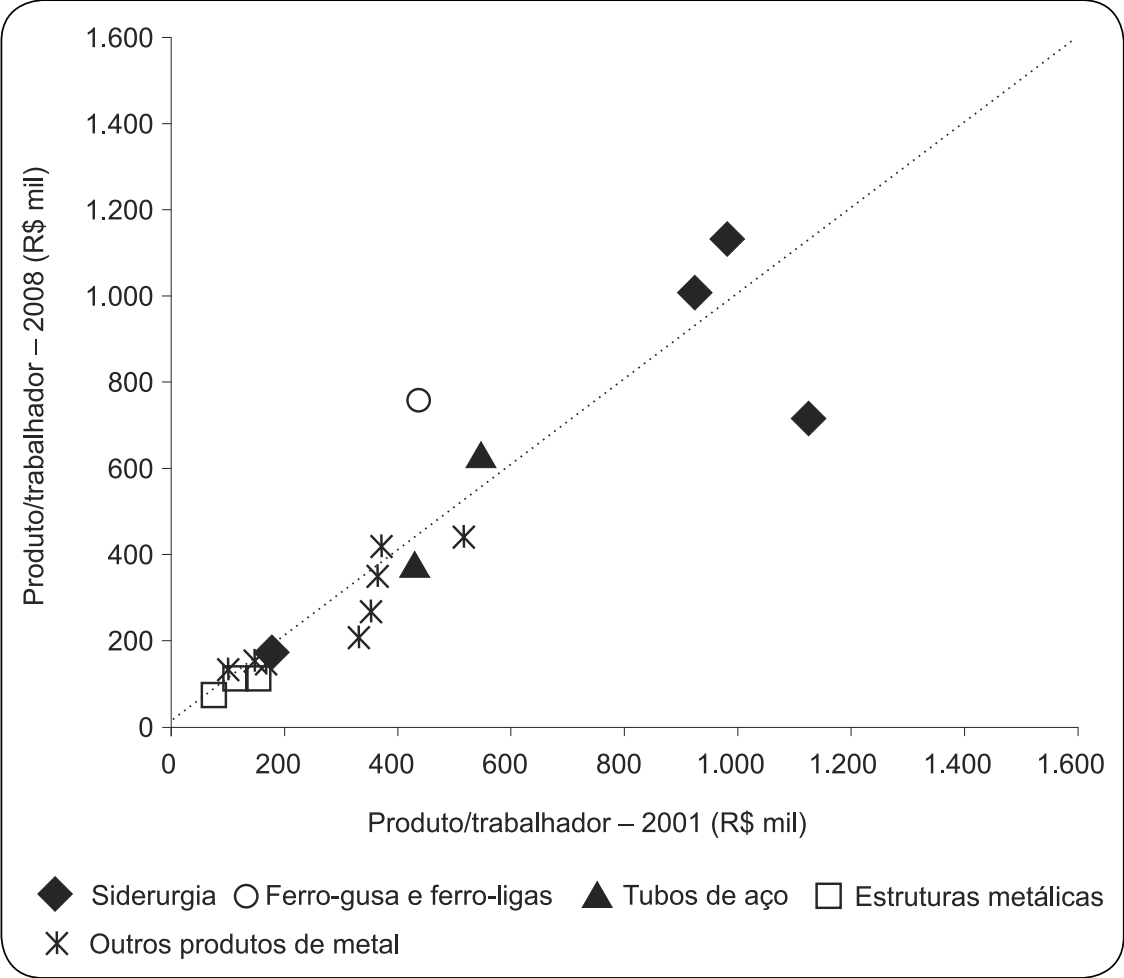
Quando se considera apenas a indústria de laminados planos de aço não revestidos,⁶ principal fornecedora de matéria-prima para fabricação de estruturas metálicas, para o mesmo período, verifica-se queda da relação entre vendas e quantidade vendida de 20,5%, com uma redução anual média de 2,8%, patamares bem inferiores aos da indústria de estruturas metálicas.

Além da grande diminuição dos preços, a produtividade do trabalho nessa indústria não avançou no período 2001-2008. Ao contrário, houve diminuição da relação entre o valor produzido – a preços de 2008 – e a quantidade

⁶ Nesse caso foram selecionados os seguintes segmentos: (i) bobinas a frio de aços ao carbono, não revestidos; (ii) bobinas a quente de aços ao carbono, não revestidos; (iii) bobinas grossas de aços ao carbono, não revestidos; e (iv) chapas grossas de aços ao carbono, não revestidos.

de trabalhadores empregados de pelo menos 9% para o segmento de perfis e tubos para estrutura, conforme Gráfico 6.

Gráfico 6 | Relação entre a produtividade do trabalho das principais indústrias da cadeia do aço – 2001-2008 (em R\$ mil/ano)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE.
Nota: Cada setor é representado pelos seus principais subsetores industriais. (a) Siderurgia: planos de aço, longos de aço e relaminados/trefilados de aço; (b) Tubos de Aço: tubos com costura e peças fundidas; (c) Estruturas Metálicas: perfis e tubos para estruturas, esquadrias de metal e caldeiraria pesada; e (d) Outros produtos de metal: tanques/reservatórios metálicos/caldeiras para aquecimento central, caldeiras geradoras de vapor, forjados de aço, artigos de cutelaria, artigos de serralheria, ferramentas manuais, embalagens metálicas e artefatos de trefilados.

Portanto, no segmento de perfis e tubos em aço para estruturas, houve grande queda de preços, sem contrapartida favorável na produtividade, o que pode ser resultado do padrão competitivo que atua sobre a indústria: baixo poder de negociação na compra do aço, baixa concentração, competição acirrada por preços e alto poder de barganha dos compradores.

Atuação do BNDES

O apoio do BNDES à indústria de estruturas metálicas cresceu bastante durante os últimos dez anos, especialmente a partir de 2007: enquanto a média anual do período 2001-2006 foi de R\$ 5,7 milhões em desembolsos, tal cifra foi de R\$ 103,1 milhões no período 2007-2010.

Do total de recursos desembolsados pelo BNDES entre 2001 e 2010, 81,1% estão associados a operações indiretas, tendo as empresas de médio e grande porte uma participação de 68,9% nesse valor. Quanto às micros e pequenas empresas, o número de suas operações contratadas pelo Banco cresceu, passando de uma média de 57 operações anuais no triênio 2005-2007 para uma média de 425 para o triênio 2008-2010. A Tabela 2, a seguir, exhibe a evolução de desembolsos do BNDES.

Tabela 2 | Volume de desembolso e número de operações contratadas pelo BNDES da indústria de estruturas metálicas (tubos e perfis para estruturas) – 2001-2010 (em R\$ milhões)

Desembolsos	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Diretos	-	-	-	5,1	-	2,8	22,2	12,0	19,8	22,4	84,4
Grandes e médias	-	-	-	5,1	-	2,8	22,2	12,0	19,8	22,4	84,4
Indiretos	5,9	4,0	3,8	3,4	4,5	4,8	28,6	40,0	133,6	133,9	362,4
Grandes e médias	5,0	2,1	2,3	3,0	2,5	2,4	24,2	34,5	124,6	107,3	307,8
Micro e pequenas	0,9	1,9	1,5	0,4	2,0	2,4	4,4	5,5	9,0	26,6	54,6
Total	5,9	4,0	3,8	8,5	4,5	7,7	50,8	52,0	153,4	156,3	446,8

Fonte: Elaboração própria.

A participação dos desembolsos para a indústria de estruturas metálicas (perfis e tubos para estrutura) no período 2001-2010 representou, em média, cerca de 6,6% do total desembolsado para a indústria de produtos de metal, atingindo 14% em 2010.

Os financiamentos concedidos pelo BNDES, em larga medida, estão associados à aquisição de máquinas e equipamentos, assim como à expansão da capacidade produtiva.

Panorama da indústria no mundo

A China sobressai na indústria de perfis e tubos para estruturas metálicas,⁷ com produção de mais de 34 milhões de toneladas em 2008, ano em que a produção do segundo colocado do *ranking* mundial, os Estados Unidos, não chegou à quarta parte da produção chinesa (7,5 milhões de toneladas), como aponta a Tabela 3.

Tabela 3 | Produção de estruturas metálicas (perfis e tubos para estrutura) – principais países em 2008 (em mil toneladas)

País	Produção	País	Produção
China*	35.189	Holanda	528
Estados Unidos	7.580	República Tcheca**	433
Japão*	5.120	Hungria**	257
Coreia do Sul*	3.756	Cazaquistão**	243
Índia*	3.627	Áustria	184
Alemanha	2.285	Bulgária**	157
Polônia**	1.756	México**	148
Brasil	1.429	Finlândia**	148
Espanha	1.350	Portugal	132
Rússia**	1.265	Dinamarca	117
Reino Unido	1.256	Turquia	112
Bélgica**	967	Romênia	80
Canadá*	900	Suíça	80
Itália	870	Noruega	73
França	838	Suécia**	68
Tailândia	785	Eslovênia	34
Ucrânia**	639	Mundo*	83.636

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de IBGE, European Convention for Constructional Steelwork (ECCS), AISC, United Nations International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (UN-ISIC).

* Valores estimados pelos autores com base no consumo aparente de bobinas laminadas a quente.

** Dados disponíveis para o ano de 2007.

⁷ Dados referentes à produção de estruturas metálicas são bem escassos nas bases estatísticas internacionais, em especial para os países asiáticos, tais como China e Japão. Recorreu-se a várias fontes de informações e também à estimação desse dado específico para pelo menos 11 países, utilizando o consumo aparente de bobinas a quente, calculado com base nos dados da World Steel Association. Verificou-se que existe uma boa relação linear entre a produção de estruturas metálicas e o consumo aparente de bobinas a quente entre os países que têm informações disponíveis. Com esse resultado, esse resultado, extrapola-se para os demais países em que não há informação conhecida.

Os quatro principais produtores, grupo que se completa com a Coreia do Sul, responderam por quase 62% do total mundial em 2008. O Brasil, com 1,4 milhão de toneladas, ocupou a oitava colocação no *ranking*.

Nos países em destaque apenas, foram produzidas cerca de 72 milhões de toneladas em estruturas metálicas em aço.⁸ Em termos mundiais, estima-se que em 2008 tenham sido produzidas cerca de 83,6 milhões de toneladas em estruturas metálicas, correspondendo a 6% da produção de aço bruto mundial do ano.

O comércio internacional dessa indústria⁹ movimentou em 2008 cerca de US\$ 35,6 bilhões, dos quais os dez principais exportadores participaram com cerca de 62%, e os dez principais importadores com, aproximadamente, 40% (Tabela 4).

Tabela 4 | Principais países exportadores e importadores mundiais de perfis e tubos para estruturas no ano de 2008, excluindo o segmento de construções pré-fabricadas (US\$ milhões)

<i>Ranking</i> exportações	<i>Ranking</i> importações	País	Exportações	%	Importações	%	Saldo
1	18	China	7.500	21,1	525	1,5	6.975
2	2	Alemanha	3.459	9,7	2.450	6,9	1.009
3	17	Polônia	2.075	5,8	535	1,5	1.540
4	25	Itália	1.575	4,4	329	0,9	1.246
5	8	Bélgica	1.529	4,3	860	2,4	669
6	11	Dinamarca	1.479	4,2	812	2,3	667
7	24	República Tcheca	1.166	3,3	382	1,1	785
8	16	Canadá	1.154	3,2	643	1,8	512
9	1	EUA	1.119	3,1	3.513	9,9	(2.394)
10	34	Turquia	1.098	3,1	170	0,5	928
11	10	Holanda	1.042	2,9	833	2,3	209
12	6	Coreia do Sul	1.025	2,9	1.019	2,9	6

Continua

⁸ Em virtude da indisponibilidade de dados, assumiu-se que não houve alteração na produção em 2008 para os países com informação disponível para o ano de 2007.

⁹ Com base nas informações da Comtrade da United Nations para o segmento industrial 7308 – estruturas (excluindo construções pré-fabricadas) e partes de estruturas (por exemplo, pontes, torres, pórticos etc.). A base de dados é mais completa para os anos até 2008.

Continuação

<i>Ranking</i> exportações	<i>Ranking</i> importações	País	Exportações	%	Importações	%	Saldo
13	12	Reino Unido	997,0	2,8	794	2,2	203
14	15	Áustria	825,0	2,3	687	1,9	138
15	3	França	799,0	2,2	1.428	4,0	(629)
16	14	Espanha	685,0	1,9	694	1,9	(9)
17	21	Suécia	482,0	1,4	474	1,3	8
18	41	África do Sul	470,0	1,3	114	0,3	356
19	5	Noruega	468,0	1,3	1.085	3,0	(617)
20	35	México	467,0	1,3	169	0,5	298
22	4	Japão	409,0	1,1	1.428	4,0	(1.019)
27	20	Cingapura	308,0	0,9	508	1,4	(200)
29	13	Suíça	275,0	0,8	707	2,0	(432)
30	9	Rússia	244,0	0,7	837	2,4	(593)
33	51	Brasil	172,0	0,5	78	0,2	94
37	7	Emirados Árabes	129,0	0,4	980	2,8	(851)
88	19	Argélia	0,4	0,0	514	1,4	(514)
-	-	Outros	4.642,0	13,0	13.028	36,6	(8.386)
-	-	Mundo	35.595,0	100,0	35.595	100,0	0

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de United Nations Commodity Trade Statistics Database (UN Comtrade).

Nota: O segmento de construção pré-industrializada foi desconsiderado em virtude da impossibilidade de desagregação das estruturas metálicas em relação aos demais tipos de métodos construtivos pré-industrializados.

A China lidera o *ranking* com cerca de 21% das exportações mundiais, seguida pela Alemanha, cuja participação foi de 9,7%. A partir do terceiro colocado (Polônia), nenhum país se destaca, demonstrando pequeno grau de concentração: o *market share* dos quatro maiores exportadores foi de 41%.

Em relação às importações, há um grau ainda menor de concentração: nenhum país deteve percentual superior a 10%, com a soma dos quatro principais mercados correspondendo a apenas 25% do total (os Estados Unidos lideraram com 9,9%, seguidos pela Alemanha, com 6,9%, e por França e Japão, cada um com 4%).

De fato, a China sobressai como o principal *player*, exportando para mais de duzentos países. Apenas 38% das exportações chinesas se concentraram em seus cinco principais parceiros comerciais (Japão, Coreia do Sul, Estados Unidos, Hong Kong e Índia), o que mostra diversificação. Pelo lado das importações, Estados Unidos é um dos principais consumidores mundiais de estruturas metálicas, com destaque para os segmentos de estruturas para construção, torres e pórticos. Seus quatro principais parceiros comerciais representam cerca de 74% de suas importações (Canadá, China, México e Coreia do Sul). A Tabela 5 mostra estatísticas dos três principais segmentos da indústria.

Tabela 5 | Principais países exportadores e importadores mundiais de perfis e tubos para estruturas para os principais segmentos (US\$ milhões), excluindo o segmento de construções pré-fabricadas – 2008

<i>Ranking</i> exportações	<i>Ranking</i> importações	País	Exportações	%	Importações	%	Saldo
Chapas, barras, perfis e tubos para construção							
1	17	China	6.747	21,6	516,0	1,6	6.231,0
2	2	Alemanha	3.345	10,7	2.379,0	7,6	966,0
3	18	Polônia	2.037	6,5	512,0	1,6	1.525,0
4	7	Bélgica	1.516	4,8	835,0	2,7	681,0
5	26	Itália	1.405	4,5	288,0	0,9	1.117,0
10	1	EUA	957	3,1	2.387,0	7,6	(1.430,0)
14	4	França	760	2,4	1.312,0	4,2	(552,0)
18	5	Noruega	445	1,4	1.066,0	3,4	(621,0)
20	3	Japão	398	1,3	1.413,0	4,5	(1.015,0)
35	54	Brasil	130	0,4	54,0	0,2	76,0
-	-	Outros	13.681	43,7	20.583,0	65,8	(6.902,0)
-	-	Mundo	31.291	100,0	31.291,0	100,0	0,0
Pontes e elementos de pontes							
1	26	China	203	18,2	8,0	0,7	195,0
2	3	Arábia Saudita	167	15,1	50,0	4,5	117,0
3	8	Reino Unido	119	10,7	24,0	2,2	95,0
4	25	Itália	105	9,5	8,0	0,7	97,0
5	17	Rússia	84	7,6	11,0	1,0	73,0

Continua

Continuação

Ranking exportações	Ranking importações	País	Exportações	%	Importações	%	Saldo
Pontes e elementos de pontes							
6	2	EUA	68	6,2	65,0	5,9	3,0
31	5	Coreia do Sul	4	0,4	31,0	2,8	(27,0)
40	1	Emirados Árabes	1	0,1	119,0	10,7	(118,0)
16	23	Brasil	40	3,6	23,0	2,1	17,0
-	-	Outros	359	32,3	763,0	68,7	(404,0)
-	-	Mundo	1.111	100,0	1.111,0	100,0	0,0
Torres e pórticos							
1	5	Dinamarca	876	27,5	87,0	2,7	789,0
2	93	China	550	17,2	1,0	0,0	549,0
3	19	Turquia	265	8,3	27,0	0,8	238,0
4	8	Canadá	168	5,2	72,0	2,3	96,0
5	31	África do Sul	166	5,2	19,0	0,6	147,0
6	3	Espanha	116	3,6	108,0	3,4	8,0
7	1	EUA	93	2,9	1.061,0	33,2	(968,0)
18	4	França	35	1,1	90,0	2,8	(55,0)
-	2	Algéria	0	0,0	142,0	4,4	(142,0)
38	80	Brasil	2	0,1	0,4	0,0	1,6
-	-	Outros	(1.339)	(41,9)	(517,0)	(16,2)	(822,0)
-	-	Mundo	3.193	100,0	3.193,0	100,0	0,0

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de UN Comtrade.

Nota: O segmento de construções pré-industrializadas foi desconsiderado em virtude da impossibilidade de desagregação das estruturas metálicas em relação aos demais tipos de métodos construtivos pré-industrializados.

Métodos que priorizam o uso de estruturas metálicas são intensamente utilizados no mundo, em larga medida em razão dos ganhos de produtividade que seu processo pré-industrializado oferece. Nos Estados Unidos, por exemplo, segundo dados da McGraw-Hill Analytics, a média de participação desse segmento no período 2004-2010 foi de 54,1%, à frente do concreto reforçado (21,5%), dos blocos de concreto (6,6%) e da madeira (6,3%).

O uso de estruturas metálicas é mais difundido em obras de edificações comerciais e industriais, com infraestrutura e edificações residenciais aparecendo em seguida. Segundo a European Convention for Constructional Steelwork (ECCS) e o American Institute of Steel Construction (AISC), há países em que a predominância desse método construtivo ocorre no setor industrial, como França e Alemanha, com mais de 50% de participação, e países onde tal ocorre no segmento de edificações comerciais, como Estados Unidos e Reino Unido. A difusão do emprego de estruturas metálicas depende principalmente do padrão de competição com outros métodos construtivos e da cultura dos construtores locais. Por exemplo, enquanto o Brasil tem grande tradição na produção de perfis soldados, confeccionados com chapas planas, os Estados Unidos e a Europa também utilizam perfis usinados.¹⁰

A indústria de estruturas metálicas no comércio exterior do Brasil

A indústria brasileira de perfis e tubos para estruturas não se insere de forma significativa no comércio internacional, tendo impacto irrelevante na balança comercial e mostrando baixo grau de penetração no consumo aparente da atividade.

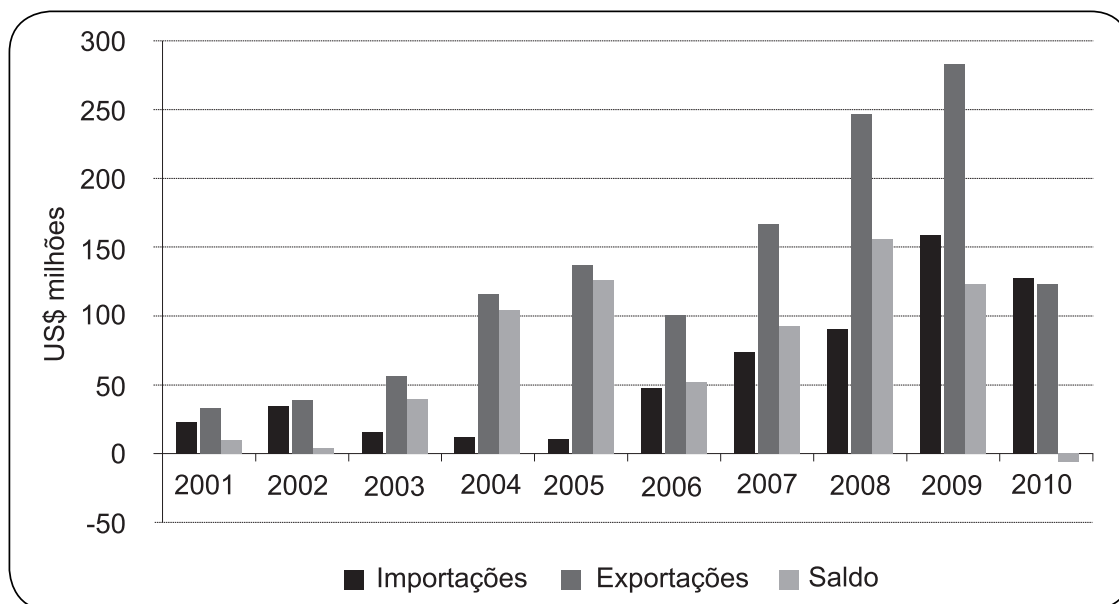
No período entre 2001 e 2010, com exceção do último ano, o saldo comercial da indústria de estruturas metálicas foi sempre positivo, atingindo um máximo de US\$ 156 milhões¹¹ em 2008, como aponta o Gráfico 7. Esse resultado representou apenas 2% da balança comercial brasileira de produtos manufaturados de ferro e aço, que em 2008 obteve um montante de exportações de US\$ 13,7 bilhões e um saldo de US\$ 9,3 bilhões.

O baixo impacto na balança comercial se traduz em baixa representatividade do valor transacionado com o exterior em relação à produção doméstica. Isso a caracteriza como a indústria menos aberta ao mercado internacional de toda sua cadeia produtiva, considerando, nesse caso, a indústria extrativista e a siderúrgica.

¹⁰ Perfis em que não há solda.

¹¹ Foram consideradas as exportações e importações dos seguintes produtos: pontes, elementos de pontes, torres, pórticos, chapas, barras e construções pré-fabricadas em ferro ou aço, entre outras estruturas metálicas para construção. Fonte: Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secex/MDIC.

Gráfico 7 | Evolução da balança comercial da indústria de estruturas metálicas de perfis e tubos estruturais – 2001-2010



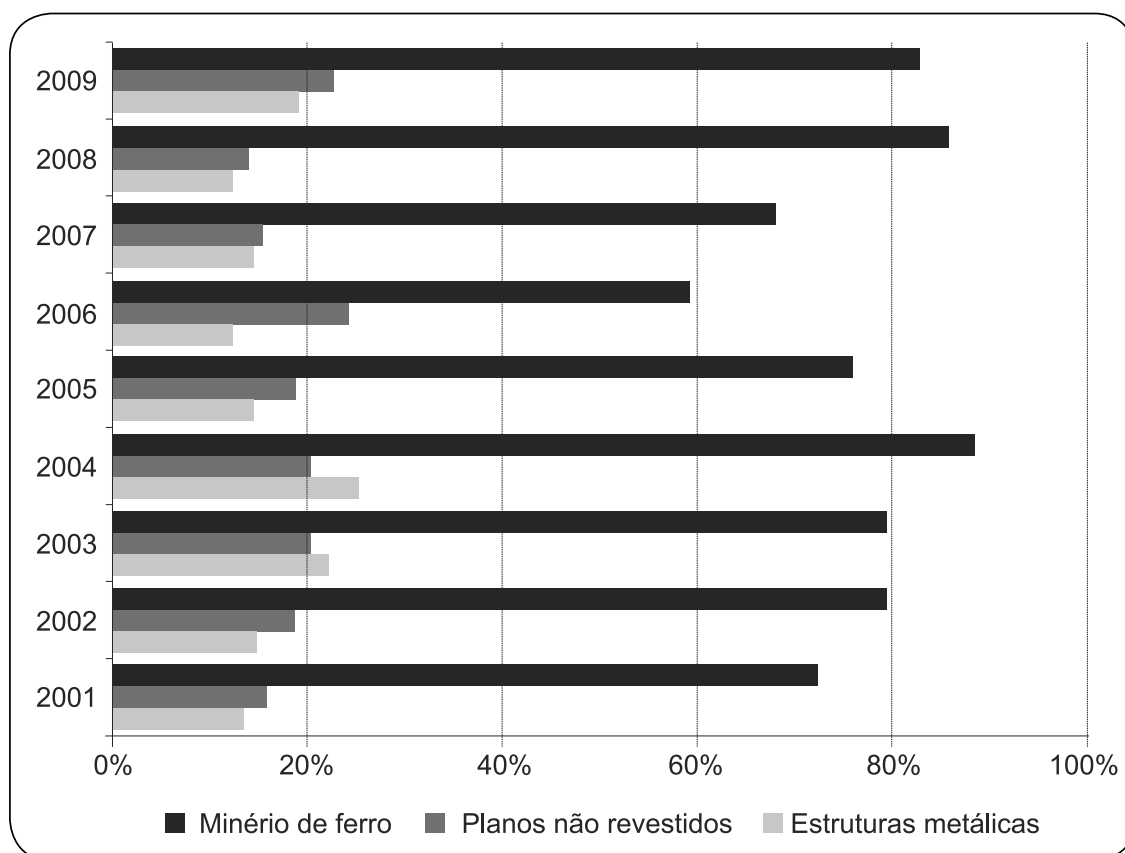
Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb.

Ao calcular a razão entre a corrente de comércio (soma dos valores das exportações e importações) e o total produzido na indústria de estruturas metálicas, observa-se que, entre 2001 e 2009, esse indicador não ultrapassou os 25%. Para efeito de comparação, analisando o nível de participação no comércio internacional da siderurgia de planos não revestidos e de minério de ferro, que pertencem à mesma cadeia produtiva, nota-se que as estruturas metálicas, exceção feita ao ano de 2004, são aquelas com os menores percentuais, como mostra o Gráfico 8.

Há certa proximidade entre o grau de inserção no comércio internacional da indústria de estruturas metálicas e o da indústria de planos não revestidos: no período considerado, o Gráfico 8 mostra que a média foi de 16% para a primeira e de 19% para a segunda. Entretanto, a corrente de comércio dos planos revestidos foi em média 7,4 vezes superior à de estruturas metálicas, com essa proporção chegando a 10,6 vezes em 2006, ano em que o valor transacionado pela indústria de aços planos foi maior do que US\$ 3 bilhões.

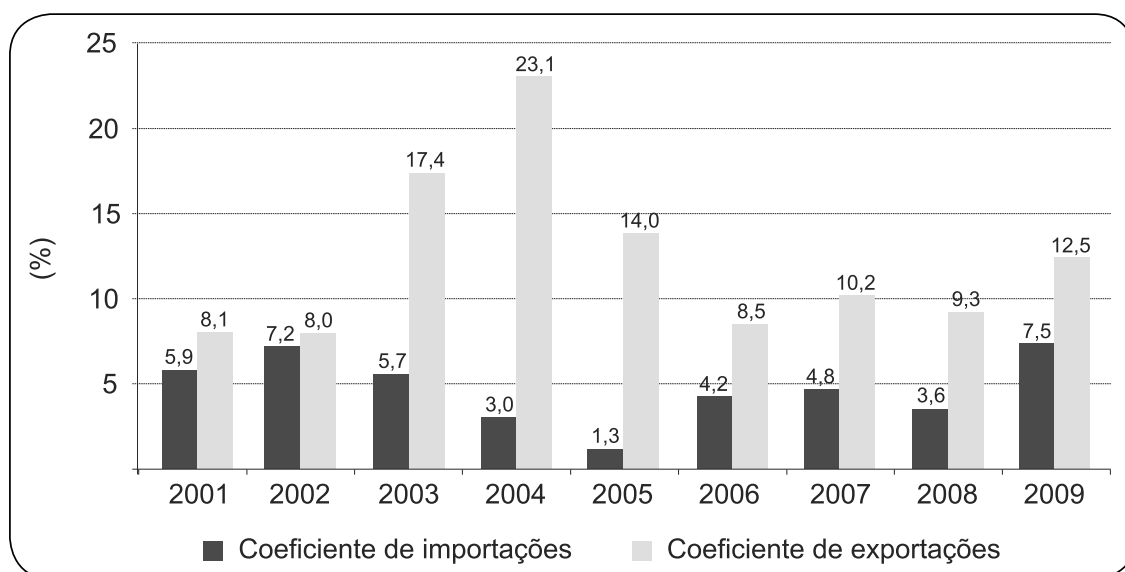
Em larga medida, o que garante a inserção da indústria de estruturas metálicas no mercado internacional é o desempenho de suas exportações. Como se observa no Gráfico 9, os coeficientes de exportação das estruturas metálicas, em geral, são superiores aos coeficientes de importação.

Gráfico 8 | Corrente de comércio (exportações + importações) sobre produção das indústrias de estruturas metálicas de perfis e tubos estruturais, planos não revestidos e minério de ferro – 2001-2009



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb.

Gráfico 9 | Coeficiente de penetração das exportações e importações da indústria de estruturas metálicas – 2001-2009



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb e PIA-IBGE.

O panorama descrito não se altera quando a análise é mais desagregada. Os coeficientes de penetração dos principais segmentos da indústria, conforme classificação da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Secex/MDIC), variam pouco em relação ao coeficiente agregado (Tabela 6). Somente no período de 2002 a 2004, verifica-se que o segmento de Pontes e Elementos de Pontes tem coeficiente de exportações bem acima do coeficiente agregado, indicando que grande parte da produção foi destinada ao mercado externo nesse curto período.

Os dados revelam que, no Brasil, o setor de estruturas metálicas se mostra ligado ao mercado doméstico. Em relação à demanda, a participação das importações é pequena, enquanto em relação à produção há certa relevância das exportações, ainda que não muito expressiva.

O baixo grau de penetração dos produtos estrangeiros pode ser explicado, em boa parte, pela ampla capacidade da indústria nacional de fornecer produtos que atendam às exigências do mercado doméstico, principalmente nas estruturas médias e leves, e também pelos termos de trocas favoráveis observados em grande parte do período analisado. O Gráfico 10 mostra que, em geral, as importações respondem positivamente à apreciação cambial.

Tabela 6 | Coeficiente de penetração das exportações e importações da indústria de estruturas metálicas, por segmento de produto – 2001-2009

Ano	Pontes e elementos de pontes	Torres e pórticos	Chapas, barras, perfis e tubos	Construções pré-fabricadas
2001	ND	2,5	1,3	14,1
2002	0,4	0,7	3,0	2,0
2003	0,1	4,1	1,5	2,3
2004	3,6	0,4	0,9	11,2
2005	0,1	0,0	0,9	2,8
2006	0,2	0,0	1,7	6,6
2007	0,0	0,0	2,1	2,0
2008	0,2	5,6	1,2	1,4
2009	0,3	11,6	4,0	4,5
2001	ND	7,8	1,9	2,1

Continua

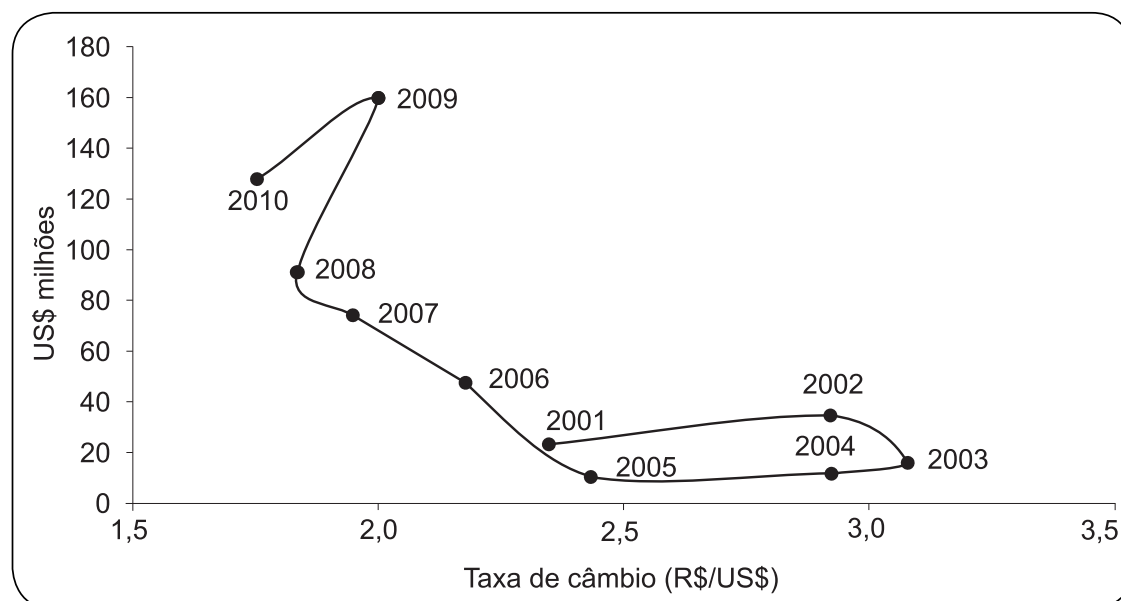
Continuação

Ano	Pontes e elementos de pontes	Torres e pórticos	Chapas, barras, perfis e tubos	Construções pré-fabricadas
Exportações				
2002	60,2	2,8	2,8	2,0
2003	82,1	14,5	5,6	12,7
2004	77,3	22,0	7,9	34,4
2005	21,1	9,0	6,9	37,5
2006	12,8	8,0	3,4	14,2
2007	0,1	16,7	1,9	21,4
2008	0,8	9,4	3,9	10,1
2009	0,2	12,9	2,9	15,3

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb e PIA-IBGE.

Outra característica da indústria de estruturas metálicas é que sua pauta de importações, em relação ao valor, tem boa distribuição entre seus segmentos. Considerando a classificação da Secex/MDIC, há pelo menos seis agrupamentos que se referem ao comércio internacional de estruturas metálicas de ferro e aço, dos quais quatro deles definem os tipos de produtos e os dois restantes são computados como outras estruturas metálicas para construção.

Gráfico 10 | Dispersão entre taxa de câmbio e importações de estruturas metálicas – 2001-2010



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb e Ipeadata.

Dos quatro principais agrupamentos, nenhum deles ultrapassa a média de participação de cerca de 25% no valor importado, entre 2001 e 2010 (Tabela 7). Em alguns anos, em especial 2005 e 2009, houve maior grau de participação em chapas, barras, perfis e tubos, que, no entanto, ocorreu como resultado de grande queda observada no valor comercializado dos outros segmentos.

As importações brasileiras não apresentam concentração significativa, como aponta a Tabela 8. A participação dos sete maiores fornecedores oscilou aproximadamente entre 45% e 60% do total até 2004, quando exportações chinesas atípicas fizeram tal participação chegar a quase 90% (2007). A partir de então, os dados convergiram para o patamar histórico, atingindo o menor índice da década em 2010 (45,4%).

Tabela 7 | Participação do tipo de estrutura metálica no valor total importado – 2001-2010

	Chapas, barras, perfis e tubos	Construções pré-fabricadas	Torres e pórticos	Pontes e elementos de pontes	Outros
2001	15,1	21,7	12,3	2,0	48,9
2002	19,7	2,0	4,0	0,1	74,1
2003	19,3	4,3	13,9	0,0	62,5
2004	21,7	17,2	3,2	3,3	54,7
2005	47,8	9,1	0,0	0,7	42,4
2006	28,3	18,0	0,0	0,2	53,6
2007	26,9	7,5	0,1	0,1	65,4
2008	18,1	9,0	25,6	0,4	46,9
2009	32,0	10,6	29,4	0,3	27,7
2010	24,2	19,6	20,1	0,9	35,2
Média	25,3	11,9	10,9	0,8	51,1

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb.

Tabela 8 | Percentual de participação dos países na pauta de importação da indústria de estrutura metálica – 2001-2010

Países	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Itália	17,6	24,9	20,9	3,5	9,6	7,8	1,9	5,6	3,3	4,1
Alemanha	14,5	12,4	5,7	8,0	17,7	2,2	2,1	12,1	24,9	13,8
Estados Unidos	13,5	7,3	8,5	13,2	4,8	2,4	4,8	4,3	2,7	5,8

Continua

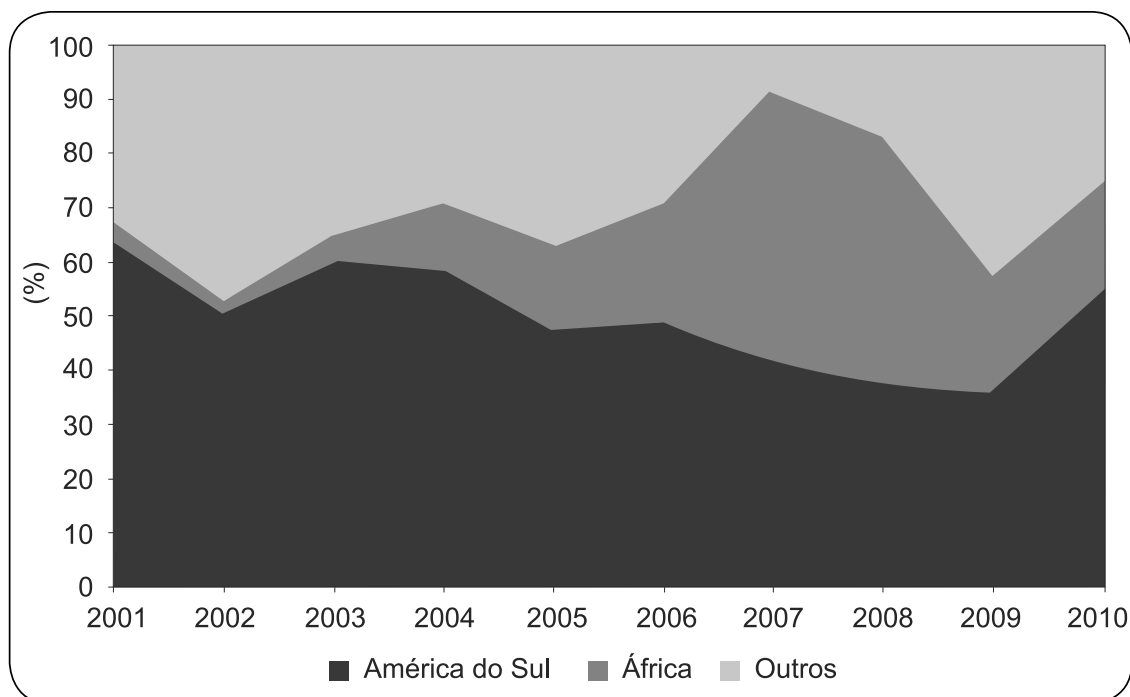
Continuação

Países	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Espanha	6,1	2,3	1,5	2,0	14,2	9,5	0,7	7,6	4,1	3,1
Argentina	3,6	2,1	5,3	12,3	9,4	2,9	2,1	2,1	0,7	4,4
China	0,1	0,1	0,0	0,0	3,9	51,8	74,7	27,6	14,6	11,2
Chile	1,8	3,9	6,7	6,4	9,3	3,1	2,4	3,7	2,3	2,9
Total	57,1	53,0	48,8	45,5	68,9	79,7	88,8	63,0	52,6	45,4

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb.

A penetração das exportações, por sua vez, resulta principalmente da demanda das grandes construtoras brasileiras, que optam por seus fornecedores brasileiros de estruturas metálicas em suas operações internacionais. Em média, cerca de 70% do valor exportado são oriundos do bloco de países africanos e sul-americanos, justamente as regiões em que as construtoras brasileiras têm maior nível de atuação. Em 2007, essa participação chegou a 92%. O Gráfico 17 exibe a evolução da participação do bloco de países africanos e sul-americanos nas exportações de estruturas metálicas entre 2001 e 2010.

Gráfico 11 | Evolução da participação nas exportações brasileiras do bloco de países africanos e sul-americanos – 2001-2010



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de AliceWeb.

As exportações de estruturas metálicas mostraram pouca sensibilidade a variações cambiais, o que pode refletir a importância atribuída pelas construtoras ao relacionamento com seus fornecedores tradicionais, superior ao fator custo, considerada a necessidade de produção sob encomenda para atender a demandas pontuais ligadas a negócios no exterior.

No ano de 2010, no qual o câmbio real foi o mais apreciado dos últimos dez anos, o valor importado, apesar de uma queda nominal de 19% em relação a 2009, se revelou superior ao total exportado pela primeira vez no período, resultando em um déficit comercial de cerca de US\$ 5 milhões.

A balança comercial de 2011 apresentou novo déficit: foram exportados cerca de US\$ 188,9 milhões em estruturas metálicas, enquanto as importações somaram US\$ 226,5 milhões, ultrapassando o valor total dos dois anos anteriores e originando um déficit comercial de US\$ 37,7 milhões, resultado que teve a contribuição do crescimento do valor importado das estruturas pesadas e extrapesadas. Somente em torres e pórticos, o déficit comercial foi de US\$ 36,5 milhões. Este aspecto se deve, em larga medida, aos recentes investimentos domésticos em estaleiros, indústria pesada, com destaque para mineração, e estádios para a Copa do Mundo de 2014, que demandaram estruturas metálicas oriundas principalmente da Ásia, como aponta a edição 104 de 2011 da revista *Construção Metálica* da ABCEM.

Perspectivas de investimento e desafios

A perspectiva de investimento da indústria de estruturas metálicas de perfis e tubos para estrutura para os próximos anos é positiva, pela conjunção de dois fatores principais.

O primeiro deles é a boa projeção para o desempenho do setor da construção no país, conforme estima Monteiro Filha *et al.* (2010). Tal fato é explicado pela intensa relação entre as taxas de crescimento da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) do setor da construção e dos investimentos na indústria de estruturas metálicas,¹² em particular para os perfis e tubos para estrutura, como pode ser observado no Gráfico 12, que abrange o período entre 1996 e 2008.

¹² O valor investido da indústria de estruturas metálicas é medido aqui pela aquisição e melhorias no ativo imobilizado da PIA-IBGE, no período entre 1996 e 2008.

O segundo motivo é a perspectiva de crescimento econômico do Brasil, estimado em pelo menos 3% a.a. nos próximos anos pela quase totalidade dos analistas, apesar do quadro crítico da economia internacional no quadriênio 2008-2011. Historicamente, a relação entre a variação anual do PIB e a dos investimentos dessa indústria também são correlacionados.

Além dos aspectos macroeconômicos, há o fato de que cada vez mais os métodos construtivos pré-industrializados ganham espaço no mercado brasileiro, em função das necessidades de redução de custo, de minimização dos impactos ambientais e de prazos menores para execução dos empreendimentos, sejam eles residenciais ou comerciais. Tal aspecto exigirá como contrapartida novos investimentos em aumento da capacidade produtiva e em novos equipamentos na indústria de estruturas metálicas. Por exemplo, programas governamentais como o Minha Casa Minha Vida serão importantes fontes de demanda para estruturas metálicas, principalmente no segmento de *steel framing*.¹³ Além do mais, a Copa do Mundo de Futebol da Fifa de 2014 e os Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro de 2016 exigirão uma demanda maior por estruturas em aço.

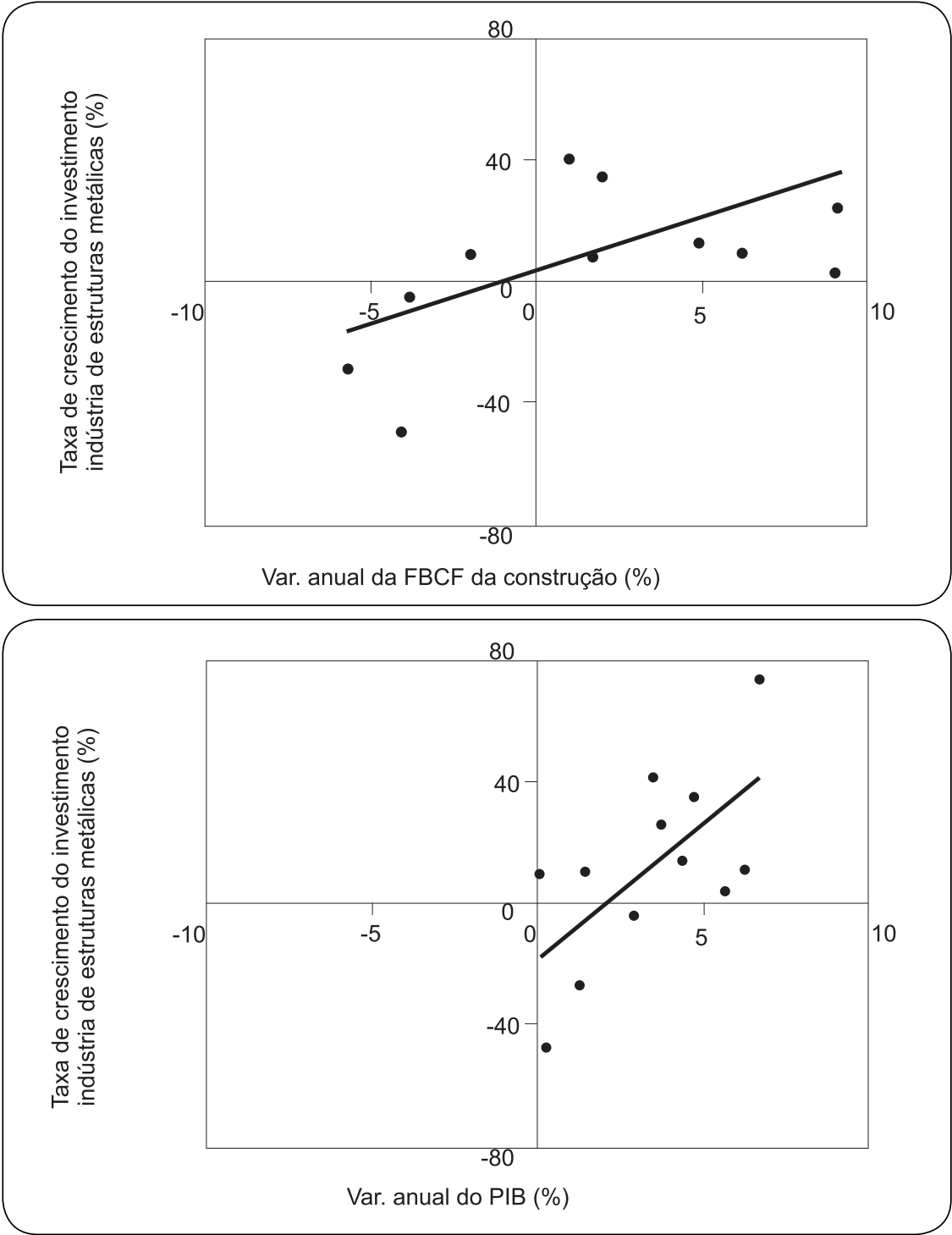
O Gráfico 13 traça uma estimativa para a trajetória dos investimentos da indústria de estruturas metálicas até 2014.¹⁴ Ao todo, há previsão de que serão investidos cerca de R\$ 1,5 bilhão entre 2012-2014, uma variação de mais de 100% em relação ao período 2006-2008.

De acordo com Lopes (2001), o setor de estruturas metálicas tem participação consolidada em diferentes áreas, tais como instalações industriais, equipamentos para movimentação de carga e materiais, torres de sustentação de linhas de transmissão e torre de suportes de antenas para telecomunicações. Por meio do Gráfico 14, considerando apenas as empresas que fabricam estruturas metálicas listadas na ABCEM, é possível verificar a diversidade de segmentos da economia em que esta indústria atua.

¹³ Produzidos a partir de aço galvanizado, o que os torna estruturas metálicas mais leves, muito utilizados em construções residenciais, principalmente casas, com vistas a serem o principal elemento estrutural. As construções que utilizam perfis *steel framing*, em geral, não utilizam tijolo ou cimento, e o concreto é útil somente nas fundações e caves.

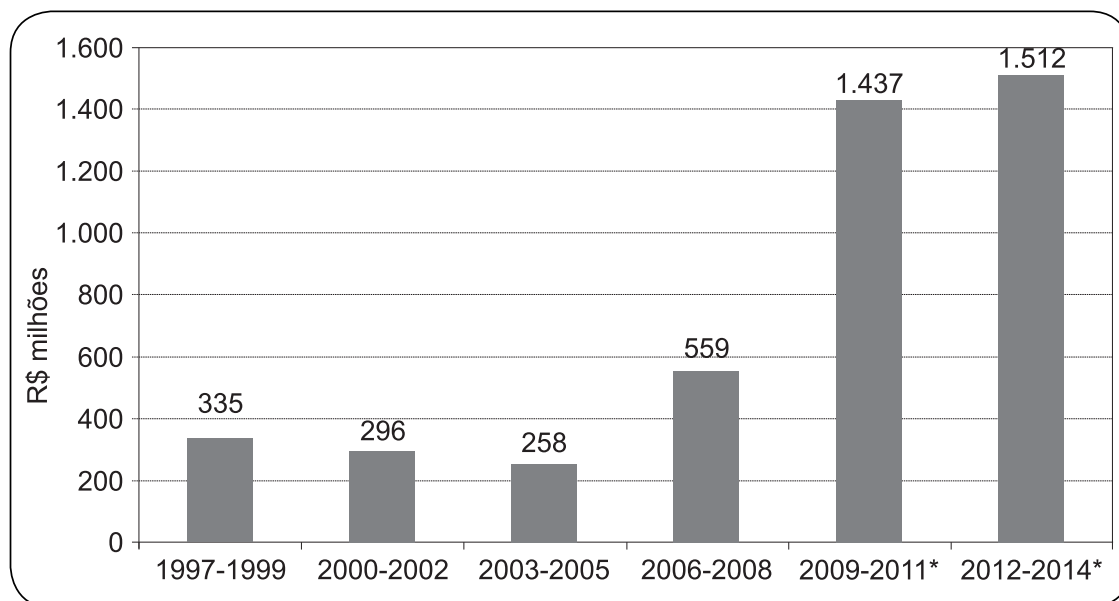
¹⁴ As previsões foram estimadas com base no arcabouço empírico de análise de séries de tempo, levando-se em conta a evolução histórica das taxas de crescimento da própria série de investimento, da variação anual do PIB e da formação bruta de capital da construção.

Gráfico 12 | Dispersão entre a taxa de crescimento anual dos investimentos na indústria de estruturas metálicas e da FBCF do setor da construção



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Ipeadata e PIA-IBGE.

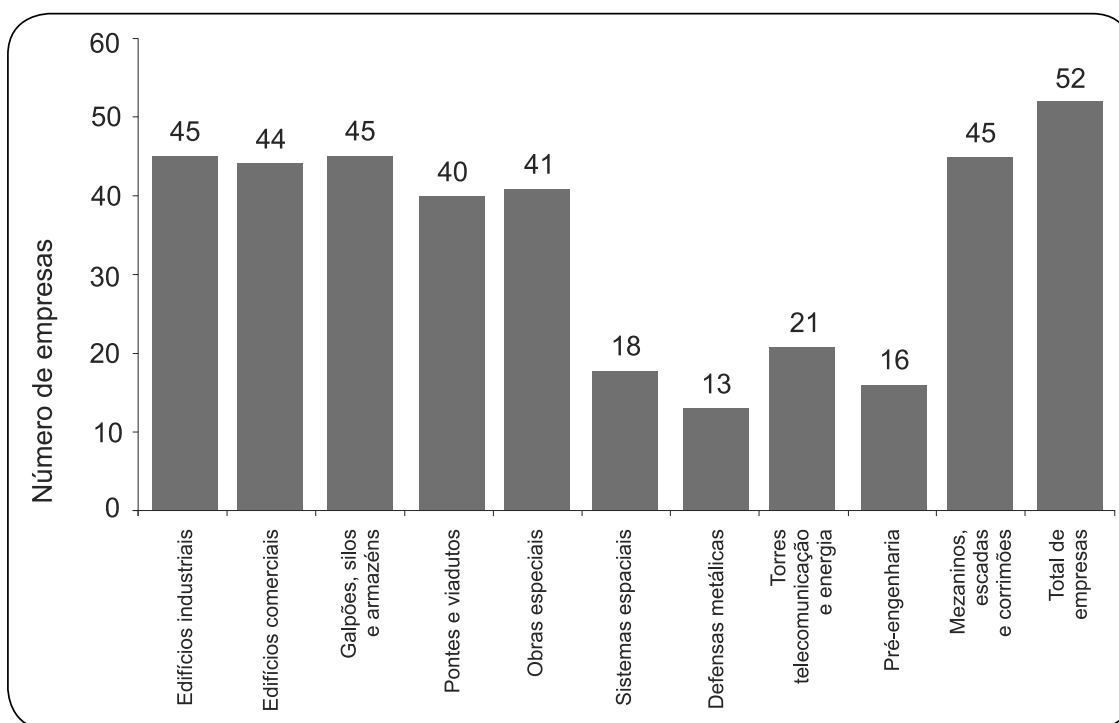
Gráfico 13 | Evolução do investimento da indústria de estruturas metálicas a preços constantes – 1997-2014



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de PIA-IBGE.

* Valores estimados pelo BNDES.

Gráfico 14 | Atividades de atuação das empresas fabricantes de estruturas metálicas



Fonte: Elaboração própria, com base em dados em *Construção Metálica* n. 96 (2010).

Apesar de 44% das empresas associadas à ABCEM poderem fornecer estruturas metálicas para edificações comerciais, seu uso é ainda restrito domesticamente. Esse aspecto, em larga medida, se deve à predominância de outras tecnologias de construção, tais como a madeira e o concreto.

A matriz SWOT (Quadro 2) a seguir mostra alguns aspectos ligados a temas gerais, como infraestrutura, regulação e consciência do consumidor, que revelam os desafios que precisam ser enfrentados para a evolução da indústria de estruturas metálicas no Brasil.

Quadro 2 | Matriz SWOT da indústria brasileira de estruturas metálicas

Forças	Fraquezas
• Resistência e segurança • Reciclável • Flexibilidade no projeto • Alta velocidade de construção • Precisão dimensional • Baixa geração de resíduos	• Cadeia de produção • Pouca conscientização do consumidor • Falta de mão de obra qualificada • Falta de infraestrutura
Oportunidades	Ameaças
• Mercado amplo • Necessidade crescente de moradias • Ambiente receptivo a soluções construtivas com menor impacto ambiental	• Falta de análise econômica • Falta de conhecimento de outros materiais • Barreiras decorrentes de códigos e regulamentos • Cultura no uso de concreto e madeira

Fonte: Extraída de *Construção Metálica* 99 (2010, p. 36).

Entre os desafios, tem destaque a escassez de mão de obra qualificada na fábrica e no canteiro de obras. Segundo a ABCEM, um dos principais entraves ao desenvolvimento do setor é a falta de capacitação profissional, tanto de engenheiros, mais acostumados a trabalhar no cálculo de estruturas em concreto, quanto de projetistas e técnicos de montagem.

De acordo com Oliveira (2004), as competências envolvidas na produção em aço são diferentes das observadas em trabalhadores que empregam outros métodos construtivos. Ainda segundo a autora, a formação profissional de engenharia e arquitetura se baseia em grades curriculares que enfatizam o concreto, raramente abordando outros métodos construtivos.

Segundo dados do Centro Brasileiro da Construção do Aço (CBCA), o consumo doméstico de estruturas metálicas na construção civil está próximo de 5 kg anuais por habitante, patamar ainda muito baixo. A título de comparação, esse número chega a 20 kg na Inglaterra e a 30 kg nos Estados Unidos. Quanto à difusão da técnica, o CBCA informa que, em 2008, 50% das edificações nos Estados Unidos e 70% no Reino Unido foram construídas em aço. No Brasil, essa participação foi de apenas 15%.

Nesse contexto, em termos qualitativos, visando consolidar os pontos fortes da indústria de estruturas metálicas, é de grande relevância que as empresas direcionem seus investimentos para cinco grandes questões:

(i) Aumento da capacidade produtiva – tende a representar a maior parcela dos investimentos da indústria, como observado historicamente. Do total de investimentos realizados entre 2001 e 2008, cerca de 55% foi referente a máquinas e equipamentos e 19% a terrenos e edificações.

(ii) Sustentabilidade – as estruturas metálicas já contam com apelo ambiental, uma vez que sua principal matéria-prima, o aço, é um produto totalmente reciclável. Além disso, durante o processo de implantação dos empreendimentos, elas reduzem consideravelmente o uso de madeira e o volume de partículas lançadas no ar. Ainda assim, a indústria se caracteriza por constantes iniciativas ligadas à redução da geração de resíduos, ao racionamento do uso da água, à melhoria da eficiência energética, em especial nos equipamentos de corte e dobra, e à gestão da cadeia de fornecedores, que inclui exigências ambientais para compra de materiais e produtos.

(iii) *Design* e modelo de construção de informação – cada vez mais o papel do *design* virtual vem ganhando destaque na fabricação de estruturas metálicas, por meio de investimentos na plataforma CAD (Computer-Aided Design) e tecnologia da informação. A utilização de *softwares* 3D, que não têm somente conteúdo geométrico, mas incluem modelos analíticos que incorporam rotinas estruturais, vem possibilitando promover competitividade no modo de produção por meio da interação entre o projeto e a dinâmica da fábrica. Há, portanto, dois movimentos referentes aos investimentos nessa área: integração vertical, com uma dinâmica em que os desenhos e cálculos estruturais são desenvolvidos virtualmente e, depois da aprovação do projeto, transferem-se os dados de forma automática para os equipamentos de corte e perfuração; e integração horizontal, em que as atividades de desenho e cálculos estruturais são também realizadas com

a plataforma CAD, entretanto de modo isolado, sem integração direta via sistemas com os equipamentos.

(iv) Inovação – em relação a inovações de produto, espera-se que a indústria pesquise e desenvolva produtos e esquemas estruturais ditos “tropicalizados”, isto é, que adquira características concernentes à realidade brasileira, como novas disposições construtivas, perfis mais leves com cortes que economizem matéria-prima sem implicar perdas do nível de resistência, ou mesmo estruturas que permitam maiores distâncias entre as vigas. Quanto a inovações de processo, a integração vertical do modelo de construção de informação, ou seja, com a articulação tecnológica entre a plataforma virtual do projeto (desenhos e cálculos estruturais) e a fábrica, é um possível caminho a ser explorado. Essa realidade implica desenvolvimento e aquisição de novos *softwares* e desenvolvimento de equipamentos sob encomenda, com vistas à adequação dos novos processos industriais. Existem hoje vários convênios firmados entre empresas e universidades que procuram desenvolver projetos de pesquisa nas direções apontadas.

(v) Logística – os investimentos em expansão e melhoria da eficiência do sistema logístico tendem a ganhar espaço nos próximos anos, em função principalmente da crescente necessidade de racionalização dos canteiros de obras e das restrições cada vez maiores no entorno urbano. Além disso, com o crescimento da construção civil em regiões fora do eixo Sul-Sudeste, onde se concentram as fábricas de estruturas metálicas, a infraestrutura de que o Brasil dispõe atualmente oferecerá grandes desafios logísticos ao setor. Investimentos na melhoria da gestão de estoques no parque fabril tendem a ganhar espaço, em especial para estruturas pesadas e extrapesadas.

Conclusão

A indústria brasileira de estruturas metálicas vem ganhando importância no setor da construção civil do país, o que se deve ao bom desempenho da economia nacional nos últimos anos e à busca por ganhos de produtividade. Dados relativos à produção do setor, ao comércio exterior e aos desembolsos do BNDES ajudam a demonstrar esse crescimento.

O cenário tem sido favorável, mas há também grandes desafios. Situada entre dois elos mais fortes (representados pelas siderúrgicas e pelas construtoras), pressionada pela concorrência estrangeira, disputando clientes com outros métodos mais enraizados na cultura construtiva do país e

apresentando uma estrutura de mercado relativamente atomizada, o que lhe impõe um padrão de concorrência baseado em guerra de preços, a indústria tratada neste artigo enfrenta grandes dificuldades ao buscar um espaço em sua cadeia de valor.

Sua competitividade, portanto, se insere em um quadro complexo que encerra grandes desafios. Todavia, o setor cresce bastante. Para tentar compreender o êxito obtido nos últimos anos em meio a tantas adversidades de natureza microeconômica, dois fatores se mostram igualmente importantes: as necessidades tecnológicas da construção civil e a janela de oportunidade aberta pelo crescimento econômico.

A expansão da demanda atenuou temporariamente as duras condições competitivas que a indústria de estruturas metálicas enfrenta, dando-lhe a oportunidade de romper a rigidez cultural dos clientes, que puderam avaliar as vantagens e desvantagens de seus produtos. As necessidades das construtoras, por sua vez, passam pela busca por métodos mais industrializados que reduzam a mobilização de mão de obra – cada vez mais escassa e custosa –, agilizem o ritmo das obras, facilitem a gestão de estoques e tragam vantagens logísticas.

A análise das perspectivas de longo prazo da indústria de estruturas metálicas ultrapassa o escopo deste artigo. Trata-se de um método construtivo que sempre dependerá do preço do aço, um produto cujo mercado é pouco afetado pelo setor aqui estudado. Eventualmente, processos de consolidação engendrados pela própria dinâmica concorrencial, talvez estimulados por algum período mais crítico, resultem em alguma recuperação do poder de barganha da indústria de estruturas metálicas em sua cadeia de valor. Investimentos em inovação, tanto dos produtos e dos processos quanto dos modelos de negócio e do próprio marketing, também serão determinantes da trajetória do setor, uma vez que este, além de depender das vantagens de custo final que oferece às construtoras, também depende de alterações na cultura dos clientes.

Referências

CBCA – CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO. *Relatório de Atividades*. Disponível em: <http://www.cbca-abr.org.br/upfiles/downloads/CBCA_Relatorio_de_Atividades_2009_site.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2011.

COCA, L. M. S. *Análise de forças e estratégias competitivas na indústria de estruturas metálicas*. Dissertação (pós-graduação em

Administração) – Centro de Ciência Sociais e Aplicadas do Centro Universitário Nove de Julho, 2004. Disponível em: <http://www4.uninove.br/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=9>. Acesso em: 3 de jun. 2011.

CROSSETTI, P. A.; FERNANDES, P. D. *Para onde vai a China? O impacto do crescimento chinês na siderurgia brasileira*. Rio de Janeiro: BNDES, 2005.

ECCS – EUROPEAN CONVENTION FOR CONSTRUCTIONAL STEELWORK. *Annual Meetings 2009 – Statistical bulletin for the production in 2008*. Disponível em: <<http://www.steelconstruct.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

FONSECA, P. S. M.; ALECRIM, M. D.; SILVA M. M. *Siderurgia: dimensionamento do potencial de investimento*. Rio de Janeiro: BNDES, 2007.

INSTITUTO AÇO BRASIL. *Aço – Construindo um futuro sustentável*. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/IABr%20Folder%20Institucional.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2001.

LOPES, J. A. E. *Produtividade da mão de obra em projetos de estruturas metálicas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MONTEIRO FILHA, D. C. *et. al.* Construção Civil no Brasil: investimentos e desafios. In: *Perspectiva do Investimento 2010-2013*. Rio de Janeiro: BNDES, 2010.

NEVES, F. O Uso do Aço Deve Dobrar em Cinco Anos. *Valor Econômico*, São Paulo, 2003, p. F3.

OLIVEIRA, D. L. A. *Desenvolvimento do projeto arquitetônico em estruturas de aço*. Minas Gerais. Monografia (curso de especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Desenvolvimento%20do%20projeto%20arquitet%F4nico%20em%20estruturas%20em%20a%E7.pdf>>. Acesso: 3 jun. 2011.

CONSTRUÇÃO METÁLICA. n^{os} 96, 99 e 104. São Paulo: ABCEM, 2011. Disponível em: <<http://www.abcem.com.br/revista-construcao-metalica.php>>. Acessos em: 16 jun. 2011 e 11 jan. 2012.

O EMPREITEIRO. n^{os} 477 e 488, 2009. Disponível em: <<http://www.revistaoempreiteiro.com.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Arquitetura. Arquivo 5661 – Tecnologia de Edificação I. Disponível em: <<http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Metais/metais.html>>. Acesso em: 3 jun. 2011.

TOMMELEIN, I; WEISSENBERGER, M. D. *More just in time: location of buffers in structural steel supply and construction processes*. Califórnia: University of California, 1999.

Sites consultados

ABCEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA – <www.abcem.com.br/>.

ALICEWEB – <alicesweb.desenvolvimento.gov.br/>.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – <www.abnt.org.br/>.

AISC – AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION – <www.aisc.org/>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – <www.mdic.gov.br/sitio/>.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO – <www.forumdaconstrucao.com.br/>.

IBDA – INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA – <www.forumdaconstrucao.com.br/ibda.php>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – <www.ibge.gov.br/home/>.

MCGRAW-HILL ANALYTICS – <construction.com/Analytics_Store/>.

UN COMTRADE – UNITED NATIONS COMMODITY TRADE STATISTICS DATABASE – <comtrade.un.org/>.

UN ISIC – UNITED NATIONS COMMODITY TRADE STATISTICS DATABASE – <unstats.un.org/unsd/cr/registry/isic-4.asp>.

A atividade agropecuária no Sul do Brasil em municípios pertencentes e não pertencentes a Territórios da Cidadania

Guilherme Baptista da Silva Maia
Arthur de Rezende Pinto
Bruno Martarello De Conti*

Resumo

O presente artigo tem o objetivo de analisar aspectos produtivos da atividade agropecuária desenvolvida na Região Sul do Brasil, buscando avaliar se os municípios pertencentes a Territórios da Cidadania (TCs) têm características que os distingam do restante dos municípios da região. Utilizando o método de análise de conglomerados (*clusters*), formaram-se grupos com base em certas variáveis selecionadas, com o intuito de constatar se o pertencimento a TCs é relevante para a identificação de municípios com características semelhantes do ponto de vista da estrutura produtiva agropecuária. O objetivo último é oferecer subsídios para políticas públicas voltadas ao setor agropecuário no que concerne às estratégias de ação territorial.

* Respectivamente, gerente e economistas da Área Agropecuária e de Inclusão Social (AGRIS).

Introdução

Programa federal que vem sendo implementado a partir de 2008, os Territórios da Cidadania buscam agrupar municípios com maior fragilidade econômica e social, de forma a coordenar ações que possam combater a pobreza extrema e contribuir no esforço de erradicação da miséria no país.

O próprio conceito de território é, no entanto, complexo e fonte de controvérsias, pois sujeito a várias concepções. Segundo Spagnoli *et al.* (2009) há diversas abordagens para esse conceito, inicialmente pensado como um elemento inerente à natureza, ocupado ou não pelo homem. Modernamente, as concepções colocam o indivíduo na origem do conceito, assim, o território seria: “o espaço no qual os indivíduos constroem suas relações, delimitando-as geograficamente”, ou, ainda, o “espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder” [Souza (1995, p.78) *apud* Spagnoli *et al.* (2009)].

A utilização das relações humanas no conceito de território constitui uma visão deste como um espaço produzido a partir da relação entre o homem e a natureza e, sendo assim, exprime essas relações, sejam elas econômicas, políticas, culturais, sociais ou, melhor ainda, um amálgama de todas as relações humanas existentes.

É com base nesse conceito abrangente que se fundamenta a abordagem de Territórios da Cidadania do governo federal. A Secretaria de Desenvolvimento Territorial do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) os define como:

um espaço físico, geograficamente definido, geralmente contínuo, compreendendo a cidade e o campo, caracterizado por critérios multidimensionais – tais como o ambiente, a economia, a sociedade, a cultura, a política e as instituições – e uma população com grupos sociais relativamente distintos, que se relacionam interna e externamente por meio de processos específicos, onde se pode distinguir um ou mais elementos que indicam identidade e coesão social, cultural e territorial. [Brasil (2005, p.11)].¹

A abordagem centrada no conceito de território vem sendo difundida pelo MDA como forma de instigar o debate em torno do desenvolvimento

¹ Posteriormente, na revista *Territórios da Cidadania*, esse conceito é apresentado de forma simplificada: “O território é formado por um conjunto de municípios com a mesma característica econômica e ambiental, identidade e coesão social, cultural e geográfica” [Brasil (2009, p. 3)].

territorial sustentável.² Desse modo, ela trata, entre outros objetivos, de definir rumos estratégicos que permitam o planejamento e a integração de políticas públicas de desenvolvimento compatíveis com os interesses dos atores sociais envolvidos.

A fim de contribuir para esse debate, este artigo busca avaliar, para algumas variáveis previamente escolhidas e disponíveis no Censo Agropecuário de 2006, em que medida, na Região Sul do país, os municípios que compõem os Territórios da Cidadania formam um conjunto notadamente distinto daqueles que não se incluem nesses territórios. O objetivo da comparação não é questionar a utilização do conceito de território como núcleo com base no qual se elaboram as políticas de desenvolvimento, mas, tão somente, investigar a hipótese de que esse conceito não seja suficiente para abranger as complexidades existentes, necessitando-se ainda de atenção às especificidades regionais.

O artigo divide-se em três seções, além desta introdução e das considerações finais. Na segunda seção, são descritos os Territórios da Cidadania da Região Sul do país, suas semelhanças e particularidades. Na terceira seção, realiza-se uma análise comparativa dos municípios da Região Sul, agregando-os de acordo com a unidade federativa que integram e com o pertencimento ou não pertencimento a Territórios da Cidadania. A quarta seção dedica-se à delimitação de *clusters* dos referidos municípios, segundo similaridades produtivas. Por fim, são sintetizadas algumas ideias que encerram o artigo.

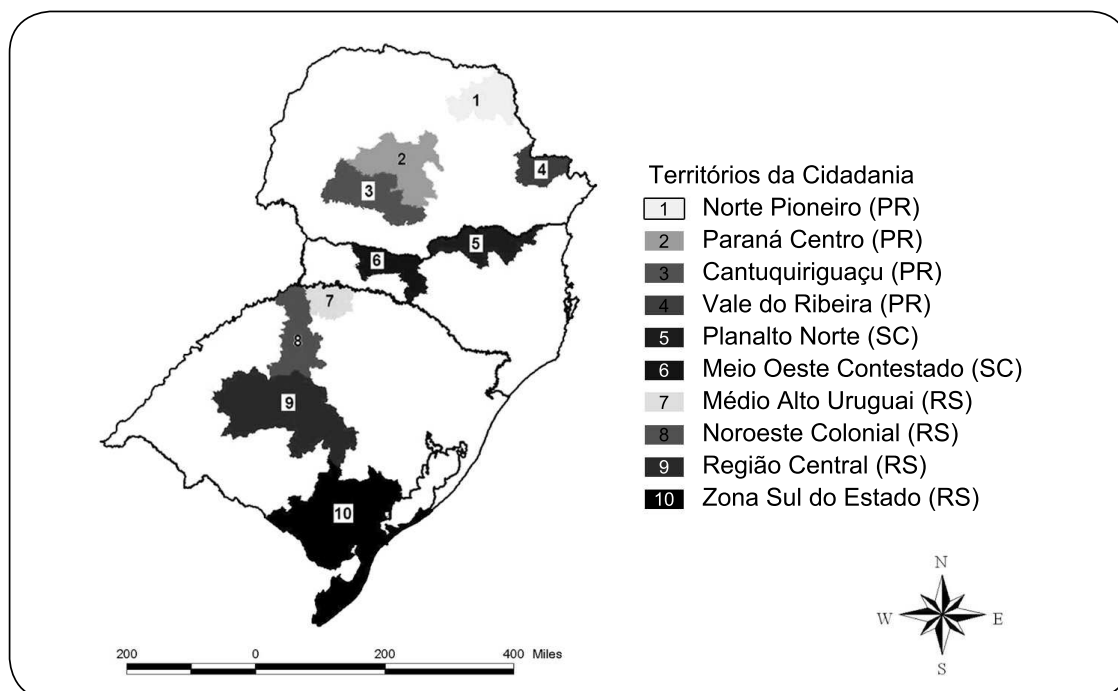
Apresentação geral dos Territórios da Cidadania pertencentes à Região Sul

A Região Sul do Brasil abrange dez Territórios da Cidadania (dora-vante, TCs): quatro no Paraná, dois em Santa Catarina e outros quatro no Rio Grande do Sul. Esta seção descreve, em linhas gerais, os dez TCs em questão, destacando, de um lado, as características que lhes são comuns e, de outro lado, as especificidades de cada um.

² Essa iniciativa se consubstanciou primeiramente na elaboração de Planos Territoriais de Desenvolvimento Sustentável, aprovados pela Secretaria de Desenvolvimento Territorial do MDA. Sobre a estratégia de desenvolvimento rural sustentável com enfoque territorial, ver Rocha e Fillipi (2008).

Como se nota pela Figura 1, os TCs localizam-se em regiões diversas dos estados a que pertencem. Apenas no Rio Grande do Sul pode ser notado um padrão, já que os TCs delimitam uma faixa que percorre o centro do estado, de norte a sul. Ainda pelo mapa, fica nítido que os TCs têm tamanhos bastante distintos, seja em área, seja em número de municípios. O maior dos TCs é a Zona Sul do Estado (RS), que agrega 25 municípios, totalizando uma área de 38.322 km². No outro extremo, está o Vale do Ribeira (PR), que conta com apenas sete municípios e uma área de 6.094 km². As análises comparativas deverão atentar, portanto, para essas diferenças nas dimensões dos TCs, evitando conclusões equivocadas. Toda a análise realizada no artigo será está baseada nos dados do Censo Agropecuário de 2006.

Figura 1 | Territórios da Cidadania da Região Sul do Brasil



Fonte: Elaboração própria, utilizando o aplicativo *ArcView*.

O conjunto dos TCs do Sul compreende 250 mil estabelecimentos agropecuários. Como mostra a Tabela 1, sua distribuição entre os TCs é bastante heterogênea, com a maior parte deles (55%) concentrando-se no Rio Grande Sul. Os TCs desse estado são também aqueles com os maiores volumes de mão de obra ocupada em estabelecimentos agropecuários e os maiores valores de produção.

Tabela 1 | Territórios da Cidadania da Região Sul – números gerais

Território da Cidadania	Nº de municípios	Nº de estabelecimentos agropecuários	População ocupada em estabelecimentos agropecuários (pessoas) (A)	Valor total da produção anual oriunda de estabelecimentos agropecuários (R\$ milhões) (B)	Valor anual da produção, por pessoa ocupada (R\$ mil/pessoa) (A/B)	Principais atividades agropecuárias
Cantuquiriguaçu (PR)	20	25.463	75.765	717,7	9,5	Milho; soja
Paraná Centro (PR)	18	28.562	79.409	659,3	8,3	Milho; soja; bovinocultura
Vale do Ribeira (PR)	7	6.498	16.560	60,9	3,7	Silvicultura
Norte Pioneiro (PR)	29	21.469	62.951	577,8	9,2	Café; bovinocultura
Meio Oeste Contestado (SC)	29	15.473	48.760	1.089,9	22,4	Avicultura; suínocultura
Planalto Norte (SC)	14	15.022	44.863	613,5	13,7	Fumo; milho
Médio Alto Uruguai (RS)	34	28.463	79.503	665,9	8,4	Suínocultura
Região Central (RS)	34	39.118	107.196	1.419,2	13,2	Arroz; fumo
Zona Sul do Estado (RS)	25	38.654	112.621	1.212,4	10,8	Arroz; fumo; bovinocultura
Noroeste Colonial (RS)	34	31.944	88.176	1.291,9	14,7	Soja
10 TCs do Sul	244	250.666	715.804	8.308,5	11,6	

Fonte: Censo Agropecuário 2006/IBGE.

O menor dos TCs, Vale do Ribeira (PR), é também o mais vulnerável do ponto de vista das características produtivas. Nesse TC, concentra-se o maior percentual de pequenos estabelecimentos: 17% deles com área inferior a 1 ha, contra apenas 4% no total da Região Sul.³ Registra, também, o maior percentual de estabelecimentos cadastrados como “sem área”:⁴ 14%, contra apenas 2% no conjunto da Região Sul. Para além das questões fundiárias, chama a atenção a concentração de estabelecimentos com valores extremamente baixos de produção, já que dois terços deles registraram um valor de produção igual ou inferior a R\$ 2.500 no ano de 2006 e apenas 10% obtiveram produção com valores superiores a R\$ 10 mil. Consequentemente, o valor total da produção agropecuária desse TC, no ano em questão, foi de R\$ 61 milhões; ponderado pela população ocupada, percebe-se um valor médio de R\$ 3,7 mil gerados no ano, por trabalhador. Em termos absolutos ou ponderados, portanto, os valores estão muito abaixo do padrão dos demais TCs da região, como visto na Tabela 1. Ademais, essa produção foi apenas parcialmente vendida, e quase um terço dos estabelecimentos produziu apenas para autoconsumo,⁵ sem obter renda monetária proveniente das atividades agropecuárias. Do ponto de vista do valor da produção, a principal atividade lá desenvolvida é a silvicultura – exploração de *pinus* e produção de lenha e estaca para construção civil –, que foi responsável por um terço do valor total da produção do TC no ano de 2006. Nesse contexto de precariedade produtiva, o TC em questão é aquele que tem o menor percentual de estabelecimentos que receberam financiamento no ano censitário (apenas 9%, ante um percentual quatro vezes superior no total da Região Sul).

Também na fronteira com São Paulo, no estado do Paraná, mas mais a oeste do que o Vale do Ribeira, encontra-se o TC do Norte Pioneiro, que também difere bastante dos demais TCs pertencentes à Região Sul. Em primeiro lugar, em função da elevada parcela de estabelecimentos agropecuários sem produção: 16% contra apenas 7% no total da região. Isso pode indicar a existência de estabelecimentos ociosos ou não aproveitados para exploração econômica. Nos demais estabelecimentos, as principais ativida-

³ Alguns dados anunciados nesta seção não constam na Tabela 1, mas estão apresentados no Apêndice.

⁴ Para evitar dupla contagem, o IBGE cadastra como “estabelecimentos sem área” aqueles em que o produtor é um empregado que recebe autorização para desenvolver atividades agropecuárias no estabelecimento de seu empregador.

⁵ O número de estabelecimentos de autoconsumo é estimado pela diferença entre o número de estabelecimentos que obtiveram produção agropecuária e o número daqueles que obtiveram receita proveniente dessas atividades.

des são a bovinocultura (abates, corte e leite) e a cafeicultura, responsáveis, respectivamente, por 28% e 20% do valor total da produção agropecuária. Nenhum outro TC do Sul tem percentual tão importante de produção oriunda de lavouras permanentes⁶ quanto esses dois TCs do norte paranaense.

Os outros dois TCs do estado – Paraná Centro e Cantuquiriguaçu – contêm áreas contíguas, havendo, portanto, muitas características comuns entre eles. Em ambos os TCs, soja e milho representam aproximadamente a metade do valor total da produção. Ante o padrão da Região Sul, é também elevado o percentual de estabelecimentos de autoconsumo (19% e 17%, respectivamente), embora menor do que aquele verificado no Vale do Ribeira. Sob o ponto de vista do valor de produção, grande parte dos estabelecimentos da região concentra-se nos estratos inferiores, com valores de até R\$ 10 mil anuais.⁷ Há, no entanto, uma importante diferença entre os dois TCs no que concerne à condição dos produtores em relação à terra, já que em Cantuquiriguaçu, 14% são assentados sem titulação definitiva da posse da terra (no total da Região Sul, essa participação é de apenas 2%). Esses produtores encontram certamente dificuldades na contração de financiamento, resultando em condições mais precárias para o desenvolvimento de suas atividades produtivas.

Em Santa Catarina, a situação é bastante distinta, e os dois TCs do estado apresentam condições de produção muito superiores às aquelas verificadas no Paraná. Em ambos os TCs, cerca de um terço dos estabelecimentos agropecuários tinha renda anual superior a R\$ 25 mil em 2006. Os valores médios de produção por pessoa ocupada também foram bastante grandes, atingindo R\$ 13,7 mil no Planalto Norte e R\$ 22,4 mil no Meio Oeste Contestado. Neste último, quase a metade do valor total de produção deveu-se às produções de frango e suínos (responsáveis, respectivamente, por 33% e por 15% do valor total da produção). Esses valores refletem a presença maciça na região de empresas frigoríficas “integradoras”,⁸ que, ao gerarem uma demanda praticamente garantida por esses produtos, exercem estímulo para a especialização dos agricultores locais. No Planalto Norte, as produções de

⁶ Lavouras permanentes são aquelas cuja vida útil é superior a uma colheita. Lavouras temporárias são aquelas que devem ser replantadas depois de cada colheita.

⁷ Em Cantuquiriguaçu, 67% dos estabelecimentos e no Paraná Centro, 74%, contra 55% no total da região.

⁸ Empresas “integradoras” são aquelas que subcontratam produtores agrícolas para o fornecimento de insumos.

fumo e de milho responderam, respectivamente, por um quarto e um quinto do valor total produzido no TC em 2006. Diferentemente do padrão verificado na maior parte da Região Sul, a produção animal é pouco importante, tendo gerado, no ano em questão, apenas 14% do valor da produção.

No Rio Grande do Sul, encontra-se o TC no qual a participação da agricultura familiar é a mais elevada entre os analisados: Médio Alto Uruguai, no norte do estado. Nele, 93% dos estabelecimentos são de agricultura familiar, englobando praticamente três quartos da área total dos estabelecimentos agropecuários do TC (a título comparativo, essa participação da área dos estabelecimentos de agricultura familiar sobre o total dos estabelecimentos é de apenas um quarto no total do Brasil e de 31% na Região Sul). Com isso, a agricultura familiar foi responsável, no Médio Alto Uruguai, por 76% do valor total da produção oriunda desses estabelecimentos no ano de 2006, enquanto, na Região Sul, essa participação foi de 52% e, no Brasil, de 38%. Nesse TC, a estrutura fundiária é menos desigual – se comparada ao padrão brasileiro –, com 56% de estabelecimentos com área entre 5 e 20 ha e apenas 3% com área superior a 50 ha. Outra característica interessante do Médio Alto Uruguai – também associada à grande presença da agricultura familiar – é a diversidade das culturas exploradas nos estabelecimentos agropecuários. Do ponto de vista do valor da produção, existe – como em alguns outros TCs da região – uma concentração em milho e soja (que, juntos, representavam 40% do valor total da produção do TC, em 2006). Além desses grãos, a suinocultura respondeu por 13% do valor da produção do ano em questão. No entanto, nota-se a exploração de culturas diversas na grande maioria dos estabelecimentos, ainda que boa parte delas seja preponderantemente destinada ao autoconsumo.

No TC do Noroeste Colonial, também é grande a importância da agricultura familiar, embora menor do que no Médio Alto Uruguai. A produção mais importante é a de soja (44% do valor total em 2006), seguida pela de milho (16%). Da mesma forma, nota-se uma tendência à policultura – sobretudo em função de uma produção frutífera diversificada –, ainda que isso não se reflita nos valores produzidos, já que a prioridade dessas outras culturas parece ser igualmente o autoconsumo. A produção de leite também é bastante relevante no Noroeste Colonial, e o valor total foi o maior entre os TCs do Sul em 2006, superando R\$ 100 milhões. Do ponto de vista do uso de tecnologia, o Noroeste Colonial também se destaca, em especial pelo uso de força mecânica em 72% dos estabelecimentos, contra 54% na Região Sul. Além disso, o uso

de adubos e agrotóxicos também é muito mais disseminado do que o padrão da região (84% e 75% dos estabelecimentos, respectivamente, em 2006).

Os dois TCs do norte do Rio Grande do Sul (Médio Alto Uruguai e Noroeste Colonial) foram os únicos em que mais da metade dos estabelecimentos agropecuários recebeu financiamento no ano de 2006. Em ambos, nota-se uma preponderância absoluta de linhas de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Isso reflete, portanto, a já mencionada importância da agricultura familiar nesses dois TCs – que já é grande na Região Sul, mas é particularmente elevada nestes – e a consolidação da prática do recurso ao financiamento, resultado, entre outras coisas, da força do cooperativismo.

Região Central e Zona Sul do Estado, ambos no Rio Grande do Sul, são grandes produtores de arroz em casca – grão responsável, em 2006, por mais de um quarto dos valores totais de produção de cada TC – e de fumo. É também importante a atividade pecuária, sobretudo a bovinocultura de corte; embora com valores de produção relativamente baixos, vale destacar também a presença disseminada da ovinocultura, com exploração da carne e da lã. Nos estabelecimentos desses TCs, encontram-se os maiores contingentes de mão de obra ocupada em estabelecimentos agropecuários entre os TCs da Região Sul (a população ocupada nos estabelecimentos superava as cem mil pessoas em cada um desses dois TCs, em 2006). No entanto, são também os TCs com maior participação de grandes estabelecimentos; enquanto na Região Sul apenas um terço dos estabelecimentos tem área superior a 20 ha, na Região Central essa participação é de 45% e, na Zona Sul do Estado, de 49%. Destarte, apesar do grande volume de mão de obra, esses TCs apresentam, entre aqueles da Região Sul, a menor razão entre população ocupada e área. Enquanto no Médio Alto Uruguai há uma média de 18,4 ocupados/100 ha, nesses TCs há apenas 4,1 ocupados/100 ha, em média. Uma peculiaridade desses TCs, determinada pela importância da rizicultura, é o grau de disseminação do uso da irrigação; na Região Central, 14% usavam irrigação em 2006, ante 5% no total da Região Sul.

Uma vez realizada essa breve descrição dos TCs da Região Sul, passa-se agora a uma análise comparativa entre as características dos estabelecimentos agropecuários de municípios pertencentes e não pertencentes a TCs, de modo a verificar a pertinência da delimitação desses espaços geográficos teoricamente mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico.

Análise comparativa entre os municípios da Região Sul: por unidade federativa e por pertencimento ou não a Territórios da Cidadania

A descrição dos dez Territórios da Cidadania (TCs) pertencentes à Região Sul do Brasil deixou evidente sua elevada heterogeneidade econômica. A seção atual destina-se a realizar uma análise das diferenças concernentes a estrutura fundiária, acesso a financiamento, realização de investimentos, além de assistência técnica para dois diferentes grupos de municípios, a saber: o grupo de municípios pertencentes a TCs e os demais municípios da Região Sul (doravante municípios TCs e municípios não TCs, respectivamente).

Cabe recordar que, de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, os TCs da Região Sul contavam com 250.666 estabelecimentos agropecuários, distribuídos em 244 municípios e com geração de valor de produção agropecuária de R\$ 8,3 bilhões. Nesses estabelecimentos, havia 715.804 pessoas ocupadas (dados exibidos na Tabela 1). Outros 755.515 estabelecimentos situavam-se nos 944 municípios sulistas não TCs, nos quais havia 2.204.616 pessoas ocupadas, obtendo R\$ 33,1 bilhões de valor de produção.

Estrutura fundiária

Observa-se, pela Tabela 2, que no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina as propriedades rurais pertencentes a municípios TCs têm, em média, tamanhos maiores do que aquelas localizadas em municípios não TCs.

Tabela 2 | Tamanho médio dos estabelecimentos – hectares

	TCs	Não TCs	Total
Paraná	44,3	57,0	54,7
Santa Catarina	41,1	31,9	33,3
Rio Grande do Sul	54,3	48,6	50,1
Região Sul	48,9	47,1	47,5

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

No entanto, no Paraná, ocorre o inverso, e o tamanho médio de um estabelecimento em TCs é 12,7 ha menor do que aquele de um não TC.

Participação da agricultura familiar

Municípios TCs têm, em média,⁹ 84% dos estabelecimentos rurais caracterizados como de agricultura familiar. Esse percentual não difere muito do observado em não TCs, onde 82% das propriedades, em média, são de agricultura familiar. Apesar de uma participação maior (embora com pequena diferença) de estabelecimentos de agricultura familiar em TCs, verifica-se que, sob o ponto de vista da área, a participação da agricultura familiar é maior em não TCs, com uma média de 49% da área total dos estabelecimentos agropecuários do município, enquanto em TCs ela é de 45% (ver Tabela 3).

Tabela 3 | Participação média da agricultura familiar

Percentual de estabelecimentos			
	TCs	Não TCs	Total
Paraná	81	78	79
Santa Catarina	85	86	86
Rio Grande do Sul	86	84	84
Região Sul	84	82	83
Percentual de área			
	TCs	Não TCs	Total
Paraná	30	32	32
Santa Catarina	46	58	56
Rio Grande do Sul	54	59	57
Região Sul	45	49	48

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

* Percentuais referentes ao total de estabelecimentos agropecuários e suas respectivas áreas.

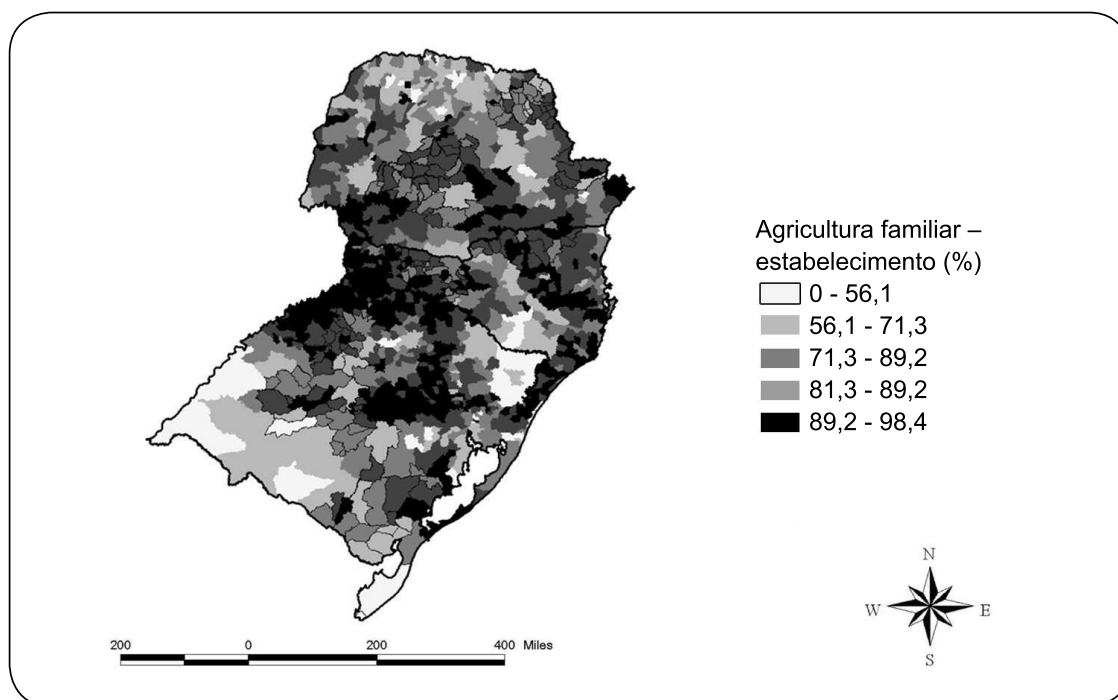
Mesmo sendo expressiva em termos absolutos, a participação percentual da agricultura familiar no Paraná é a menor entre os estados do Sul. Conforme se verifica na Tabela 3, a participação desses estabelecimentos, em número, não chega a 80% na média dos municípios do estado, enquanto

⁹ As unidades de análise do estudo são os municípios da região Sul do Brasil. Com base em dados municipais, foram gerados os valores médios das variáveis para todo o sul do país, para cada estado da região e para o conjunto dos municípios TCs ou não TCs. A opção deveu-se à compreensão de que a estratégia de ação das políticas públicas trabalha preponderantemente com o nível de agregação municipal.

em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul ela ultrapassa essa marca. O percentual da área total ocupado pela agricultura familiar representa, em média, aproximadamente um terço da área dos estabelecimentos agropecuários dos municípios paranaenses, ao passo que nos demais estados sulistas esse percentual é superior a 55%.

Na Figura 2,¹⁰ pode-se observar que a importância da agricultura familiar é relativamente maior no oeste catarinense e no noroeste e centro do Rio Grande do Sul. No Paraná, há municípios onde é grande a participação da agricultura familiar, mas que não configuram um padrão regional.

Figura 2 | Participação da agricultura familiar (%) – número de estabelecimentos agropecuários e área desses estabelecimentos – municípios da Região Sul – 2006



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

¹⁰ Em todas as figuras apresentadas no trabalho, a divisão das classes foi realizada pelo método conhecido como *natural breaks*, que consiste em um algoritmo de detecção de alterações abruptas na série de dados. Nessas quebras, são imputadas as divisões das classes. O objetivo é não incluir dados muito discrepantes em uma mesma classe.

Financiamento

Em média, pouco mais de um terço (35%) dos estabelecimentos rurais dos municípios sulistas recebeu algum tipo de financiamento em 2006. O acesso foi um pouco maior para aqueles situados em municípios TCs (39%) do que para os demais (34%), conforme evidenciado pela Tabela 4.

Tabela 4 | Acesso a financiamento (%)

Percentual médio de estabelecimentos que receberam algum tipo de financiamento			
	TCs	Não TCs	Total
Paraná	27	29	29
Santa Catarina	42	33	34
Rio Grande do Sul	46	39	41
Região Sul	39	34	35
* Percentuais referentes ao total de estabelecimentos agropecuários.			
Percentual médio dos estabelecimentos financiados que receberam Pronaf			
	TCs	Não TCs	Total
Paraná	70	58	60
Santa Catarina	77	73	73
Rio Grande do Sul	78	71	73
Região Sul	75	67	69

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

* Percentuais referentes apenas aos estabelecimentos agropecuários que obtiveram financiamento.

Entre os três estados da região, observa-se que a utilização de financiamento foi maior para municípios TCs no Rio Grande do Sul (46% para TCs contra 39% para não TCs) e em Santa Catarina (42% para TCs e 33% para não TCs). O Paraná, por sua vez, que já é o estado com menor percentual de estabelecimentos com acesso a financiamento, é também aquele cuja lógica de acesso se distingue daquela do restante da região. As propriedades pertencentes a TCs paranaenses são as que menos acessam financiamento (27%, na média dos municípios), com percentual de acesso pouco abaixo daquele dos não TCs do estado (29%).

Em relação ao financiamento exclusivo do Pronaf, em 2006, a média de acesso nos municípios do Sul foi de aproximadamente 30% dos estabelecimentos de agricultura familiar, como se nota na Tabela 5A.

Tabela 5A | Percentual de estabelecimentos de agricultura familiar que tiveram acesso ao Pronaf *

	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Sul
TCs	24	38	43	36
Não TCs	22	29	34	29
Total	22	30	37	30

* Percentual referente a estabelecimentos caracterizados pela agricultura familiar.

Tabela 5B | Participação do Pronaf nos estabelecimentos financiados

% de estabelecimentos de agricultura familiar no município*	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Sul
>50	60	74	74	69
>60	61	75	74	70
>70	64	74	77	72
>80	69	76	79	76
>90	73	79	83	81

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

* Percentual referente a estabelecimentos que obtiveram financiamento.

O Rio Grande do Sul é o estado onde o Pronaf tem maior abrangência. É evidente que isso ocorre porque o estado tem um percentual mais relevante de estabelecimentos de agricultura familiar, mas é preciso destacar que essa não é a única razão. A Tabela 5B divide os municípios de cada estado em estratos, conforme a participação da agricultura familiar. Mesmo realizando a análise por estratos – por exemplo, considerando apenas os municípios em que mais de 90% dos estabelecimentos eram de agricultura familiar – nota-se que a preponderância do Rio Grande do Sul se mantém.

Na Tabela 5A, isso fica ainda mais nítido, já que só são considerados os estabelecimentos de agricultura familiar, potenciais beneficiários do Pronaf.¹¹ Entre eles, 37% receberam, em 2006, financiamentos no âmbito dessa linha de crédito, na média dos municípios do Rio Grande do Sul. A diferença em relação aos municípios do Paraná é bem acentuada, já que apenas 22% dos

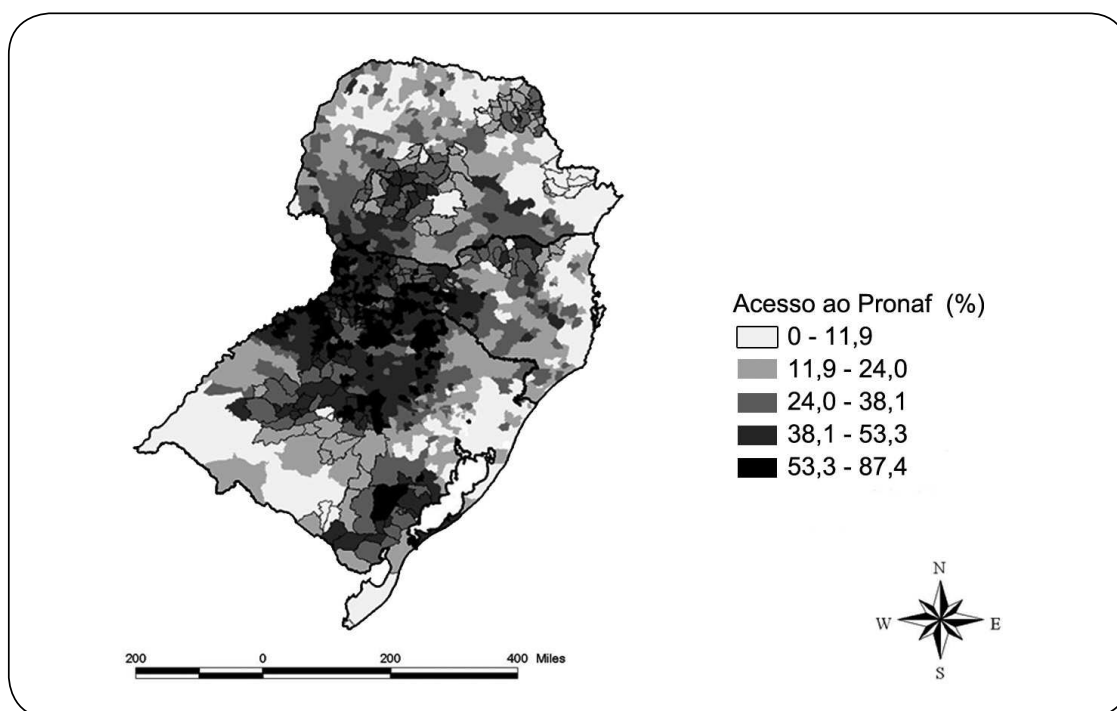
¹¹ A rigor, o critério do IBGE para a delimitação dos estabelecimentos de agricultura familiar (baseado na Lei nº 11.326, de 2006) é um pouco distinto daquele que determina os agricultores elegíveis para o Pronaf. Essas diferenças, no entanto, não são tão relevantes para as análises aqui realizadas.

estabelecimentos de agricultura familiar receberam recursos do Pronaf, em média, no ano em questão.

Observa-se, também pela Tabela 5A, que o Pronaf é proporcionalmente mais acessado em municípios pertencentes a TCs. Visto que o Programa Territórios da Cidadania foi implementado em 2008, esse resultado mostra que, antes mesmo da delimitação das áreas dos TCs, o Pronaf já contemplava primordialmente esses municípios.

A Figura 3 mostra, para os municípios da Região Sul, o percentual de estabelecimentos de agricultura familiar que receberam financiamento do Pronaf no ano de 2006. Nota-se que os municípios do noroeste gaúcho e do oeste catarinense são aqueles cujos estabelecimentos, proporcionalmente, mais acessam o Pronaf.¹² O norte do Paraná, região costeira dos três estados, e o sudoeste do Rio Grande do Sul são as áreas cujos municípios contêm os menores percentuais de estabelecimentos que acessaram crédito do Pronaf em 2006.

Figura 3 | Percentual de estabelecimentos de agricultura familiar que receberam recursos do Pronaf, em 2006, por município da Região Sul



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

¹² Os percentuais mostrados na figura são relativos apenas aos estabelecimentos de agricultura familiar e não ao total dos estabelecimentos agropecuários de cada município. Sendo assim, a maior participação da agricultura familiar na região não interfere nos dados.

Investimentos

No que diz respeito ao investimento, 27% dos estabelecimentos rurais dos municípios da Região Sul, em média, reportaram haver realizado esse tipo de gasto em 2006. A distribuição desse percentual é razoavelmente homogênea entre os três estados da região, havendo leve vantagem para o estado de Santa Catarina (onde a média foi de 31% dos estabelecimentos), que supera Rio Grande do Sul em três pontos percentuais e Paraná em oito pontos percentuais (ver Tabela 6).

Tabela 6 | Investimentos (%)

Percentual médio de estabelecimentos que realizaram investimentos			
	TCs	Não TCs	Total
Paraná	25	22	23
Santa Catarina	33	30	31
Rio Grande do Sul	28	28	28
Região Sul	28	26	27

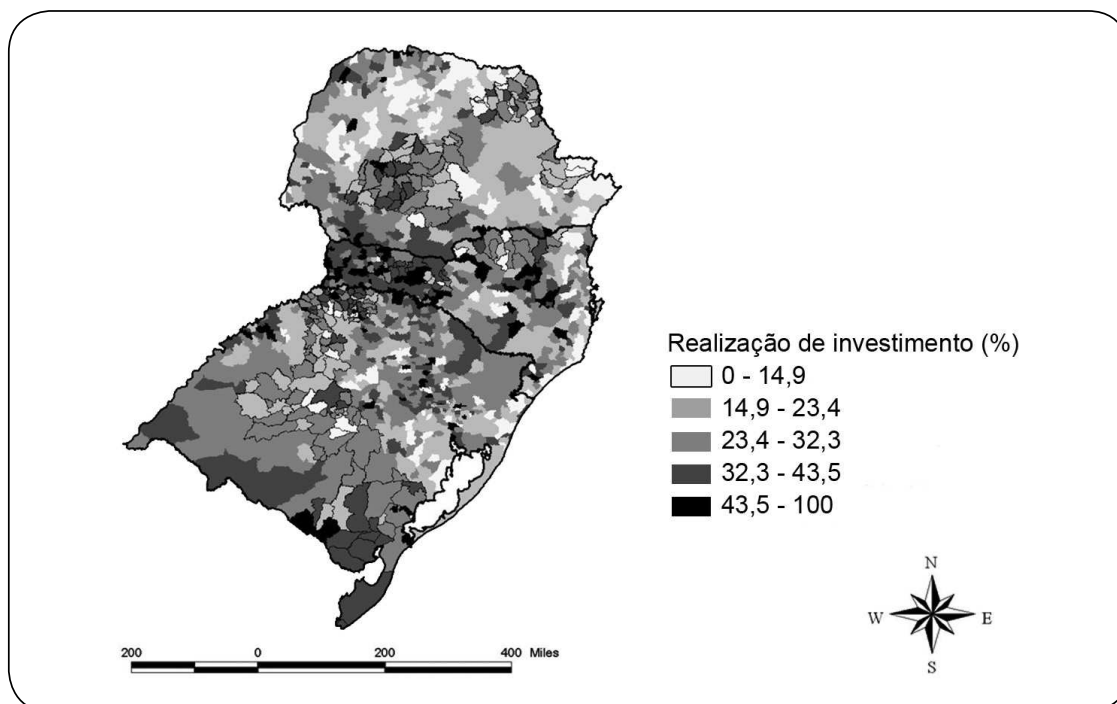
Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

* Percentuais referentes ao total de estabelecimentos agropecuários.

A média do percentual de estabelecimentos que investiram em 2006 foi praticamente a mesma para municípios TCs e não TCs, como se nota na Tabela 6.

A Figura 4 evidencia que houve maior frequência de realização de investimentos nas regiões do noroeste gaúcho e oeste catarinense, onde se localizam os territórios Médio Alto Uruguai, Noroeste Colonial e Meio Oeste Contestado. Essas são também localidades com predominância de agricultura familiar, além de ser onde o acesso a financiamento, sobretudo via Pronaf, foi mais intenso.

Figura 4 | Percentual médio de estabelecimentos agropecuários que realizaram investimento, por município da Região Sul, em 2006



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

Acesso a assistência técnica e extensão rural (Ater)

Na média dos municípios da Região Sul, metade (51%) dos estabelecimentos rurais obteve algum tipo de serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) em 2006. Em não TCs, a assistência chegou, em média, a 53% dos estabelecimentos, enquanto nos TCs, a 45%, mostrando novamente uma diferença pouco significativa (Tabela 7).

Tabela 7 | Obtenção de Ater*

Percentual médio de estabelecimentos que obtiveram Ater			
	TCs	Não TCs	Total
Paraná	31	52	48
Santa Catarina	57	53	54
Rio Grande do Sul	49	53	52
Região Sul	45	53	51

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

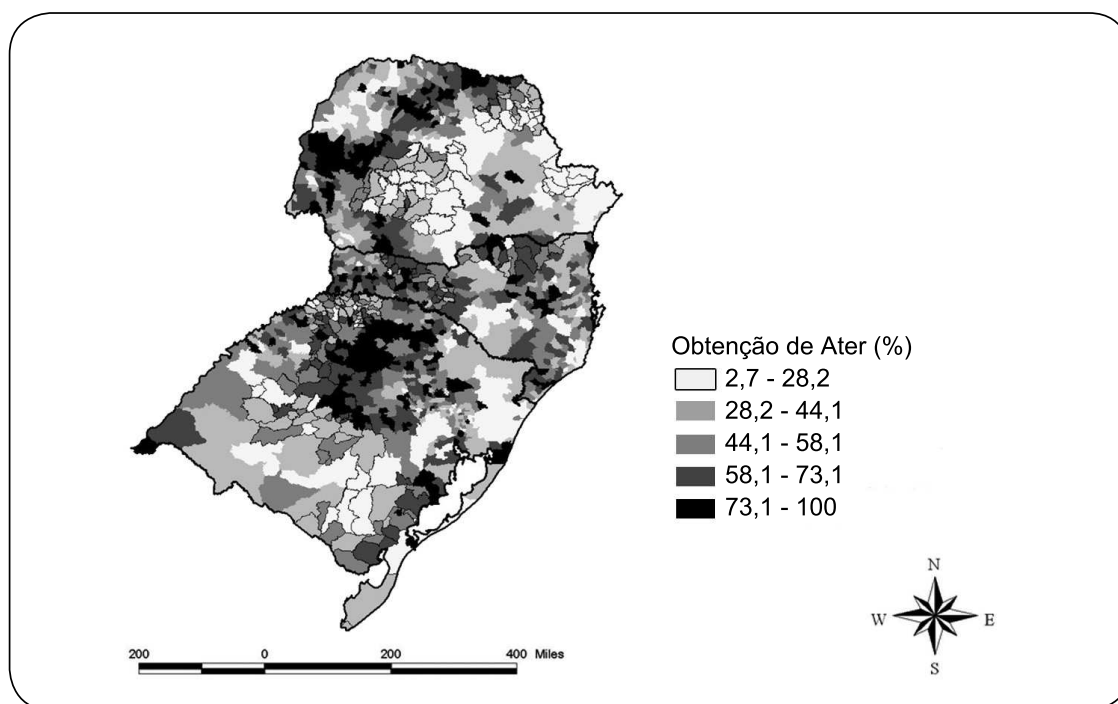
* Percentuais referentes ao total de estabelecimentos agropecuários.

Os municípios de Santa Catarina foram os mais assistidos, com os serviços de Ater chegando, em média, a 54% de seus estabelecimentos; os maiores percentuais estão no oeste do estado, como mostra a Figura 5. Em seguida, os municípios do Rio Grande do Sul, com média de 52%, e, por último, do Paraná, com 48%.

Apesar de alguma disparidade ser observada entre TCs e não TCs (conforme evidenciado na Tabela 7, oito pontos percentuais em favor dos não TCs), observa-se que em Santa Catarina o alcance da assistência foi maior para os TCs. No Rio Grande do Sul houve pouca diferença (quatro pontos percentuais) em favor dos não TCs. Em todos os grupos mencionados, municípios TCs e não TCs de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, a média percebida para a assistência foi de aproximadamente 50% dos estabelecimentos.

Uma discrepância muito maior se dá, de fato, nos TCs do Paraná. Para os municípios desse grupo, em média, menos de um terço dos estabelecimentos obteve algum tipo de assistência técnica (seja ela regular, seja ocasional). A diferença média de abrangência de assistência entre TCs e não TCs, no estado, foi de 21 pontos percentuais em favor de municípios não pertencentes a TCs. A Figura 5 evidencia uma grande diferença, no que diz respeito à prestação de assistência técnica, entre o noroeste do estado e as regiões central e leste.

Figura 5 | Percentual médio de estabelecimentos agropecuários que receberam assistência técnica, por município da Região Sul, em 2006

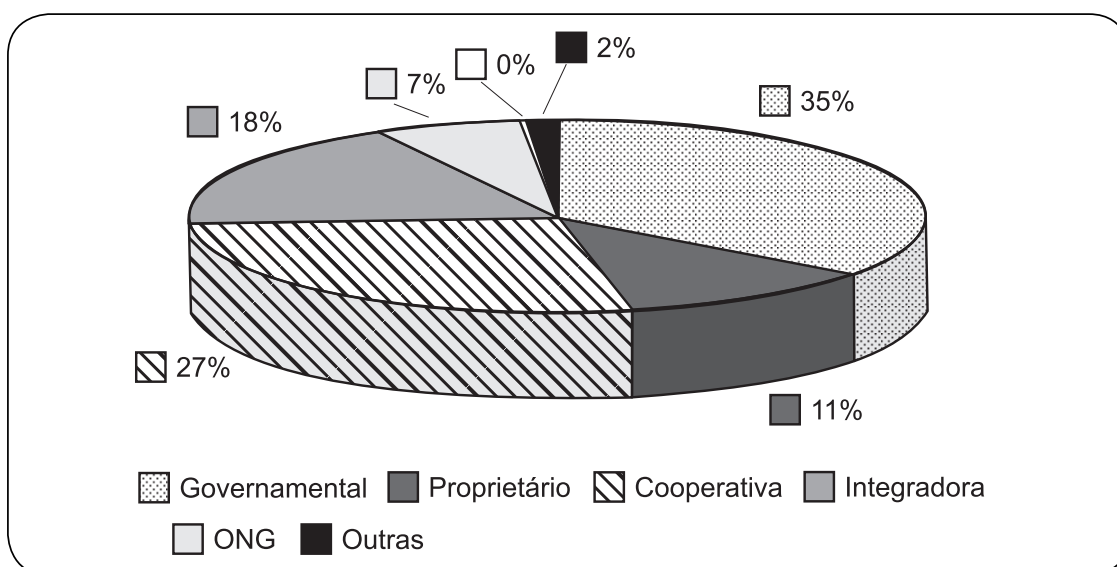


Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

Perfil da assistência técnica recebida

Para os estabelecimentos que receberam algum tipo de assistência técnica, as principais fontes de obtenção foram órgãos governamentais e cooperativas, responsáveis, em média, por 35% e 27% da assistência prestada em municípios da Região Sul em 2006, conforme se observa no Gráfico 1.

Gráfico 1 | Origem da assistência técnica: participação de cada tipo, no total de Ater prestada, em 2006, na Região Sul



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

Nota: Percentuais relativos aos estabelecimentos que obtiveram algum tipo de Ater.

Ao se observarem separadamente os estados da região, como realizado na Tabela 8, verifica-se que o padrão de obtenção de assistência é bastante diferenciado.

Os municípios de Santa Catarina, além de serem aqueles com maior percentual médio de estabelecimentos que obtiveram assistência técnica, são os com maior parte da assistência proveniente de órgãos governamentais, que alcança, em média, 27% de seus estabelecimentos. Em razão da grande presença de empresas integradoras em algumas regiões do estado, elas exercem importante papel na oferta de assistência, havendo alcançado, em média, 16% dos estabelecimentos rurais dos municípios catarinenses no ano em questão.

Tabela 8 | Perfil de Ater recebida – percentual médio de estabelecimentos que obtiveram Ater por tipo*

	Governamental	Proprietário	Cooperativa	Integradora	Privada	ONG**	Outras
Paraná	14	8	20	7	5	0	1
Santa Catarina	27	5	10	16	3	0	1
Rio Grande do Sul	22	7	16	10	3	0	1
Sul	20	7	16	11	4	0	1

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

* Percentuais referentes ao total de estabelecimentos agropecuários. A soma não necessita coincidir com o valor apresentado na Tabela 7, pois há possibilidade de um estabelecimento obter Ater de mais de uma fonte.

** Não alcança 0,2%.

Nos municípios gaúchos, a presença do governo como agente com maior potencial para oferecer assistência técnica se alinha com o que foi verificado em Santa Catarina. Entre os municípios do Rio Grande do Sul, em média, 22% dos estabelecimentos receberam assistência de órgãos governamentais. Entretanto, diferentemente do que ocorre com Santa Catarina, as cooperativas gaúchas têm boa participação na assistência aos estabelecimentos agropecuários.

Os municípios do Paraná se diferenciam dos demais. Além de apresentarem o menor percentual médio de estabelecimentos rurais com acesso a assistência técnica, são também aqueles onde os organismos governamentais não figuram como os principais ofertantes dessa assistência. Há elevada participação das cooperativas, que conseguem assistir, em média, um em cada cinco estabelecimentos nos municípios paranaenses. Mas a participação governamental se restringe a 14%, o que representa menos oito pontos percentuais em relação ao seu alcance no Rio Grande do Sul e menos 13 pontos percentuais em relação a Santa Catarina.

Conforme observado na Tabela 7, tanto Paraná quanto Rio Grande do Sul são estados onde os municípios pertencentes a TCs têm menor acesso a assistência, quando comparados a não TCs. A divisão entre TCs e não TCs evidencia uma precariedade do acesso a serviços de Ater especialmente nos TCs do estado do Paraná.

Como se observa na Tabela 9, há pouca participação dos organismos governamentais no Paraná, sobretudo nos TCs, e as cooperativas, ainda que tenham elevada participação na oferta de Ater no estado, não têm alcance suficiente para compensar a baixa presença estatal, diferentemente do que ocorre no Rio Grande do Sul.

Tabela 9 | Perfil de ATER recebida – percentual médio de estabelecimentos que obtiveram ATER, por tipo*

TCs							
	Governamental	Proprietário	Coopertativa	Integradora	Privada	ONG**	Outras
Paraná	11	6	10	4	3	0	1
Santa Catarina	22	5	17	19	2	0	0
Rio Grande do Sul	21	6	17	9	3	0	1
Não TCs							
	Governamental	Proprietário	Coopertativa	Integradora	Privada	ONG*	Outras
Paraná	14	8	23	8	6	0	1
Santa Catarina	23	5	11	16	3	0	1
Rio Grande do Sul	27	7	20	10	4	0	1

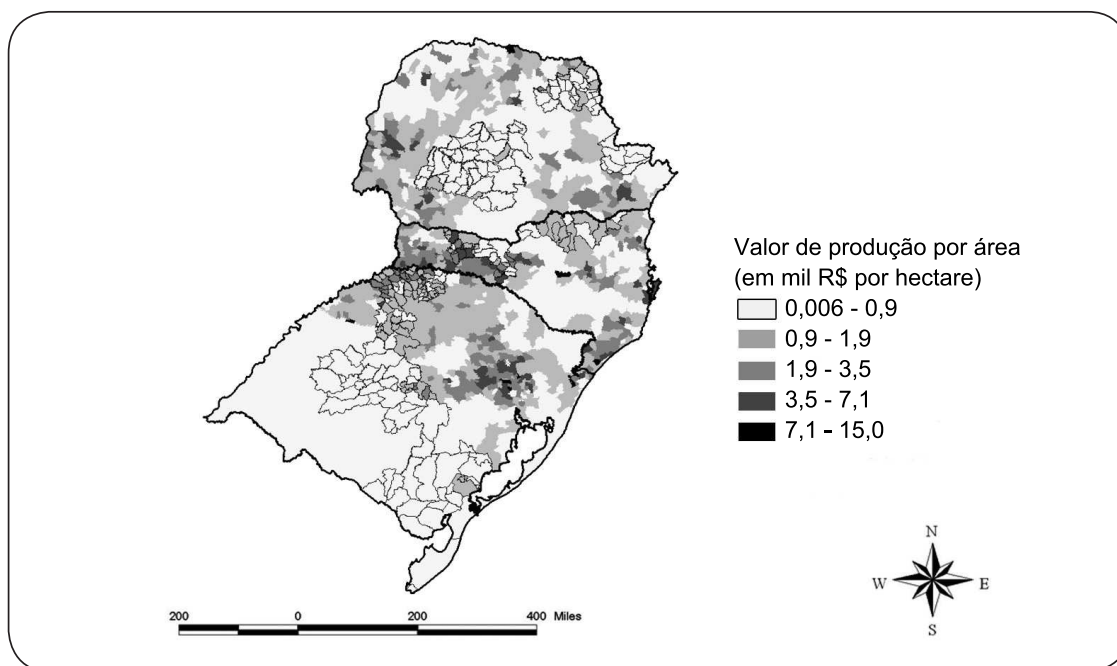
Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

* Percentuais referentes ao total de estabelecimentos agropecuários. A soma não necessita coincidir com o valor apresentado na Tabela 7, pois há possibilidade de um estabelecimento obter Ater de mais de uma fonte.

** Não alcança 0,2%.

Os dados analisados nesta seção deixaram evidente que a estrutura fundiária, a participação da agricultura familiar e os padrões de financiamento, investimento e assistência técnica não são significativamente diferentes para os municípios pertencentes a Territórios da Cidadania e os demais municípios da Região Sul. As diferenças mais marcantes são aquelas entre os distintos estados e, sobretudo, entre o Paraná e os demais estados da região. Como se observou, os municípios paranaenses são aqueles em que os financiamentos, investimentos e assistência técnica são mais escassos. São aqueles, também, onde a participação da agricultura familiar é menos relevante, embora ainda expressiva. No outro extremo do espectro, encontram-se os municípios do oeste catarinense e do noroeste gaúcho, onde a agricultura familiar detém maior relevância e os financiamentos – sobretudo do Pronaf –, investimentos e assistência técnica são mais disseminados entre os estabelecimentos agropecuários. Isso se reflete no valor de produção agropecuária por hectare, que também é maior nessas mesmas regiões, como mostra a Figura 6.

Figura 6 | Valor de produção por área (R\$ mil/hectare)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

Percebe-se, portanto, que, pelas variáveis aqui escolhidas, os padrões regionais são muito mais relevantes do que aqueles que distinguem os Territórios da Cidadania do restante dos municípios da região.

Uma vez realizada essa análise dos municípios da Região Sul, passa-se, na seção seguinte, a um esforço de agrupamento dos mesmos municípios, segundo os dados analisados nesta seção. Almeja-se, com isso, corroborar ou refutar a constatação supracitada, a saber, de que, pelas variáveis escolhidas, os padrões regionais são mais importantes do que o pertencimento ou não aos Territórios da Cidadania.

Caracterização de grupos de municípios segundo similaridades produtivas

A seção anterior mostrou argumentos indicativos de que a delimitação de Territórios da Cidadania não agrupou localidades com padrões produtivos agropecuários similares.¹³ Esta seção se dedica, destarte, à tarefa de identificar grupos de municípios entre os quais haja similaridade.

¹³ Aqui, a referência se restringe aos padrões produtivos agropecuários. Nenhuma referência é feita a questões sociais, de desenvolvimento humano, de pobreza etc.

A abordagem utilizada é a análise de conglomerados (*clusters*), uma metodologia exploratória que não permite inferências. Consiste em uma técnica de interdependência que permite agrupar unidades de análises (observações) em função do grau de similaridade, com base em variáveis predeterminadas [Fávero *et al.* (2009)]. A ideia é que os agrupamentos formados sejam o mais homogêneos possível, internamente aos grupos, e o mais heterogêneos possível entre os distintos grupos.¹⁴ A escolha das variáveis participantes da análise cabe exclusivamente aos pesquisadores, de forma que o método nada indica sobre a relevância de uma variável.

A fim de encontrar padrões produtivos agropecuários para os municípios sulistas, o Quadro 1 descreve as variáveis selecionadas – que são aquelas de interesse para os objetivos deste artigo –, de acordo com as quais os *clusters* serão formados.

Quadro 1 | Variáveis selecionadas

Tamanho médio dos estabelecimentos (hectares)
(%)
Estabelecimentos de agricultura familiar
Área de agricultura familiar
Realizaram investimentos
Receberam financiamento
Estabelecimentos de agricultura familiar que obtiveram Pronaf
Não receberam Ater

Fonte: Elaboração própria.

A formação dos *clusters* seguiu o método não hierárquico, o que significa que o número de grupos foi previamente definido. Por iteração, percebeu-se que a determinação de cinco *clusters* contemplava o objetivo de identificação de grupos homogêneos internamente e com acentuadas diferenças em relação aos demais. Isso fica claro pelas estatísticas descritivas das características produtivas dos distintos grupos, indicadas na Tabela 10.¹⁵

¹⁴ Existem algumas medidas de similaridades que podem ser classificadas em três grandes categorias: (i) de distâncias, (ii) correlacionais e (iii) de associação. No trabalho, a escolha foi por uma medida de distância, a distância euclidiana. Para maiores detalhes ver [Fávero *et al.* (2009)].

¹⁵ O *cluster* 5 é composto por apenas um município, Telêmaco Borba (PR), um outlier na análise. Optou-se por manter o *cluster* atípico e mencionar aqui o município, mas ele não será mais objeto de estudo no prosseguimento das análises. O tamanho médio de um estabelecimento no referido município é de 1981 hectares e a área relativa à agricultura familiar sequer chega a 1%, o que o diferencia completamente dos demais municípios da região e afasta-o dos objetivos deste artigo.

**Tabela 10A | Estatísticas descritivas das variáveis
incluídas na definição dos *clusters***

	<i>Cluster1</i>	<i>Cluster2</i>	<i>Cluster3</i>	<i>Cluster4</i>	TCs	Não TCs	Sul
Tamanho médio dos estabelecimentos (hectares)	63,03	22,61	309,80	141,27	48,92	47,10	47,47
Valor de produção por hectare (R\$ mil por hectare)*	0,88	1,82	0,75	0,73	1,08	1,62	1,51
Estabelecimentos de agricultura familiar (%)	76,00	88,00	53,00	65,00	84,00	82,00	83,00
Área de agricultura familiar (%)	21,00	62,00	5,00	11,00	45,00	49,00	48,00
Realizaram investimentos (%)	24,00	28,00	30,00	27,00	28,00	26,00	27,00
Receberam financiamento (%)	28,00	39,00	20,00	26,00	39,00	34,00	35,00
Estabelecimentos de agricultura familiar que obtiveram Pronaf (%)	22,00	34,00	14,00	21,00	36,00	29,00	30,00
Não receberam Ater (%)	52,00	48,00	53,00	51,00	55,00	47,00	49,00
Número de municípios	264	812	27	73	244	944	1.188

Tabela 10B | Participação no valor total de produção agropecuária – culturas selecionadas (%)

Culturas	<i>Cluster1</i>	<i>Cluster2</i>	<i>Cluster3</i>	<i>Cluster4</i>	TCs	Não TCs	Sul
Arroz	3	3	56	9	6	5	5
Fumo	2	9	0	0	6	6	6
Mandioca	4	3	0	2	2	3	3
Milho	12	12	1	10	15	10	11
Soja	25	12	11	23	21	14	16
Café	2	1	0	1	2	1	1
Pecuária	20	34	9	19	27	30	29
Número de municípios	264	812	27	73	244	944	1.188

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Censo Agropecuário 2006/IBGE.

*Variável não utilizada na composição dos *clusters*, mas elencada na tabela por ser uma variável de interesse.

A agricultura familiar é mais observada no *cluster* 2, no qual o tamanho médio dos estabelecimentos agropecuários dos municípios é 22,6 ha, e cerca de 88% dos estabelecimentos agropecuários e 62% da área dos estabelecimentos são de agricultura familiar. Nesse *cluster*, a produção agrícola é relativamente diversificada, com boa participação de fumo, milho e soja, além da pecuária, que é também relevante. Com grande presença de agricultura familiar, esse é também o grupo de municípios em que se nota o maior valor médio de produção por hectare.

Alta participação de estabelecimentos de agricultura familiar é também observada no *cluster* 1. Entretanto, diferentemente do *cluster* 2, no qual, em média, mais de 60% da área dos estabelecimentos agropecuários é de agricultura familiar, no *cluster* 1 esse percentual é de apenas 21%. Para esse grupo de municípios, a produção de soja e a pecuária são as atividades com maior peso, seguidos por milho.

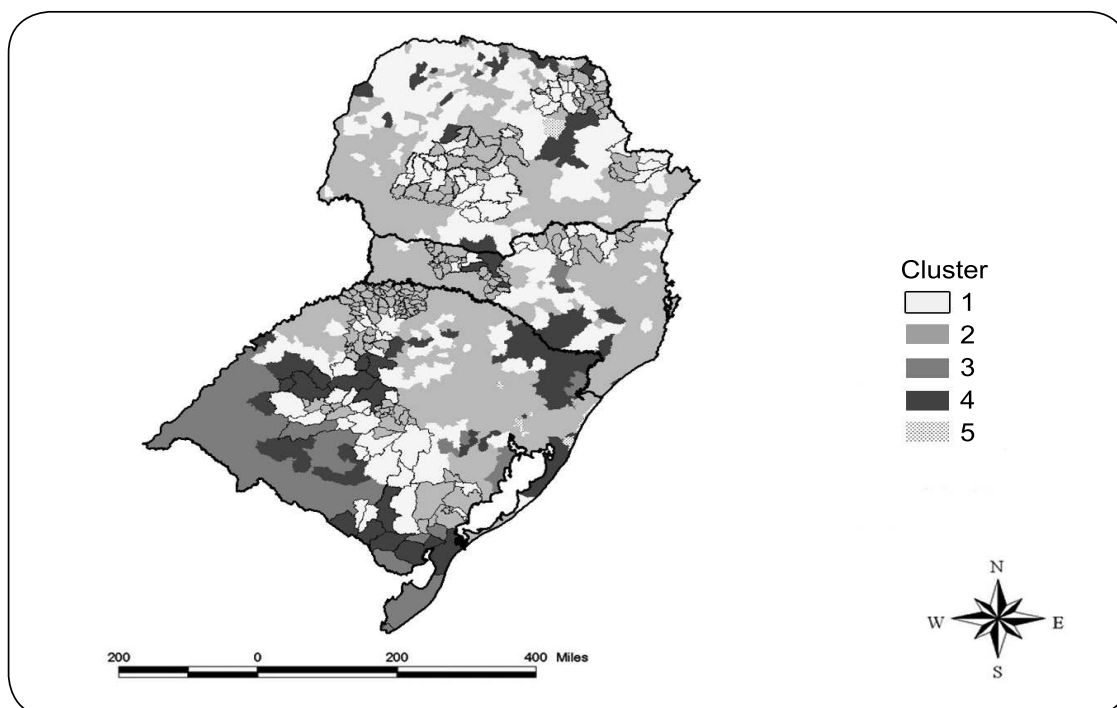
O *cluster* 4 é o mais próximo ao *cluster* 1. Embora com menor participação da agricultura familiar, suas principais atividades também são a produção de soja e a pecuária, seguidas por milho.

Por fim, o *cluster* 3, situado em sua quase totalidade no centro-oeste gaúcho (como se verá adiante – Figura 7), é formado basicamente por grandes propriedades (tamanho médio de 309,8 ha) produtoras de arroz, e seus municípios têm uma participação média da agricultura familiar em apenas 5% da área de seus estabelecimentos agropecuários.

A realização de investimentos não foi muito diferente entre os *clusters*, já que em todos eles, entre 24% e 30% dos estabelecimentos em um município, em média, realizaram investimentos em 2006.

O acesso a financiamento, a obtenção de recursos do Pronaf (entre os agricultores familiares) e a obtenção de Ater são mais frequentes para estabelecimentos situados em municípios pertencentes ao *cluster* 2, que, conforme visto, consegue obter maior valor de produção agropecuária por hectare.

Para melhor compreensão dos dados citados, é necessário visualizar a distribuição geográfica dos municípios pertencentes a cada *cluster*, mostrada na Figura 7.

Figura 7 | *Clusters* formados a partir das variáveis selecionadas

Fonte: Elaboração própria.

Obs.: O *cluster* 5 compõe-se apenas da cidade de Telêmaco Borba (PR), podendo, portanto, ser ignorado nas análises.

De imediato, a Figura 7 permite verificar grandes “ilhas” regionais compostas por municípios pertencentes ao mesmo *cluster*. Observa-se que há predominância do *cluster* 1 no norte e no centro-sul paranaense. No oeste, no centro e no sudeste do Paraná, o *cluster* 2 se destaca. O estado de Santa Catarina é, praticamente, dividido ao meio por uma faixa central na qual sobressai o *cluster* 1 (com exceção de uma pequena parte da região sudeste catarinense, bem similar ao nordeste gaúcho, na qual há predomínio do *cluster* 4) e o leste e o oeste do estado são dominados pelo *cluster* 2. Por fim, verifica-se no Rio Grande do Sul uma gradação bem definida que inicia no norte do estado com muita ocorrência do *cluster* 2. Ao seguir para o centro, o *cluster* 1 se intensifica (com alguma participação do *cluster* 4) e, por fim, no centro-oeste do estado há quase a totalidade do *cluster* 3. O município de Telêmaco Borba, único componente do *cluster* 5, localiza-se no noroeste paranaense.

A não observância de padrões definidos para TCs, já constatada nas seções precedentes, é ratificada pela análise da Figura 7. É compreensível que os municípios dos diversos TCs se agrupem em *clusters* diferentes, pois, como visto, os TCs são bastante distintos entre si. Mas é curioso

perceber que mesmo os municípios de um mesmo TC foram, em grande parte deles, distribuídos em distintos *clusters*. Isso mostra a existência de uma heterogeneidade entre os TCs e também no interior da maioria deles. Consequentemente, não se nota um padrão entre os TCs, no que concerne às características produtivas aqui estudadas, e tampouco um padrão entre o conjunto dos municípios de um mesmo TC. Os TCs mais homogêneos são Médio Alto Uruguai e Noroeste Colonial, ambos no Rio Grande do Sul.

A comparação entre os TCs do sul evidencia que seus municípios são relativamente bem distribuídos entre os *clusters* 1 e 2, não emergindo dominância clara de nenhum dos grupos no Paraná e em Santa Catarina. Nesse segundo estado há ainda alguma presença do *cluster* 4 em um dos TCs. Já no Rio Grande do Sul, há uma distribuição bastante homogênea dos *clusters* 1, 2 e 4.

Como observado, portanto, a questão regional parece ser preponderante na classificação de localidades semelhantes quando se consideram os aspectos produtivos agropecuários para os municípios do Sul, sobrepondo-se sobremaneira à delimitação de TCs.

A Tabela 11 novamente evidencia que a distribuição dos *clusters* em TCs e não TCs segue o mesmo comportamento.

Tabela 11 | Distribuição estadual dos *clusters* (%)

Total	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>
Paraná	61	26	7	33
Santa Catarina	15	30	7	14
Rio Grande do Sul	24	45	85	53
	100	100	99	100
TCs	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>
Paraná	51	25	0	6
Santa Catarina	13	20	0	18
Rio Grande do Sul	36	55	100	76
	100	100	100	100
Não TCs	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>
Paraná	65	26	10	41
Santa Catarina	15	32	10	13
Rio Grande do Sul	19	42	81	46
	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria.

Mais de 60% dos municípios pertencentes ao *cluster* 1 são do Paraná e, mesmo quando se analisam separadamente os TCs e não TCs agrupados no *cluster* 1, há maior presença no estado paranaense (mais de 50% dos casos). O *cluster* 2 é distribuído de modo mais uniforme entre os estados, mas também é mais frequente (total, TCs e não TCs) no Rio Grande do Sul. O centro-oeste gaúcho, caracterizado por grandes propriedades destinadas à rizicultura, praticamente forma o *cluster* 3. Por fim, o *cluster* 4, é mais presente no Rio Grande do Sul, mesmo isolando municípios pertencentes a TCs e não TCs. Vale destacar, concluindo a análise, que a comparação da Figura 7 com as figuras 3, 5 e 6 mostradas na seção anterior permite observar que a localização dos municípios do *cluster* 2 é praticamente a mesma dos municípios com maior participação de agricultura familiar, maior realização de investimentos, financiamentos, utilização do Pronaf (entre agricultores familiares), mais assistidos pela Ater e, por fim, com maiores valores de produção auferidos por hectare de terra. Ao que parece, esse grupo de municípios representa os casos de maior sucesso na agricultura familiar.

Considerações finais

O artigo caracterizou brevemente as atividades agropecuárias desenvolvidas nos Territórios da Cidadania da Região Sul. Para fins de análise, escolheu-se um grupo de variáveis e, com base nos dados do Censo Agropecuário de 2006, procedeu-se a uma comparação entre os municípios agregados por TCs e não TCs. Como visto, os dez TCs do Sul são bastante diversos em seu tamanho, estrutura fundiária, culturas, padrão de financiamento, uso de tecnologia etc., caracterizando um grupo bastante heterogêneo. O Vale do Ribeira (PR) é o menor dos TCs e também o mais vulnerável, do ponto de vista produtivo. No outro extremo, no Médio Alto Uruguai (RS), que se caracteriza por uma grande relevância da agricultura familiar, predominam estabelecimentos com um processo produtivo estruturado e relativamente bem-sucedido.

A análise revelou que as principais características produtivas dos estabelecimentos agropecuários da Região Sul não são muito distintas, na média, para municípios pertencentes e não pertencentes a Territórios da Cidadania. Segundo os dados analisados na segunda seção deste artigo, não se constitui, portanto, um padrão que distinga os TCs dos não TCs, como poderia-se inicialmente supor. É possível, sim, observar alguns padrões entre os muni-

cípios analisados, mas naquilo que concerne ao âmbito regional. Por razões históricas e naturais, municípios próximos tendem a apresentar similaridades quanto à estrutura fundiária, às culturas mais relevantes etc., configurando padrões estaduais ou regionais que se revelam, para as variáveis elencadas, mais importantes do que o pertencimento ou não a TCs.

Em seguida, por meio da metodologia de delimitação de *clusters*, observou-se que a maioria dos TCs tem também heterogeneidades internas, ao menos no que diz respeito às variáveis de interesse deste artigo. Destarte, o tratamento conjunto dos municípios desses TCs pode ser ineficaz, haja vista que sua heterogeneidade não autoriza medidas padronizadas. Isso não significa que não seja possível a utilização, para o conjunto de municípios, de políticas públicas comuns de suporte aos produtores agropecuários, como políticas de crédito e fomento a investimentos produtivos. É apenas necessário considerar as especificidades que permeiam cada município.

Percebe-se, utilizando como referência as variáveis analisadas, que as áreas rurais mais vulneráveis na Região Sul não são necessariamente as pertencentes a Territórios da Cidadania. Dos três estados analisados, essas áreas socialmente mais frágeis estão no Paraná. Políticas públicas que vissem ao desenvolvimento das atividades agropecuárias em municípios onde elas são realizadas de forma precária devem, portanto, expandir o foco das análises para todos os municípios da região vislumbrada, sem se restringir aos municípios localizados em Territórios da Cidadania.

Apêndice

Tabela 1 | Percentual em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários (%)

Territórios da Cidadania	Participação da agricultura familiar				Estrutura fundiária				
	Nº estabelecimentos	Área	Valor da produção	Mais de 0 ha a 1 ha	De 1 a menos de 5 ha	De 5 a menos de 20 ha	De 20 a menos de 50 ha	Superior a 50 ha	Produtor sem área
Cantuquiriguaçu (PR)	83,2	30,1	44,8	5,4	16,6	42,2	18,9	13,1	3,9
Paraná Centro (PR)	81,1	28,4	42,1	9,2	19,2	36,7	17,7	13,8	3,4
Vale do Ribeira (PR)	86,1	27,6	53,7	16,7	24,1	23,5	12,4	9,3	13,9
Norte Pioneiro (PR)	79,5	23,9	44,1	7,1	22,6	41,2	14,9	13,2	0,9
Meio Oeste Contestado (SC)	85,0	37,5	48,6	2,2	11,3	49,5	24,1	11,7	1,2
Planalto Norte (SC)	85,9	32,9	52,1	2,2	19,0	39,8	22,7	13,0	3,4
Médio Alto Uruguai (RS)	92,9	72,6	76,4	3,5	20,6	55,8	15,0	3,4	1,6
Região Central (RS)	81,7	25,8	42,1	3,6	16,8	32,9	23,1	21,5	2,2
Zona Sul do estado (RS)	83,2	25,6	43,2	1,1	12,1	36,6	30,7	18,6	0,9
Noroeste Colonial (RS)	89,0	44,4	53,7	2,8	17,4	48,7	19,3	10,0	1,8
10 TCs do Sul	84,6	30,7	48,9	4,4	17,3	41,4	20,9	13,7	2,4
Região Sul	84,5	31,5	51,9	4,4	18,3	42,6	20,5	12,2	2,0
Brasil	84,4	24,3	37,8	11,7	23,8	26,5	16,3	16,7	4,9

Fonte: Censo Agropecuário/IBGE.

Tabela 2 | Percentual em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários (%)

Territórios da Cidadania	Rendimento anual do estabelecimento					Condição de posse	
	Sem produção	Maior que R\$ 0 e menor que R\$ 2.500	De R\$ 2.500 a menos de R\$ 10.000	De R\$ 10.000 a menos de R\$ 25.000	Superior a R\$ 25.000	Estabelecimentos de autoconsumo	Assentado sem titulação definitiva
Cantuquiriguaçu (PR)	4,5	30,8	31,8	18,1	14,8	17,3	14,1
Paraná Centro (PR)	7,6	37,3	29,2	13,7	12,1	18,8	4,5
Vale do Ribeira (PR)	8,9	58,3	22,6	6,2	3,9	31,1	0,2
Norte Pioneiro (PR)	16,5	26,7	26,5	15,5	14,9	12,3	3,8
Meio Oeste Contestado (SC)	6,1	18,4	24,9	20,6	30,1	11,0	8,0
Planalto Norte (SC)	7,6	16,8	18,1	26,7	30,9	10,2	0,9
Médio Alto Uruguai (RS)	1,5	20,7	35,6	25,5	16,7	10,9	1,3
Região Central (RS)	5,2	24,8	26,3	21,4	22,3	16,6	1,9
Zona Sul do Estado (RS)	7,2	28,7	28,2	17,9	18,0	12,2	6,2
Noroeste Colonial (RS)	1,9	15,6	30,4	25,8	26,3	9,1	1,8
10 TCs do Sul	6,1	26,0	28,4	20,0	19,5	13,9	4,4
Região Sul	7,3	22,1	25,7	21,0	23,9	12,7	2,2
Brasil	11,2	45,4	21,6	10,8	11,0	18,9	3,7

Fonte: Censo Agropecuário/IBGE.

Tabela 3 | Percentual em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários (%)

Territórios da Cidadania	Uso de tração mecânica	Uso de adubo	Uso de irrigação	Uso de agrotóxicos	Acesso a financiamento
Cantuquiriguaçu (PR)	36,1	55,8	1,8	58,6	33,7
Paraná Centro (PR)	27,0	47,8	1,5	50,4	27,5
Vale do Ribeira (PR)	5,3	12,0	4,8	13,7	9,4
Norte Pioneiro (PR)	20,0	49,2	4,2	35,7	22,7
Meio Oeste Contestado (SC)	41,4	73,8	0,9	70,6	45,0
Planalto Norte (SC)	37,2	78,2	1,4	72,5	38,5
Médio Alto Uruguai (RS)	18,7	78,1	1,0	74,6	56,1
Região Central (RS)	36,6	68,2	13,6	53,7	36,0
Zona Sul do Estado (RS)	17,3	70,4	6,1	41,2	39,9
Noroeste Colonial (RS)	52,2	84,2	2,5	75,1	53,5
10 TCs do Sul	30,5	66,0	4,5	56,6	38,8
Região Sul	35,6	69,4	5,1	59,7	36,5
Brasil	18,9	32,8	6,4	27,0	17,8

Fonte: Censo Agropecuário 2006/IBGE.

Referências

- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Revista Territórios da Cidadania 2009*. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/porta/publicacoes/pageflip-view?pageflip_id=3638134>. Acesso em: fev. 2011.
- BRASIL. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável*. Guia para o Planejamento. Documento de Apoio nº 2. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, nov. 2005.
- FÁVERO, L. P. *et al. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- ROCHA, M. R. T.; FILIPPI, E. E. Política para o desenvolvimento dos territórios rurais no Brasil: propostas e fundamentos. In: *Las configuraciones de los territorios rurales en el siglo XXI*. Seminario Internacional Las configuraciones de los territorios rurales en el siglo XXI, Bogotá, 2008. Disponível em: <<http://www6.ufgrs.br/pgdr/arquivos/494.pdf>>. Acesso em: fev. 2011.

SOUZA, M. L. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, E. I.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (Orgs.). *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 77-116.

SPAGNOLI, M. V. *et al.* O Conceito de Território e Região nas Políticas Públicas: uma discussão inicial para o entendimento de Territórios da Cidadania. In: *V Encontro de Grupos de Pesquisa “Agricultura, Desenvolvimento Regional e Transformações Socioespaciais”*. Universidade Federal de Santa Maria: 25, 26 e 27 de novembro de 2009.

A genética de frangos e suínos – a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil

Victor Gomes de Moraes
Luciana Capanema*

Resumo

A carne suína é a mais consumida no mundo,¹ seguida pelas carnes de frango e bovina. Já no Brasil, o maior consumo é o de frango, seguido pelo de carne bovina.

As iniciativas de melhoramento genético de suínos e frangos originaram-se na Europa, na década de 1950 e, no Brasil, duas décadas mais tarde.

Do ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento das linhagens de frango foi mais bem-sucedido, alcançando resultados superiores aos obtidos na suinocultura. Se, por um lado, a avicultura tem maior relevância na econo-

* Respectivamente, contador e gerente do Departamento de Agroindústria da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem as informações fornecidas pelas empresas Brasil Foods S.A., Seara Alimentos S.A. e Cooperativa Central Oeste Catarinense; aos pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves; e a colaboração de Luciano Velasco, Luiza Sidônio, Paulo Maia e da estagiária Gabriela Matoso, do BNDES, isentando-os de qualquer responsabilidade por incorreções porventura remanescentes no texto.

¹ Registre-se que, apesar de os dados referentes ao consumo de pescado não serem costumeiramente apresentados com os das outras carnes, seu consumo mundial é elevado, sendo superior até mesmo ao da carne suína.

mia brasileira, o melhoramento genético de suínos parece mais promissor, por seu estágio de desenvolvimento e pela capacitação encontrada no país.

Nesse contexto, este trabalho visa apresentar um panorama da pesquisa da genética de frangos e suínos e discutir a viabilidade do desenvolvimento de linhagens desses animais no país.

Introdução

O mercado mundial de material genético para frangos² e suínos está dominado por poucas empresas europeias e norte-americanas, o que traz para discussão a viabilidade de novos investimentos em pesquisas para o desenvolvimento genético nacional, como aconteceu há algumas décadas.

Por volta da década de 1970, a Embrapa Suínos e Aves, órgão ligado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e grandes empresas privadas do setor se enveredaram por tal seara, mas o resultado geral não foi muito bom. Falta de recursos financeiros e pouca coordenação entre os envolvidos nas iniciativas parecem ter sido os motivos para o insucesso da pesquisa. Paralelamente, a brasileira Agrocerec investiu em parcerias com a Ross, para frangos, e com a PIC, para suínos, iniciativas bem-sucedidas. No entanto, a desnacionalização da empresa, em 1995, implicou o encerramento do controle brasileiro sobre a condução desses programas.

Ao analisar o mercado de carne, constata-se que a demanda vem aumentando de forma expressiva no Brasil e no mundo. Nos últimos quarenta anos, o consumo *per capita* mundial de carnes mais do que dobrou, passando de 23 kg em 1961 para 46,6 kg em 2009 [Roppa (2009)].

As principais carnes consumidas mundialmente são: pescados, suínos, frango, bovinos, ovinos e caprinos.

A carne suína é uma das carnes mais importantes globalmente, com produção mundial de 100.399 mil t em 2009, de acordo com United States Department of Agriculture (USDA). Os três maiores produtores são: China, com participação de 48.905 mil t; União Europeia (UE),³ com 22.434 mil t; e Estados Unidos (EUA), com 10.442 mil t. Apesar de o Brasil figurar como

² Este trabalho abordará as questões relacionadas apenas ao mercado de frangos de corte, o qual tem características bem diferentes do mercado de frangos para postura (produção comercial de ovos).

³ Foram contabilizados os 27 países que pertencem ao bloco econômico e político.

o quarto maior produtor, sua participação é pequena, ficando em torno de 3.130 mil t em 2009, o que representa 3% da produção global.

Em relação ao setor avícola, EUA, China e Brasil são os maiores produtores de carne de frango, tendo produzido, respectivamente, 15.935 mil t, 12.100 mil t e 11.023 mil t em 2009 [USDA (2011)]. A produção total de frango no mundo foi de 72.293 mil t, ou seja, a participação brasileira nesse quantitativo é de cerca de 15%. O Brasil foi o segundo maior exportador da proteína em 2009, com 3.265 mil t, atrás dos EUA, com 3.511 mil t [FAO (2011)]. A exportação brasileira representa 30% do comércio global da carne de frango, que foi de 10.733 mil t.

Em suma, o Brasil é um dos principais *players* internacionais em frango, com custos de produção reduzidos e empresas competitivas. Por ser um importante cliente das casas genéticas de frangos, parece não haver grande risco de desabastecimento de material para multiplicação desses animais.

Se, para o país, é essencial ou necessário deter o *know-how* da genética de frangos é uma dúvida ainda não esclarecida pelas instituições envolvidas no tema, sejam públicas ou privadas. Algumas acreditam no aspecto estratégico de deter tal capacitação no país ou que a concentração em poucas empresas traz risco de diminuição da variedade genética, ameaçando até mesmo a conservação da espécie. Já outras consideram que não há como atingir o padrão técnico alcançado pelas empresas que dominam o mercado ou, simplesmente, que o processo atual de aquisição de material genético atende as necessidades das empresas brasileiras. Com isso, há controvérsia quanto ao aspecto estratégico do domínio da genética de aves por instituições brasileiras.

Em relação à suinocultura, em que a concentração do mercado de material genético é menor, ainda há muito espaço para desenvolvimento, o que resulta em posicionamentos privados e públicos mais alinhados.

Se por um lado os resultados do investimento no desenvolvimento genético em suínos parecem mais promissores, por outro, a avicultura se mostra como uma atividade bem mais relevante na economia brasileira.

Além dessa discussão, podem ser acrescentados à agenda das empresas processadoras de frangos e suínos alguns temas já conhecidos. Entre eles destacam-se os impactos ambientais – muito pertinentes no caso da suinocultura – e novas exigências de determinados mercados consumidores,

como o cuidado com a saúde e o bem-estar animal, que exigem constante atenção dos produtores e da indústria.

Panorama da indústria de proteína animal

Global

O nível de consumo de proteínas de origem animal, em especial as da carne, funciona como elemento indicativo do desenvolvimento socioeconômico de um povo ou nação. Carne, leite e ovos, assim como o pescado, são fontes básicas de proteína animal, essenciais à nutrição do homem, uma vez que desempenham papel relevante na formação da musculatura, das enzimas e das células. Contudo, o grande mérito nutricional da carne é a quantidade e a qualidade dos aminoácidos constituintes dos músculos, dos ácidos graxos essenciais e das vitaminas do complexo B presentes, além da importância do teor de ferro.

Como usualmente as estatísticas sobre o consumo de carnes não contemplam informações sobre pescados, neste trabalho foi adotado o mesmo critério. Quando pertinentes, tais estatísticas são apresentadas separadamente. Dessa forma, constata-se que a carne suína é a mais consumida no mundo. A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) informa que seu consumo teve crescimento acumulado superior a 20% entre os anos 1990 e 2009, passando de 13 kg/hab/ano para 16 kg/hab/ano.

De acordo com United States Department of Agriculture (USDA), em 2010, foram consumidas mais de 100 milhões de toneladas desse produto, sendo os chineses responsáveis por aproximadamente 50% desse volume. A Tabela 1 mostra os principais consumidores de carne suína (mil t/ano).

Com consumo total de 75 milhões de toneladas, em 2010, a carne de frango foi a segunda mais consumida mundialmente.⁴ Os países que mais consomem esse tipo de carne são: EUA, China, União Europeia, Brasil e México, conforme indicado na Tabela 2.

⁴ Para comparação: em 2010, os três tipos de carne abordados apresentaram os seguintes níveis de consumo: suíno – 103 milhões de toneladas; frango – 75 milhões de toneladas; bovino – 56 milhões de toneladas.

Tabela 1 | Principais consumidores de carne suína

País/ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
China	46.014	42.710	46.691	48.823	51.097	51.590
União Europeia	20.631	21.507	21.024	21.057	21.271	20.600
EUA	8.643	8.965	8.806	9.013	8.653	8.485
Rússia	2.639	2.534	2.789	2.688	2.773	3.159
Brasil	2.191	2.260	2.390	2.423	2.577	2.620
Mundo	95.453	93.489	97.853	100.268	102.953	103.115

Fonte: USDA.

* Estimativas.

Tabela 2 | Principais consumidores de carne de frango

País/ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
EUA	13.671	13.582	13.428	12.940	13.463	13.670
China	10.371	11.415	11.954	12.210	12.457	12.890
União Europeia	7.656	8.358	8.564	8.692	8.779	8.870
Brasil	6.853	7.384	7.792	8.032	9.132	8.301
México	3.010	3.061	3.281	3.264	3.344	3.388
Mundo	64.385	68.308	71.032	71.860	75.127	75.277

Fonte: USDA.

* Estimativas.

A carne bovina é a terceira em consumo mundial. De acordo com dados do USDA, em 2010, cerca de 56 milhões de toneladas desse tipo de carne foram consumidas no mercado global. Conforme mostrado na Tabela 3, EUA, União Europeia, Brasil e China são os maiores mercados dessa proteína. O Uruguai aparece em primeiro lugar, quando se avalia o consumo *per capita*, atingindo a marca de 62 kg/ano/hab.

As previsões do USDA para 2011 sinalizavam que os norte-americanos consumiriam menos carne nesse ano, em comparação com 2010. A redução total esperada era em torno de 7%, sendo o decréscimo no consumo da carne vermelha⁵ de 12%. O início desse processo pode ser identificado na

⁵ São consideradas vermelhas as carnes bovina, caprina/ovina e suína.

Tabela 3, a partir de 2007. Inicialmente ele foi atribuído à crise econômica mundial, mas, como vem se confirmando no decorrer do período analisado, pode indicar uma mudança no padrão de consumo do país.

Tabela 3 | Principais consumidores de carne bovina

País/ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
EUA	12.833	12.830	12.452	12.239	12.040	11.715
União Europeia	8.649	8.690	8.352	8.262	8.185	8.180
Brasil	6.969	7.144	7.252	7.374	7.592	7.645
China	5.692	6.065	6.080	5.749	5.589	5.441
Argentina	2.553	2.771	2.731	2.727	2.305	2.255
Mundo	56.974	58.113	57.975	56.668	56.544	56.371

Fonte: USDA.

* Estimativas.

Por outro lado, previsões da FAO mostram que, apesar de o consumo mundial de carne ter se mostrado estabilizado nos últimos anos, ele deverá aumentar em médio e longo prazos. Subsidia essa afirmativa o aumento da população, em especial nos países em desenvolvimento, e do nível de renda, já que o consumo *per capita* de carne bovina, por exemplo, está altamente correlacionado com o crescimento econômico e com o processo rápido de urbanização desses países.

Embora pouco comentado e geralmente excluído das estatísticas referentes ao mercado de carnes, o pescado também é importante fonte de proteína para a alimentação humana, pois os peixes, de maneira geral, são fontes das vitaminas A, B e D. De acordo com dados da FAO, em 2010, o consumo médio por habitante foi de 17 kg,⁶ ou seja, maior do que o consumo de carne suína.

Tradicionalmente, o pescado era obtido, sobretudo, via captura. Hoje, a captura vem sendo substituída pelo cultivo, conhecido como aquicultura, que tem como subconjunto a piscicultura – criação dos peixes em tanques.

⁶ Algumas fontes indicam que o consumo de carne de peixe pode ser de 19 kg/hab/ano. A diferença encontrada em relação aos dados da FAO não causa impactos relevantes nos resultados do presente estudo.

Especialistas do setor ponderam que a piscicultura ainda não se desenvolveu mais em virtude da disponibilidade de peixes para captura, da ausência de pacotes tecnológicos para grande número de espécies e de problemas de sanidade não totalmente controlados. Apesar disso, a aquicultura já representa cerca de 40% da produção mundial de pescados.

Sinal da crescente relevância da aquicultura é que o aumento no consumo de pescados vem sendo sustentado pelo incremento dessa atividade, que, de acordo com dados da FAO, vem crescendo à taxa média de 7% a.a. Os países da Ásia, como China, Índia, Japão, são os responsáveis pela produção e consumo de mais de 50% de todo o pescado mundial. A China, como já observado em outros setores da economia, apresenta destaque tanto no consumo quanto na produção de pescado, atingindo, nesse último indicador, em 2009, mais de 45 milhões de toneladas. A produção chinesa naquele ano correspondeu a cerca de 60% da produção mundial no modo de aquicultura. Portugal, Noruega e Espanha são os representantes ocidentais nos quais o consumo dessa proteína mais se destaca, com, respectivamente, 50 kg/hab/ano, 41 kg/hab/ano e 33 kg/hab/ano.

O consumo mundial de carne de ovinos exibiu números também constantes no período, porém pouco significativos, em torno de 2 kg/hab/ano.

Resumindo, observou-se que EUA, China e União Europeia são os maiores consumidores mundiais de proteína animal. A China, por exemplo, domina o mercado de carne suína tanto na produção quanto no consumo, sendo, dessa maneira, praticamente autossuficiente. Se o enfoque for as carnes de frango e bovina, os EUA assumem o primeiro lugar no consumo mundial e na produção, garantindo sua autossuficiência nesses produtos, como o país asiático na carne suína. Finalmente, os níveis de consumo do pescado são elevados nos países do Oriente, como a China, chegando a apresentar consumo *per capita* maior do que o de carne suína.⁷

Brasil

O Brasil dispõe de um grande mercado interno, que, segundo USDA, consome entre 60% e 80% de sua produção de proteína animal. Somado a esse

⁷ De acordo com dados da FAO, o consumo *per capita* mundial de carne suína está em torno de 16 kg/hab/ano, enquanto o consumo de carne de peixe é de cerca de 17 kg/hab/ano.

fato, o país é influente no comércio mundial de carnes, seja como produtor ou como consumidor. Entre elas, a carne de frango é a mais relevante, haja vista que o Brasil é o maior exportador mundial e o terceiro maior produtor.

No mercado brasileiro, as restrições orçamentárias determinam o perfil do consumo. Para produtos substitutos, como é o caso das carnes, o preço relativo é o critério preponderante. Assim, o consumo interno de carne de frango é superior ao das carnes bovina e suína.

O desenvolvimento tecnológico foi o fator marcante para o sucesso dessa carne no país, pois possibilitou melhora na taxa de conversão e redução do número de dias de engorda. Adicionalmente, houve melhoria no gerenciamento e no manejo das granjas e incorporação de tecnologia, com a inserção de máquinas e equipamentos automáticos, facilitada pela padronização e pelo tamanho dos frangos. A consequência desses avanços foi um enorme ganho de produtividade para a indústria. Tudo isso permitiu uma expressiva redução do preço médio (que passou de R\$ 4,50/kg para R\$ 1,25/kg) nas últimas duas décadas, provocando significativo aumento de seu consumo. Assim, a redução de preço tem alto grau de correlação com o avanço tecnológico experimentado pelo setor.

A carne bovina é outra proteína que tem papel relevante na dieta do brasileiro. Sua demanda está ligada a vários fatores, como preço, qualidade, aspectos nutricionais, preferência, gosto e, principalmente, variação da renda. O resultado dessa combinação é um consumo *per capita* em torno de 37 kg/hab/ano, inferior apenas ao consumo no Uruguai e na Argentina.

Entre as carnes mais consumidas no mundo, a suína ocupa o terceiro lugar na preferência dos brasileiros. Segundo dados obtidos com o USDA, o consumo de suínos no Brasil totalizou 2,6 milhões de toneladas em 2010, aumentando 32% em relação a 2005. O país é o sexto maior consumidor de carne suína do mundo, com cerca de 3% do consumo global. Ainda de acordo com USDA, o consumo de carne suína no Brasil vem crescendo constantemente e, já no ano de 2010, superou o consumo japonês.

O Brasil, não obstante seu potencial para aquicultura, apresentou participação de 0,42% na produção mundial de pescado de 2008, o que representou 290 mil t. Em 2003, o consumo era de cerca de sete kg/hab/ano. Seis anos depois, aumentou 40%, para nove kg/hab/ano, mas segue muito abaixo da média mundial (17 kg/hab/ano) e do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 12 kg/hab/ano.

Melhoramento genético

O desenvolvimento genético de animais pode ser entendido como o cruzamento entre indivíduos selecionados de espécies diferentes, com o objetivo de produzir descendentes de alto rendimento.

A seleção e o cruzamento são as duas ferramentas fundamentais para o melhoramento genético. Seleção consiste na decisão de permitir que os indivíduos com as melhores características desejadas deem origem à geração subsequente. Já o cruzamento é o acasalamento de indivíduos pertencentes a raças ou espécies diferentes.

Para que possa ocorrer uma boa seleção, é importante o conhecimento dos fatores que influenciam a composição genética de uma população, que é dada pela especificação dos genótipos, e do número de indivíduos que os compartilham. Com isso, boas predições dependem da qualidade dos dados, das estimativas de parâmetros genéticos e do uso de modelos adequados [Euclides Filho (1999)].

O processo de desenvolvimento de novas linhagens passa pela avaliação da estrutura das populações disponíveis, por meio da estimação da variabilidade genética referente às características economicamente relevantes e das correlações entre elas [Martins (2002)].

Em suma, ao desenvolver um programa de melhoramento genético, o que se busca é a alteração da estrutura genética da população, pelo aumento da frequência dos genes desejáveis.

A ênfase no melhoramento ocorre nas linhas puras, em que se busca promover características específicas de forma a garantir a diversidade genética. Entre as características mais importantes e que são constantemente monitoradas, estão o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça.⁸

Ao comparar a atividade de melhoramento genético de aves e suínos com o de vegetais, o lançamento de novos produtos ocorre com muito menor frequência e o banco de dados disponível aos melhoristas é mais

⁸ Kessler (2001) define taxa de conversão alimentar como a necessidade alimentar por ganho de peso. Informa ainda o autor que essa relação é a medida de eficiência mais utilizada na produção de suínos para abate, o que vale também para aves, uma vez que os custos de alimentação representam a maior parte do custo total de produção. Rendimento de carcaça é a relação entre o peso da carcaça no abatedouro (sem sangue/miúdos) e o peso do animal na granja (peso vivo).

restrito. Isso resulta em vida útil muito mais longa do produto comercial (reprodutores suínos e frangos) e sua evolução ocorre de forma constante e linear, dependendo muito dos ganhos genéticos auferidos nas linhas puras originais [Pereira (1996)]. Por outro lado, a adaptação dos genótipos de aves e suínos é quase universal, ao contrário dos de vegetais. Daí a possibilidade e, sobretudo, a necessidade de as empresas de melhoramento genético terem competitividade global.

A questão estratégica do desenvolvimento genético

A pesquisa e o desenvolvimento da genética animal é uma atividade complexa, que envolve desde questões de biossegurança até segredo industrial. A utilização de genética apropriada propicia o desenvolvimento da criação e do processamento das espécies mais representativas no fornecimento de proteínas. Apontam-se o pioneirismo do estudo e o desenvolvimento da genética bovina no estado de São Paulo, que elevou o Brasil à já conhecida condição de maior exportador mundial de carne bovina. Também já foram realizados estudos no país para viabilizar o aumento do rendimento da carcaça de suínos [Rumpf e Melo (2005)].

O desenvolvimento de genética é atividade muito especializada, de alto risco e que demanda constantemente grandes somas de recursos, tanto no aprimoramento das linhagens, quanto na manutenção do plantel de matrizes.

Segundo Giordano e Lazzarini (2005), como importante fator de competitividade, a inovação tem sido alvo de constante interesse por parte da indústria de carnes. Essa pode ocorrer no campo, junto aos produtores, ou no processamento dos alimentos. Em produtos que sofrem pouca transformação industrial, o desenvolvimento tecnológico concentra-se no campo. Assim, se o mercado valoriza a carne, busca-se maior rendimento de carcaça por meio de melhoria genética do material fornecido aos produtores. Já para produtos processados, o desenvolvimento ocorre na tecnologia de transformação, ainda que se mantenha relevante a qualidade dos insumos.

Finalmente, também muito relacionado com a qualidade da carne está o bem-estar animal. Esse tema começou a ser abordado entre 1960 e 1970, com a edição de dois livros: *Animal machines*, de Ruth Harrison, e *Animal liberation*, de Peter Singer. Disso resultou o aumento da preocupação do consumidor com as condições nas quais os animais são criados e abatidos, pressionando a indústria.

Em resumo, o bem-estar animal pode ser mensurado por meio das seguintes variáveis: (1) fome e sede; (2) desconforto; (3) dor e doença; (4) comportamento; e (5) estresse. Todas elas têm mais correlação com as granjas de criação do que com a indústria propriamente dita, e as maneiras de evitar ou reduzir os problemas elencados anteriormente passam pela formação de equipes capacitadas e comprometidas com o manejo dos animais. A utilização de equipamentos apropriados e ajustados à espécie e à situação também é eficaz na melhoria do bem-estar animal. Na indústria, a parcela de colaboração é representada pelas ações para reduzir o estresse dos animais e a realização da insensibilização,⁹ que não permite sofrimento no processo de abate.

E qual a consequência disso para a qualidade da carne? Um manejo pré-abate estressante pode influenciar negativamente na qualidade da carne, em razão de alterações fisiológicas dos animais. Essas alterações refletem diretamente na capacidade de retenção de água, coloração e pH. A consequência de um manejo ruim é: diminuição do rendimento e baixa qualidade dos produtos.

O Brasil já tem reconhecida a qualidade de sua carne em termos organolépticos (cor, sabor, odor e textura). Atualmente, está desenvolvendo métodos para obter também o reconhecimento pela qualidade ética dos produtos, que, em outras palavras, significa respeito ao meio ambiente, sustentabilidade e bem-estar animal.

Frangos

Especialistas do setor divergem em suas opiniões sobre a importância estratégica da atividade de desenvolvimento de linhas puras no Brasil, mas um ponto consegue obter o consenso geral: a grande necessidade de recursos financeiros envolvida em programas de melhoramento genético. Somente com o aporte de elevadas somas, as empresas que desenvolvem genética conseguem manter um vasto plantel de animais para melhoramento e reter em seus quadros pesquisadores capacitados a avaliar e determinar as melhores qualidades de cada animal. A atividade requer a aplicação de recursos na pesquisa de novas linhagens puras e sua respectiva manutenção, incluindo

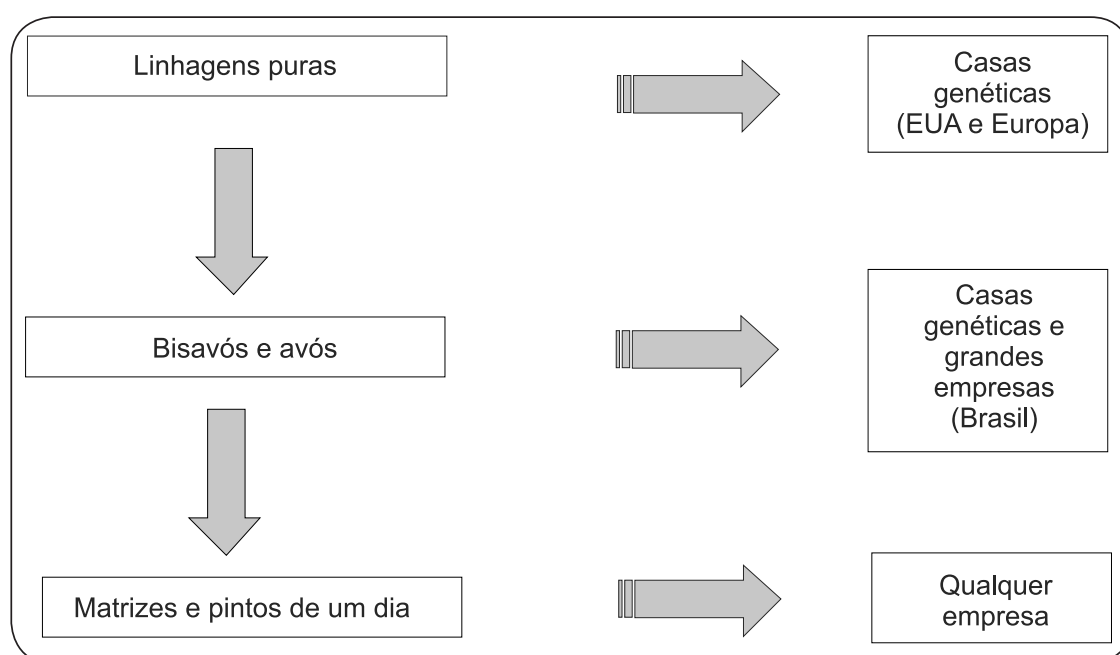
⁹ A insensibilização é a imobilização do animal (ave ou suíno) para possibilitar a correta operação de sangria, deixando-os insensíveis à dor e ao estresse, mas sem promover a morte. No caso de frangos consiste em um banho de água salina, por onde passa uma corrente elétrica. Em suínos, pode ser realizada por meio da aplicação de corrente elétrica de alta voltagem ou pela utilização de gás carbônico.

também suas descendências, o que o setor denomina de “bisavós” e “avós”. Há ainda uma acumulação de aprendizado a cada geração de linhas puras desenvolvidas, constituindo uma importante barreira à entrada.

Todas as empresas do segmento estão sujeitas ao risco sanitário de contaminação de suas linhas puras. Por isso, elas costumam manter um *backup* dessas espécies em outro país.

A Figura 1 expõe o fluxo de difusão genética para frangos:

Figura 1 | Processo simplificado de melhoramento genético – frangos



Fonte: Elaboração própria.

Segundo Jesus Junior *et al.* (2007), as casas genéticas desenvolvem as linhagens puras (etapa de seleção) e sua reprodução dá origem às aves bisavós, com as quais se inicia o processo de cruzamento.

Uma matriz começa a postura em até 24 semanas e tem 68 semanas de vida produtiva, produzindo cerca de 150 ovos nesse período. Avós e bisavós têm capacidade produtiva dois terços menor, e uma ave de linhagem pura pode resultar em até 4,5 milhões de pintos de um dia. Assim, um frigorífico com capacidade de abate de 120 mil frangos/dia consumiria 280 mil matrizes, que correspondem a 34 mil avós e cinco mil bisavós.

Da ave matriz macho espera-se a capacidade de reproduzir as características de ganho de peso, de rendimento de carcaça e de capacidade de conversão alimentar. Já da matriz fêmea espera-se a capacidade de proliferação. Como na maioria dos processos de melhoramento genético, os descendentes não retêm a mesma eficiência na transmissão das características herdadas. Esse fato constitui uma limitação para que a indústria de processamento crie seus próprios programas de melhoramento com a aquisição de descendentes das linhagens puras.

No caso de frangos, as casas de genética que dominam o mercado global e brasileiro estão sediadas uma nos Estados Unidos e duas na Europa. Tradicionalmente, mantêm as atividades de maior valor em seus países de origem e, como já citado, por segurança, mantêm *backup* em outro país. Como no Brasil estão localizados alguns de seus principais clientes, mantêm no país plantéis de bisavós. Em 2006, os avicultores brasileiros alojaram cerca de 4,6 bilhões de pintos de corte, que representaram 20% de todo o custo das processadoras de frango.

Fica claro que o nível máximo de conhecimento ainda está restrito às matrizes das casas genéticas, todas ainda no exterior. Não obstante, a existência de avós no país já confere um bom grau de segurança no fornecimento de material para a produção de matrizes e pintos de um dia.

Do ponto de vista técnico, a consanguinidade é um problema que deve ser evitado. Qualquer que seja o critério de seleção adotado, o número de animais testados deve garantir um tamanho efetivo da população de avós, de forma a reduzir ao mínimo sua consanguinidade. Dessa maneira, evita-se a depressão das características determinantes da viabilidade da espécie, tais como a taxa reprodutiva e a sobrevivência.

A necessidade de manter um vasto plantel para seleção de avós representa uma importante barreira à entrada no negócio de melhoramento genético. Outro indicativo importante é a taxa de aproveitamento do plantel puro. No caso do chester, quando ainda sob o gerenciamento da Perdigão, aproveitavam-se apenas 7% das fêmeas e 0,7% dos machos do plantel de melhoramento para reprodução [Giordano e Lazzarini (2005)]. Dessa forma, as grandes empresas da indústria de frangos que adquirem bisavós estariam limitadas pelo número reduzido de indivíduos e pelo desconhecimento de seu histórico genético e de suas correlações com as características desejadas nos descendentes. Ao promover cruzamentos entre eles, incorrem no risco

de incremento da consanguinidade, com consequências negativas sobre a taxa de reprodução e sobrevivência dos descendentes.

O contínuo desenvolvimento do material genético demanda também um constante acompanhamento do desempenho dos descendentes de cada linhagem, fato que implica relevantes despesas de pós-vendas.

Essas características do negócio de desenvolvimento genético parecem explicar a concentração de empresas no setor, limitando, de certa forma, que as empresas processadoras de aves e suínos dominem sua própria linhagem. Essa afirmação pode ser corroborada pelo movimento, observado em 2004, entre a Perdigão (hoje BRF) e a Cobb-Vantress (controlada pela empresa americana Tyson Foods, Inc.), envolvendo a administração da genética do chester.

Estrutura da oferta

As casas genéticas aportam anualmente somas consideráveis na busca do animal com características mais adequadas às diversas formas de criação existentes hoje no mundo. Isso implica desenvolver linhagens que reajam melhor a uma dieta menos intensa em nutrientes em certos países, outras que tenham maior resistência a doenças, por exemplo. Some-se a isso a busca pelo melhor rendimento, geralmente expresso no percentual de peito e carcaça e na taxa de conversão, que será apresentada mais adiante.

Atualmente, a indústria de desenvolvimento da genética de frangos está muito concentrada. Apenas três empresas dominam o fornecimento do material genético para todo o mundo. São elas: Aviagen, Cobb-Vantress e Hubbard.

A Ross é marca do grupo Aviagen, adquirida em 2005 pelo alemão EW Group, que atua em melhoramento genético, em saúde animal e humana e na indústria de alimentos e é o líder mundial em genética de frangos. Já a Cobb-Vantress, subsidiária integral da Tyson Foods, importante empresa no mercado de aves, é a casa de desenvolvimento genético mais antiga – fundada em 1916. A Hubbard, por seu turno, é ligada ao grupo francês Grimaud, que atua em melhoramento genético de aves, suínos e outros animais de pequeno porte e na indústria biofarmacêutica de saúde animal e humana.

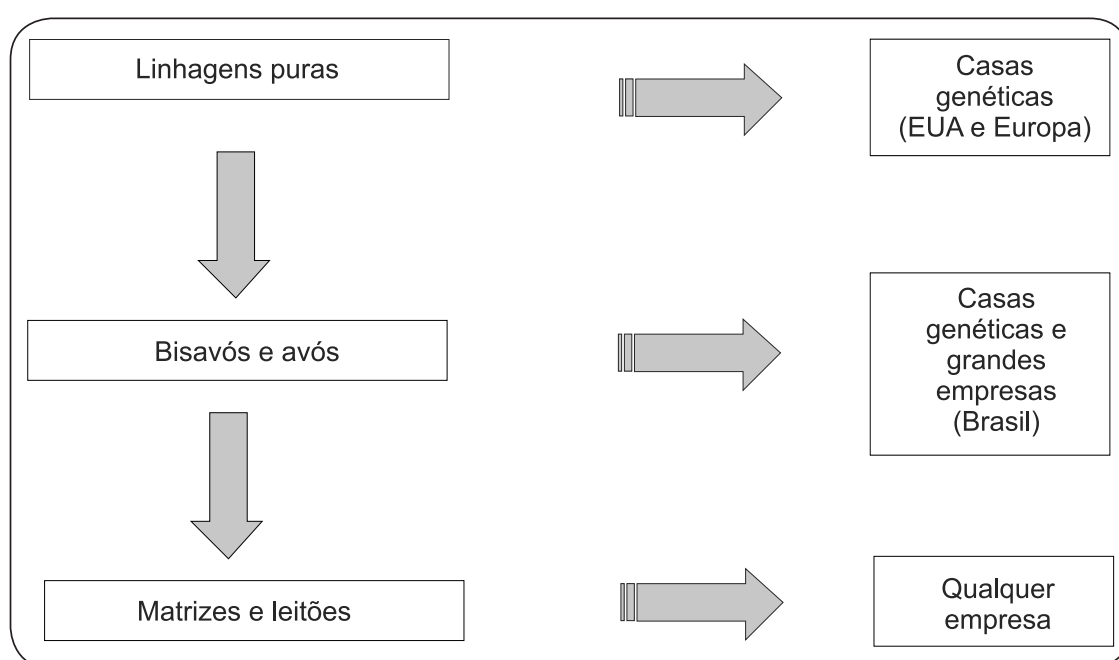
Até o início dos anos 1990, as linhagens da Hubbard dominavam o mercado brasileiro. No entanto, a empresa passou por problemas sanitários e sua participação chegou a ser nula no Brasil. Hoje, a Cobb domina

o mercado brasileiro, seguida pela Ross e pela Hubbard, que lentamente recupera parte do mercado perdido. Dadas as economias de escala e a curva de aprendizado observadas nessa atividade, torna-se muito difícil que um novo entrante surja no setor.

Suínos

O esquema de difusão genética para suínos é semelhante ao de frangos, como se pode observar na Figura 2.

Figura 2 | Processo simplificado de melhoramento genético – suínos



Fonte: Elaboração própria.

No processo de melhoramento genético de suínos, as fêmeas devem ter, entre outras características, ganho de peso médio diário mínimo de 650 g, além de alta prolificidade. Para exemplificar, os animais das raças Landrace e Large White produzem mais de 11 leitões vivos em cada parto. Os machos devem ter alto percentual de carne na carcaça e boa conversão alimentar, podendo ser de raça pura, cruzado ou até mesmo de linhas diferentes daquelas que deram origem às leitoas.

Quanto à capacitação tecnológica, em genética suína, o Brasil está mais desenvolvido do que na de frangos. Conta até com a participação de empresas brasileiras, públicas e privadas, atuando no aprimoramento

das raças. A título de exemplificação, pode-se citar o desenvolvimento, pela Embrapa, do MS 115, animal macho, que resultou do cruzamento das raças Duroc, Large White e Pietrain que, entre outras características, tem alto percentual de carne, especificamente no pernil, lombo e copa – cortes de alto valor comercial.

Estrutura da oferta

A cadeia suinícola ainda não é tão concentrada, talvez por seu processo de pesquisa ser mais recente do que o de frangos. No mundo, são seis empresas que dominam o mercado de material genético: Genus PIC, Picture Group Topigs, Dan Bred, Hendrix Genetics, Grimaud Newshan e Breton Genetiporc.

No Brasil, estão instaladas dez empresas de melhoramento genético de suínos, quatro brasileiras e seis de origem europeia ou norte-americana, conforme Tabela 4.

Tabela 4 | Estimativa de participação no alojamento de avós das principais empresas de genética de suínos do Brasil

Empresa	2001	2002	2003	2004	2005	2006	%(sobre o total)
Topigs	14.100	15.050	15.640	16.500	18.000	21.000	22,30
Sadia (BRF)	17.310	21.900	20.800	20.800	20.800	18.600	19,76
Agroceres	23.000	21.000	18.020	17.900	17.900	17.900	19,01
Dan Bred	5.500	8.500	8.000	8.000	10.600	12.600	13,38
Genetiporc	4.000	5.500	6.000	6.500	7.500	8.000	8,50
Coop. Aurora			800	6.500	6.500	7.800	8,28
Pen Ar Lan	830	1.500	2.000	3.000	4.000	6.000	6,37
Newsham		1.330		300	1.000	1.100	1,17
Suinosul	1.000	1.800	700	750	750	750	0,80
Embrapa	900	1.000	350	350	400	400	0,42
Total	66.640	77.580	72.310	80.600	87.450	94.150	100,00

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de ABCS *apud* Lopes (1994).

Nota: As empresas destacadas em negrito são nacionais. Em 2010, a Cooperativa Aurora tinha alojadas cerca de 13 mil avós; a Embrapa alojou 450 avós de suínos; demais empresas, dados não disponíveis.

Entre elas, a que tem o maior número de avós alojadas no país é a Topigs, de origem holandesa, com 22% do total de animais; depois, a inglesa Agrocere PIC e a brasileira BRF, com cerca de 20% cada. Esse grande número de empresas garante competitividade e, consequentemente, abastecimento de material genético de qualidade aos produtores comerciais de suínos do país. Algumas empresas já estão até mesmo exportando para países da América Latina. Elas têm potencial para expandir a exportação de seus produtos para os demais países da região, especialmente os do Mercosul.

Ganhos de produtividade e qualidade na indústria brasileira de frangos e suínos

Lana (2000) e as empresas de processamento de carnes suína e de frango concordam que o manejo é de vital importância para melhor aproveitamento da genética disponível. Eventuais modificações no processo de terminação, como fornecimento de ração e administração de remédios, podem influir na redução do desempenho da granja e na consequente perda de qualidade dos animais produzidos.

Madeira *et al.* (2010) também destacam a importância do manejo na granja de frangos, afirmando que seu objetivo é atingir a *performance* desejada em relação a peso vivo, conversão alimentar e rendimento de carne, com desenvolvimento ótimo das funções vitais – critérios para uma boa produtividade e rendimento da carcaça, peito e pernas.

Os resultados das pesquisas mostram que o binômio genética e manejo precisam estar juntos para que seja obtido o máximo retorno em relação a produtividade e qualidade da carne, seja ela de frango ou suína.

Vale destacar que a adoção no país do sistema conhecido como integração foi fundamental para o processo de transmissão de tecnologia no campo, bem como para o aumento da eficiência do sistema agroindustrial. Nesse sistema, a indústria fornece aos produtores os insumos, incluindo a genética embarcada nos pintos de um dia ou nos leitões, presta assistência técnica e posiciona os produtos processados no consumidor final [Martins (2002)].

Frangos

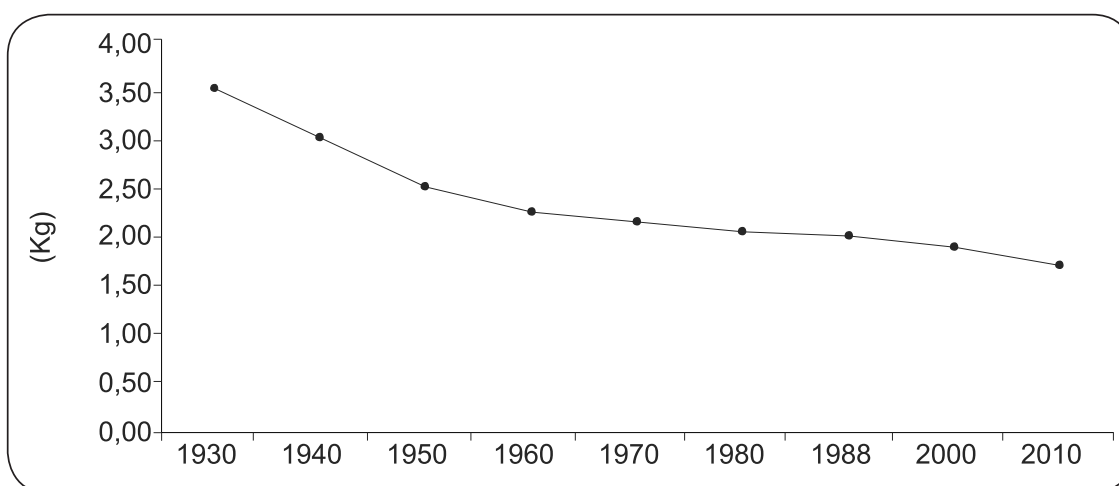
A avicultura se desenvolveu bastante nestas últimas décadas, acompanhando o crescimento tecnológico e o aumento de renda da população brasileira. Essa evolução teve base em pesquisas relacionadas a genótipo, alimentação, sanidade etc. O resultado mais palpável desse crescimento foi observado na taxa de conversão alimentar, que tem relação direta com o desenvolvimento genético.

Em 1930, eram necessários 3,5 kg de ração para produzir 1 kg de frango, em 1970 eram necessários 2,15 kg e em 2005, 1,8 kg. Os dados de 2010, ainda preliminares, apontam para 1,7 kg; ou seja, redução de aproximadamente 50%. Produtores e indústria buscam atingir a meta de 1,5 kg. Hoje, essa relação só é atingida em granjas com condições ideais e em pequenos lotes.

Outro avanço alcançado, muito influenciado pelo melhoramento genético, foi a redução da idade de abate de frangos acompanhada de ganho de peso. A idade para abate de frangos caiu de 105 dias, em 1930, para 49 dias em 1970, chegando a 42 dias, em 2005, e se mantendo nesse patamar até 2010. Ao mesmo tempo, o peso médio da ave no abate cresceu de 1,5 kg, em 1930, para 1,7 kg, em 1970, e 2,1 kg, em 2010, de acordo com dados do IBGE.

O Gráfico 1 ilustra o ganho observado na conversão alimentar de frangos nos últimos anos.

Gráfico 1 | Conversão alimentar de frangos



Fonte: BRF.

A grande redução observada na taxa de conversão entre 1930 e 1960 pode ser creditada a uma soma de ações que ocorreram no período. Foi naquela época que a avicultura encontrou seu ponto de inflexão. Até aquele momento a atividade era tratada de maneira artesanal, sem que fossem observadas questões relacionadas à aptidão do plantel (ou seja, apresentação de bons indicadores de ganho de peso e carne). A partir dali, os produtores começaram a se preocupar com questões tais como formulação da ração, genética, aviários, aptidão, manejo, o que resultou na redução do ciclo de crescimento dos animais e na melhoria da taxa de conversão, como demonstrado no Gráfico 1.

Suínos

A suinocultura também obteve ganhos significativos com a aplicação da genética. No Brasil, até meados da década de 1950, os produtores rurais promoviam o melhoramento genético de forma artesanal, baseando-se no fenótipo do animal (identificação visual de suas características de conformação).

Na mesma época, na Inglaterra, um grupo de criadores e geneticistas percebeu o grande potencial que a ciência da genética poderia trazer para a atividade. Foi então criada a Pig Improvement Company (PIC). Assim, o melhoramento genético passou a ser conduzido por métodos científicos e estatísticos e direcionado por aspectos quantitativos, como a conversão alimentar, o ganho de peso e a qualidade da carcaça.¹⁰

Pode-se dizer que foi talvez a primeira grande inovação no setor. As técnicas de reprodução, melhoria do produto, multiplicação e comercialização desenvolvidas com base em pesquisas científicas formaram um pacote tecnológico que foi difundido pelo mundo, por meio de empresas europeias como JSR, NPD, Dan Bred, entre outras. Nessa época (década de 1950), tornou-se comum a inseminação artificial e teve início o uso intensivo da informática.

Os reflexos dessas mudanças logo se fizeram sentir no Brasil. Há cerca de vinte anos, suínos levados para abate no estado de São Paulo pesavam cerca de 80 kg; hoje, com a melhoria da taxa de conversão e utilização de material genético adequado, os animais são abatidos pesando, em média,

¹⁰ Zylbersztajn (1996) *apud* Rohenkohl (2006).

120 kg. Também graças ao desenvolvimento genético, o teor de gordura da carne é baixo, consideravelmente mais saudável.¹¹

O histórico do melhoramento genético suíno no Brasil foi detalhado por Paulo Sávio Lopes no artigo “Melhoramento Genético de Suínos”, cujos pontos principais estão resumidos a seguir.

Na década de 1970, foram importados animais da Europa e América do Norte e construídas as Estações de Testes de Reprodutores Suínos (ETRS) pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS). O método consistia na seleção dos machos de linha pura por características mensuráveis, como peso, conversão alimentar e espessura do toucinho. O pequeno plantel gerava poucos ganhos genéticos.

A partir da década de 1980, o teste de granja passou a se intensificar, ou seja, passaram a ser avaliados os descendentes machos e fêmeas no próprio rebanho. Nessa mesma época, grandes empresas (Sadia e Seara), cooperativas (Coopercentral) e empresas de melhoramento genético (Agrocere PIC) passaram a dominar o mercado de comercialização de reprodutores.

Com os avanços genéticos alcançados nas características de conversão alimentar e no tempo para atingir o peso almejado, o rendimento de carcaça foi incorporado ao conjunto de indicadores perseguidos. Passou-se também a dar mais ênfase ao tamanho da leitegada. E, mais recentemente, as empresas de melhoramento passaram a avaliar características de qualidade da carne e de resistência a doenças.

Com a evolução das técnicas analíticas, houve grande impulso nos programas de melhoramento genético. A utilização de marcadores moleculares permitiu a obtenção de dados de genótipo¹² e fenótipo, permitindo prever características que o indivíduo manifestaria em sua fase adulta, como, no caso de suínos, taxa de ovulação, tamanho da leitegada, composição de carcaça ou qualidade da carne, facilitando sobremaneira a seleção.

O Quadro 1 expõe outros dados sobre a evolução da suinocultura no Brasil.

¹¹ O consumo excessivo de gordura, principalmente a de origem animal (gordura saturada), é um fator preponderante no desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

¹² Composição genética de uma célula ou organismo.

Quadro 1 | Demonstrativo da evolução da suinocultura brasileira

Ano	Evento
1960	Confinamento de suínos
	Importações de suínos tipo carne
	<i>Pig book</i> brasileiro (livro de registro genealógico)
1970	Integração
	Concentrados e rações balanceadas
1980	Inseminação artificial
1990	Segurança alimentar
	Redução de gordura na carcaça
2000	Biotecnologia para melhoramento genético
	Bem-estar animal
	Rastreabilidade

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Fávero e Bellaver *apud* Rohenkohl (2006).

A evolução da qualidade da carne suína pode ser avaliada de maneira bem objetiva, e até certo ponto curiosa, por meio da seguinte pergunta: porco e suíno são animais diferentes?

Teoricamente, não; porém existem diferenças relevantes entre eles. O porco é aquele animal criado nos fundos dos quintais, sem genética conhecida, que se alimenta de restos de comida e, com isso, apresenta maior teor de gordura em sua carne. Já o suíno é resultado de seleção e cruzamentos entre raças puras, buscando a melhor relação percentual entre carne e gordura com base no estudo da genética. Nasce na “maternidade”, onde permanece por cerca de 28 dias, recebe vacinas e depois é levado para a “creche”, local onde fica por mais quarenta dias até ser encaminhado para a “terminação”. A ração é balanceada, contendo, entre outros ingredientes, milho e soja, para fornecimento de energia e proteínas.

Atualmente, as empresas abatem suínos com mais de 70% de carne nas carcaças, o que, em outras palavras, significa carne com baixo teor de gordura.

A intensificação das restrições médicas ao consumo de gorduras com vistas ao controle do nível do colesterol exigiu uma mudança no perfil da produção de suínos, direcionando-a essencialmente para a produção de carne,

em detrimento de outros produtos derivados com elevado teor de gordura, como *bacon*, toucinho, torresmo e banha.¹³

No Brasil, a adoção da tipificação de carcaças pelas tradicionais empresas frigoríficas do Sul, com a posterior disseminação para outras regiões, provocou uma revolução na suinocultura, inserindo o país em patamares de produção de carne comparáveis aos de outros países com tradição na produção de suínos.

A genética também tem participação importante no melhoramento da qualidade da carne, mas não chega a ser determinante. Por essa razão, a produção de carne, produto final buscado pela exploração comercial de suínos, é altamente relacionada com as condições em que se desenvolve a gestação dos animais e com as influências ambientais a que estes são submetidos do pós-natal até o abate.

Inovação nas empresas de genética

Histórico no Brasil

A expansão da suinocultura e da avicultura nos anos 1960 e 1970 justificou a criação em 1975 do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos, destinado à pesquisa em suinocultura. Três anos depois, o Centro recebeu também a incumbência de cuidar da pesquisa em frangos, passando a se chamar Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Frangos, hoje denominado Embrapa Suínos e Aves. A Embrapa Suínos e Aves é uma unidade descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Ocupa uma área de 210 hectares em Concórdia (SC), que dispõe de laboratórios e outras instalações para o desenvolvimento de suas atividades.

A pesquisa em aves recebeu em 1985 um importante acréscimo. Por decisão do Ministério da Agricultura, o centro de pesquisas passou também a administrar a Granja Guanabara, no estado do Rio de Janeiro. Alguns anos depois, as instalações foram transferidas para Concórdia, onde, em 1990, começou a funcionar o Sistema de Produção de Aves.

¹³ A banha de porco já foi muito utilizada na culinária, mas foi praticamente abandonada com o surgimento e utilização dos óleos vegetais (soja, milho, canola).

Entretanto, no decorrer do desenvolvimento de linhagens nacionais de frangos, ocorreram muitos percalços. A tentativa de implementação de um programa próprio de genética de frangos não foi completamente bem-sucedida, e, entre as razões apresentadas, está a falta de coordenação entre indústria e instituições de pesquisa. Algumas questões técnicas, que na época não foram bem conduzidas, também podem ter colaborado para o insucesso da empreitada. Uma delas foi a manutenção do plantel, que era responsabilidade das empresas públicas envolvidas no processo.

Hoje parece haver consenso no setor de que a manutenção dos animais deve ficar a cargo da iniciativa privada, visto que o orçamento dessas empresas é mais flexível e menos sujeito à instabilidade do que o de um órgão governamental. Ao governo, caberia investir na pesquisa propriamente dita, como desenvolvimento de métodos estatísticos, bancos de dados e bioinformática e soluções sanitárias, por exemplo.

Outra iniciativa que merece destaque é a da antiga Agrocere, empresa brasileira fundada em 1945 por dois professores da então Escola Superior de Agricultura de Viçosa em parceria com sócios norte-americanos. Suas atividades tiveram início com a produção de sementes de milho híbrido, tendo sido pioneira e líder desse mercado no Brasil. Adquirida na década de 1950, pela The International Basic Economy Corporation (IBEC), empresa norte-americana do grupo Rockefeller, preservou a equipe brasileira na gestão, incluindo a de P&D. Em 1980, os sócios brasileiros ampliaram sua participação, nacionalizando novamente a empresa. Segundo Pereira (1996), o ingresso da empresa no melhoramento genético de aves e suínos teve relação com sua origem, com seu histórico de diversificação orientada na área de melhoramento vegetal e com sua cultura voltada à pesquisa e desenvolvimento genético.

Dadas as características do negócio de melhoramento genético de aves e suínos, a Agrocere, ao decidir entrar nesse segmento, optou fazê-lo por meio de parcerias com empresas já consagradas globalmente. Assim, para o melhoramento de suínos, a parceira escolhida, em 1977, foi a PIC, líder no cenário mundial, e, para frangos, a Ross, em 1985, uma das maiores empresas no âmbito mundial atuante no segmento na ocasião.

Como resultado, em suínos, houve a ampliação da oferta de linhas de reprodutores comercializados no país pela Agrocere PIC de duas para oito,

bem como a disponibilização de produtos adequados à produção integrada. Além das melhorias no gerenciamento do programa de melhoramento genético, outras inovações foram incorporadas e geradas nesse período. Exemplos de incorporação são a utilização da técnica BLUP¹⁴ para avaliação da qualidade de carcaça em animais vivos e o uso do teste de DNA para identificar genótipos. Duas novas técnicas foram desenvolvidas para uso exclusivo da PIC e parceiros, detecção por teste de DNA do gene ESR, responsável pelo aumento do número de leitões, e do gene da cor branca de suínos, característica demandada pela indústria.

No caso de frangos, foi necessária uma preparação prévia à implantação do programa de melhoramento genético no Brasil, que ocorreu de 1985 a 1989. Assim, em 1990, linhagens puras foram trazidas e foi implantado no país programa idêntico ao que a Ross mantinha no exterior. Todo o ciclo de seleção era realizado no Brasil, desde a multiplicação das linhas puras até a produção de matrizes, porém a análise dos dados genéticos era realizada no exterior. Como resultado, a *joint venture* Agrocerec Ross tornou-se líder no mercado brasileiro naquela ocasião. Segundo Pereira (1996), a empresa obteve vantagem competitiva por desenvolver produto voltado às exigências do mercado brasileiro e por avaliar e selecionar as linhagens puras em condições ambientais semelhantes às da criação das matrizes e frangos.

Em 1995, a Agrocerec foi incorporada à Monsanto. Com isso, o Brasil perdeu sua influência sobre esses programas de melhoramento genético. No início dos anos 2000, a participação da empresa no programa de melhoramento de frangos foi vendida para a Ross. Já a *joint venture* Agrocerec PIC continua operacional.

A Sadia, que também dispunha de um programa próprio de melhoramento de frangos, vendeu-o para a brasileira Globoaves,¹⁵ enquanto o programa do chester, originalmente da Perdigão, passou a ser administrado pela Cobb em 2004.

¹⁴ *Best linear unbiased prediction.*

¹⁵ A Globoaves foi fundada em 1976, comercializando rações, suínos e pintos de um dia. Percebendo o desenvolvimento da avicultura nacional, em 1983 foi criada uma empresa para cuidar da compra e venda de pintos de um dia. Depois, com o sucesso desse negócio, vieram uma granja de matrizes e um incubatório. Hoje, a Globoaves tem incubatórios e granjas em diversos estados. Seus principais produtos são ovos férteis e pintos de um dia, além de uma linha de aves poedeiras e coloniais.

Frangos

De acordo com dados da Embrapa, já na década de 1950 era percebida a necessidade do desenvolvimento de novas modalidades de produção animal, entre elas, a avicultura. Alguns anos depois, o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Centro-Sul (Ipeacs – hoje Embrapa Agrobiologia) iniciou um programa destinado à obtenção comercial de aves poedeiras.

Trabalhos pioneiros de cruzamentos envolvendo as raças Cornish Branca, New Hampshire e Plymouth Rock Branca, com o objetivo de obter frangos mais precoces, resistentes e eficientes e com melhor conformação do que os de raça pura, também foram iniciados nessa década na estação Experimental de Pindamonhangaba (SP).

Nos anos 1960, a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) iniciou pesquisas em genética de galinhas. A partir de meados da década de 1970, a seleção de linhagens deu lugar às pesquisas em genética.

Mais tarde, em 1983, a Embrapa Suínos e Aves iniciou seu programa, visando à formação de linhagens de aves comerciais para produção de carne, que, posteriormente, tornou-se mais abrangente, incluindo um programa de linhagens para postura.

No entanto, apesar de todos esses esforços, o desenvolvimento da área de genética avícola no país é inferior ao esperado. É possível que os avanços alcançados por outros países na obtenção de linhagens altamente produtivas tenham desestimulado e contribuído para que poucos programas fossem implantados no Brasil. Mesmo assim, o consumo, a produção e a exportação de carne de frango do Brasil têm crescido consistentemente, porém fundamentados em desenvolvimento genético estrangeiro.

Existiu, entretanto, uma exceção a essa regra, que foi o chester da Perdigão,¹⁶ na década de 1980. Por demanda da área industrial e visando atender a um nicho de mercado ainda não totalmente explorado, os técnicos agrícolas e integrados da empresa deveriam entregar frangos com maior rendimento de carne, para aumento da eficiência industrial. Para o atendimento da solicitação foram então importadas as primeiras avós da linhagem americana Roaster, que apresentava características de maior rendimento de carne. Depois de cruzamentos realizados pelos técnicos da empresa, no

¹⁶ Como já mencionado anteriormente, a Perdigão (hoje BRF) mantém acordo com a Cobb-Vantress para a manutenção da linhagem chester.

sul do Brasil, o produto foi lançado e alcançou grande sucesso, principalmente para consumo nas festas natalinas. A administração decidiu também não depender tecnologicamente dos EUA por muito tempo. Assim, foram contatadas universidades brasileiras que já trabalhavam com genética de aves, iniciando uma saudável relação da empresa com a academia. Como já citado, apesar de bem-sucedido, o programa passou a ser administrado pela Cobb em 2004.

Hoje, também surge a questão da inovação nos equipamentos e da automação da produção – em especial para as granjas, pois a engorda dos frangos demanda uso intensivo de mão de obra, que, combinado com a evolução da legislação trabalhista, pode acarretar aumento nos custos de produção.

Suínos

O início do melhoramento genético de suínos no Brasil coincidiu com os estudos realizados na Europa, sendo a Dinamarca o primeiro país a investir em melhoramento genético, nos idos de 1910.

No Brasil, a primeira iniciativa identificada é de 1916, quando foi fundada a fazenda de criação de Barueri (SP), que tinha como um dos objetivos o melhoramento do exemplar nacional por meio de seleção e cruzamentos. Nessa fazenda criavam-se, ainda, para seleção, animais importados das raças Duroc Jersey e Polland-China.

A pesquisa genética intensificou-se a partir da década de 1950. Em 1956, foi estabelecido um acordo de cooperação entre o Departamento Nacional de Produção Animal e o Departamento de Produção Animal da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo para o desenvolvimento de projetos de melhoramento de suínos, que foram levados adiante com animais da raça Duroc-Jersey, na Fazenda Experimental de Criação de Sertãozinho, em São Paulo, e na Fazenda Experimental de Criação de Santa Mônica, no estado do Rio de Janeiro.

A década de 1960 no Brasil foi marcada pelas importações provenientes dos Estados Unidos, principalmente, de suínos das raças Duroc, Yorkshire e Hampshire. Nessa época, foram introduzidas da Europa, as raças Landrace e Large White.

A introdução de considerável volume de material genético selecionado e de boa qualidade resultou em um processo de substituição das raças na-

cionais que eram predominantemente do tipo banha e marcou o começo da intensificação de criações de suínos de raças puras do tipo carne.

Somente nos anos 1970, têm início os testes de progênie, que visam à determinação da estrutura genética de matrizes selecionadas, com os quais foram formados os primeiros plantéis nacionais. Os cruzamentos entre raças também se constituíram em importante forma de se incrementar a produtividade dos plantéis, com o consequente aumento na taxa de ganho de peso diário, melhoria da precocidade, maior número de embriões viáveis e maior número de leitões por leitegada.

Foram iniciados, assim, os testes de desempenho e os chamados testes de granja, que são conduzidos pelos criadores de reprodutores. Nessa mesma época, grandes empresas de melhoramento genético, como Agroceres PIC e Seghars-Humus pecuária, começaram suas atividades comerciais no Brasil. Tudo isso levou a suinocultura à produção e à comercialização de fêmeas F1,¹⁷ à intensificação da comercialização de reprodutores mestiços e à ampliação dos plantéis núcleos existentes, bem como à instalação de novos núcleos.

Nesse período, intensificaram-se os programas de seleção que tinham como principal objetivo o aumento da taxa de crescimento e estabeleceram-se como empresas brasileiras detentoras de programas de melhoramento genético, a Sadia, a Granja Rezende e a Agroceres. No início dos anos 1990, começou a preocupação com a seleção para aumento do rendimento de carne.

À semelhança do que vem ocorrendo com outras espécies de animais, o melhoramento genético de suínos vem passando por modificações e se adequando às metodologias modernas de avaliação. Os testes de progênie, que receberam muita atenção nos anos 1970 e eram realizados nas chamadas Estações de Avaliação de Suínos (EAS), foram perdendo importância até fins dos anos 1980, quando deixaram de existir.

As diferentes visões

Resta um último ponto a ser analisado e não por coincidência é aquele que dá nome a este trabalho – a questão estratégica do desenvolvimento

¹⁷ Fêmea F1 é aquela proveniente da primeira cruz entre dois animais de raças diferentes, como por exemplo: uma vaca Holandesa com um touro Gir.

genético. Merece destaque sua aplicação para frangos, uma vez que, no Brasil, o desenvolvimento/melhoramento de raças de suínos já existe e seus resultados podem ser considerados bons.

Parece bastante claro que o risco de o Brasil ficar sem material genético atualizado para reciclar seus plantéis (inclusive de frangos) é muito pequeno. As grandes empresas processadoras têm uma visão bastante pragmática do assunto. O Brasil e os EUA são os maiores clientes das casas genéticas de frangos. Assim, eventual dificuldade ou mesmo corte no fornecimento do material para esses países trariam perdas financeiras relevantes às referidas casas, além de possibilitar o surgimento de novos entrantes.

Existe também outro argumento a favor do posicionamento que não considera grave a manutenção do *status quo*. O frango consumido no Brasil não é “exatamente” o mesmo que é consumido nos EUA ou exportado para outros países. Há diferenças nas características do animal consumido em cada mercado, na conformação de carcaça como peso vivo e proporção entre peito e coxas, além da forma de alimentação, entre outras. Assim, ficaria muito difícil para as empresas fornecedoras redirecionar tal material para outros clientes.

O que efetivamente ocorre é um *delay* entre a produção de um novo material genético e sua disponibilização aos países (em princípio, qualquer um). E isso acontece por causa do tempo necessário para sua multiplicação. Muitas vezes existe a possibilidade de uma determinada empresa encomendar novo material genético, que lhe será entregue pelas casas sem a ocorrência da demora por conta do tempo de sua produção. Trata-se tão somente da ponderação da relação custo x benefício entre a aquisição da genética mais moderna antes dos concorrentes, com período de exclusividade, e o preço de venda que será auferido por seu novo produto.

O que pode ocorrer no setor (e não somente no aqui tratado, mas em qualquer oligopólio) é a possibilidade de combinação de preços, pressionando a indústria de carnes e reduzindo, dessa forma, sua margem de lucro. Esse risco pode ter sido um dos motivos pelos quais a Tyson Foods, Inc., importante produtora de aves, incorporou a Cobb-Vantress em 1994. De qualquer maneira, há a possibilidade de que tal movimento tenha um fundo estratégico, uma vez que a genética é fator determinante na competitividade da indústria processadora de aves.

A visão das instituições de pesquisa sobre o assunto é de caráter mais desenvolvimentista e aborda questões como a não dependência econômica

de poucos *players* globais. Mesmo assim, é consenso de que não será possível atingir o nível de tecnologia hoje existente no mundo sem o desembolso de elevadas somas de recursos em mais de uma década de trabalho árduo. Caso haja uma ameaça premente ao fornecimento competitivo de material genético para reprodução, a tendência é que ocorra a aquisição de alguma das casas de genética pelos grandes produtores de frango. Outra possibilidade para que haja incorporação de desenvolvimento tecnológico no país seria a busca por nichos de mercado como, por exemplo, o frango caipira e a codorna.

Oportunidades e ameaças

O Brasil é um grande mercado para as casas de genética, especialmente para as que trabalham com desenvolvimento de frango. Por esse motivo, algumas empresas processadoras entendem não existir ameaça de falta de material genético para renovação de seus plantéis. Argumentam que o fato de as três maiores casas genéticas já estarem presentes no Brasil com plantéis de bisavós já é muito relevante, considerando que existe apenas um nível acima das bisavós – as linhas puras.

Entretanto, a ocorrência de um problema de sanidade nos plantéis dessas mesmas empresas poderia inviabilizar temporariamente a remessa de material genético para as produtoras de frango brasileiras, colocando em risco a produção nacional.

Talvez essa seja uma das razões para os pesquisadores dos órgãos federais defenderem a ideia de que um determinado nível de pesquisa em genética deve ser iniciado e mantido no Brasil. Para evitar, porém, que se repitam erros do passado, essas iniciativas devem ser conduzidas em estreita colaboração com as empresas privadas.

Como uma possibilidade a ser mais bem investigada está a venda de material genético suíno de origem brasileira para países do Mercosul, como Argentina e Uruguai. As grandes empresas nacionais que já detêm em seu plantel avós e a própria Embrapa parecem capacitadas a fornecer material para empresas desse bloco econômico.

Outra questão que começa a surgir no radar da indústria está relacionada com a sustentabilidade da produção e, sob esse aspecto, o consumo racional da água é de extrema importância. De acordo com a Portaria 210, de 10 de

novembro de 1998, do Mapa – Secretaria de Defesa Agropecuária –, devem ser utilizados os seguintes padrões para o consumo de água em abatedouros frigoríficos de frangos e suínos: 30 litros/ave para o primeiro e 850 litros/animal para o segundo. Considerando-se que os dados estimados para o abate de frangos para o ano de 2011 no Brasil apontam para o montante de 5,2 bilhões de cabeças, o consumo de água foi da ordem de 150 bilhões de litros. Se forem agregados os dados de abate de suínos, o consumo total de água vai atingir 180 bilhões de litros ao ano.

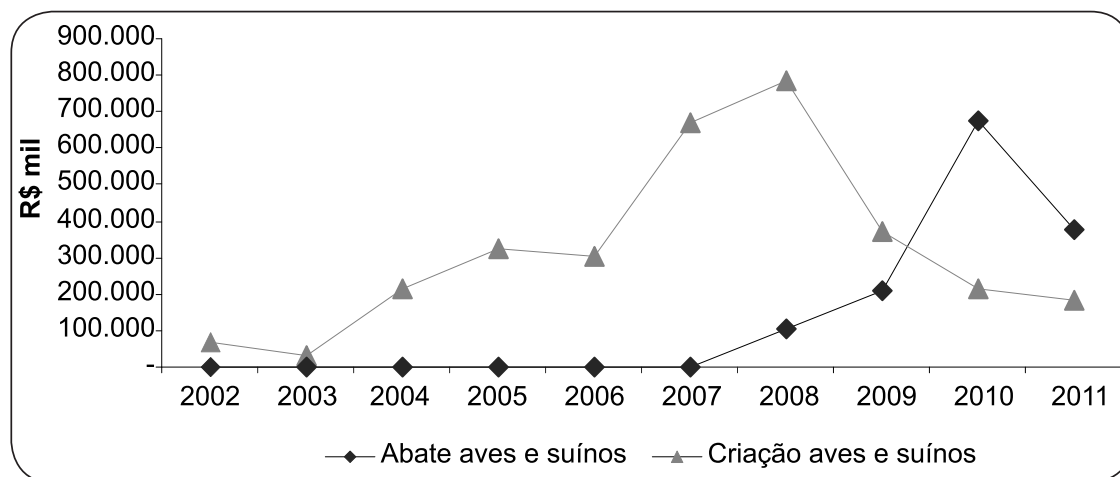
Percebe-se aí um tema oportuno para que pesquisadores, universidades e indústria possam atuar a fim de otimizar o consumo desse recurso natural tão importante e com perspectiva de tornar-se escasso em futuro próximo.

Atuação do BNDES

Nos últimos 10 anos, a participação do BNDES envolvendo projetos de empresas de criação¹⁸ e abate de frangos e suínos foi relevante.

O Gráfico 2 demonstra o desembolso do Banco para as atividades de criação e abate de frangos e suínos.

Gráfico 2 | Desembolsos do BNDES



Fonte: BNDES.

¹⁸ No caso da atividade de criação de frangos e suínos, o apoio do BNDES também foi direcionado aos integrados (pessoas físicas), por meio de repasses, pelos agentes financeiros, dos produtos BNDES Automático e BNDES Finame, por exemplo.

Conforme se depreende dos dados mostrados no Gráfico 2, os desembolsos com a criação e o abate de aves e suínos tomaram grande impulso a partir de 2006 e 2007. O pico no volume de abate ocorreu em 2010, com a participação do BNDES no capital social das empresas Seara e Marfrig. No ano em destaque, o desembolso total (renda variável + financiamento) do BNDES atingiu a cifra de R\$ 900 milhões.

As grandes empresas processadoras, como as aqui mencionadas, além da BRF, atuam tanto na avicultura quanto na suinocultura. Por essa razão, os dados referentes aos desembolsos do BNDES em avicultura e suinocultura foram agregados.

Atualmente, o BNDES dispõe dos seguintes produtos¹⁹ para apoio à agroindústria, na qual se incluem a avicultura e a suinocultura: BNDES Finem, BNDES Automático, BNDES Finame e BNDES Finame Agrícola. Além desses produtos que atendem tanto grandes empresas quanto pequenos produtores, é disponibilizado o Cartão BNDES. Esses setores ainda têm à disposição o Pronaf, o Moderfrota, o Moderagro e o Prodecoop,²⁰ que, com os outros programas administrados pelo BNDES, fornecem um amplo leque de opção para financiar o agronegócio.

Vale lembrar que o BNDES também dispõe das seguintes linhas para o apoio à pesquisa e inovação: (1) **inovação tecnológica**, que apoia projetos de pesquisa com risco tecnológico e oportunidade de mercado, compreendendo o desenvolvimento de produtos e/ou processos; (2) **capital inovador**, para capacitar empresas a realizar atividades de inovação de forma contínua e estruturada; e (3) **inovação produção**, que apoia projetos de investimentos que visem à implantação, expansão e modernização da capacidade produtiva, ou de pesquisa e desenvolvimento ou inovação, que tenham oportunidade comprovada de mercado.

Entretanto, até o momento, o desembolso do BNDES para incentivo à pesquisa ainda é relativamente pequeno nos setores abordados neste trabalho. No período 2007-2011, apenas uma empresa tomou recursos nessas linhas de apoio à inovação. Quanto ao melhoramento genético, ainda não houve demanda específica a qualquer das linhas disponibilizadas pelo BNDES.

¹⁹ Mais informações sobre os produtos e programas do BNDES podem ser encontradas nos endereços: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/> e <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/>.

²⁰ O Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária – Prodecoop tem por finalidade específica incrementar a competitividade das cooperativas brasileiras.

Considerações finais

A criação de frangos e suínos para produção de carne têm representatividade bastante diversa na economia brasileira. Enquanto o desempenho da avicultura é ótimo, colocando o Brasil na posição de maior exportador mundial dessa proteína, a suinocultura ainda não achou seu espaço. A exportação de produtos derivados da carne suína ainda dá passos titubeantes, e a indústria passa por dificuldades para administrar as manobras comerciais dos parceiros europeus e da antiga União Soviética.

Meio ambiente e bem-estar animal são questões cada vez mais presentes no planejamento de criadores e da indústria. O uso racional da água e as demandas sobre o bem-estar animal, durante sua permanência nas granjas e antes do abate, crescem cada vez mais, tornando-se pontos importantes na negociação com os parceiros comerciais.

Há disparidades na indústria da genética entre os setores no Brasil e no mundo. Enquanto na avicultura de corte apenas três casas genéticas dominam o fornecimento mundial de material, na suinocultura empresas regionais ainda coexistem ao lado das grandes empresas multinacionais. Enquanto o domínio tecnológico na avicultura está concentrado em três países, Estados Unidos, Alemanha e França, na suinocultura há capacidade tecnológica instalada no Brasil e em alguns outros países.

Do ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento genético de frangos encontra-se mais avançado e gerou importantes ganhos de produtividade para a indústria. Novos ganhos passam a ser incrementais, se mantidas as técnicas praticadas atualmente. Já o desenvolvimento genético de suínos encontra-se em um estágio menos avançado. Embora importantes ganhos de qualidade da carne e produtividade tenham sido alcançados, ainda há possibilidades de avanços significativos.

Surge então o seguinte paradoxo: para a indústria da avicultura, intensamente desenvolvida no país, o Brasil não domina a tecnologia de melhoramento genético, enquanto para a suinocultura, apesar de a indústria ainda ser pouco expressiva, há capacitação no desenvolvimento genético instalada no país.

Esse é, de forma resumida, o pano de fundo da genética nos dois setores e é nele que se pretende apresentar direções para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico.

Na indústria de frangos, a visão dos representantes do setor privado é bem convergente; consideram baixo o risco de desabastecimento de material genético de alta qualidade e argumentam que os produtos fornecidos pelas principais casas, se não representam a fronteira da pesquisa genética, atendem satisfatoriamente a suas necessidades.

Por sua vez, as instituições de pesquisa defendem a não dependência tecnológica do exterior e o desenvolvimento da capacidade de pesquisa nacional. No caso do frango de corte, elencam como vantagens dessa capacitação os seguintes pontos: desenvolvimento de *know-how* próprio para geração de material genético competitivo; redução do risco da introdução de doenças exóticas; e possibilidade de exportação desse material para países do Mercosul, entre outros aspectos.

Entretanto, existe uma característica comum entre as duas atividades, que é o elevado montante de recursos para fazer frente às pesquisas. Sua aplicação ocorre, principalmente, na manutenção do plantel, na aquisição de equipamentos modernos e na manutenção de equipe de pesquisadores capacitados.

Para viabilizar a realização de pesquisas com significativo impacto na competitividade, as empresas brasileiras podem contar com o apoio financeiro das instituições públicas de fomento. Nesse sentido, o BNDES disponibiliza linhas de financiamento com custo financeiro competitivo para apoio à inovação.

O Brasil tem condições de avançar mais no campo das pesquisas sobre genética de frangos e suínos. Se os resultados permitirão alcançar os líderes de mercado é uma questão que merece maior aprofundamento na análise de propostas específicas. Hoje, com as informações disponíveis, a dificuldade no caso da genética de frangos é maior, enquanto na suinocultura, o campo parece mais promissor.

A incorporação da Cobb pela Tyson aponta para a possibilidade do caráter estratégico das empresas de avicultura de deter maior controle sobre linhagens puras. A dependência tecnológica em um cenário de competição acirrada e poucos fornecedores pode significar a perda de competitividade da indústria brasileira. Com isso, cabe à indústria avícola brasileira avaliar constantemente o custo/benefício de manter um programa próprio de melhoramento genético, considerando-se a curva de aprendizagem característica

desse negócio e antecipando adequadamente tal iniciativa. Para isso, poderão contar com o apoio das linhas de inovação do BNDES.

No caso do melhoramento genético de suínos, como há competência instalada no país, deve-se pensar em mantê-la e ampliá-la. Para isso, as empresas e instituições de pesquisa podem também acessar as linhas de inovação do BNDES.

Independentemente do caminho a ser seguido, ficou claro que deve haver coordenação e alinhamento na atuação das instituições de pesquisa, empresas privadas e governo para levar a bom termo a missão de capacitar instituições brasileiras no desenvolvimento genético. A dispersão de esforços e recursos em ações paralelas ou competitivas já se mostrou pouco profícua.

Referências

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO.

Cartilha de apoio à inovação. Rio de Janeiro: BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/>. Acesso em: 28 de dez. de 2011.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. *Sonho, desafios e tecnologia – 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia (SC), 2011.

EUCLIDES FILHO, K. *Melhoramento genético animal no Brasil – fundamentos, história e importância*. Campo Grande: Embrapa, 1999.

FÁVERO, J. A.; BELLAYER, C. *Produção de carne de suínos*. Concórdia (SC): Embrapa Suínos e Aves, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_f0q38d0g.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Animais abatidos e peso total das carcaças – Brasil*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201103_1.shtm>. Acesso em: 28 dez. 2011.

JESUS, C. J. *et al.* A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades. *BNDES Setorial*. Rio de Janeiro: BNDES, n. 26, set. 2007.

KESSLER, A. M. *O significado da conversão alimentar para suínos em crescimento: sua relevância para modelagem e características de*

carcaça. Concórdia (SC): Embrapa Suínos e Aves, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_kessler_pt.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2011.

LANA, G. R. Q. *Avicultura*. Campinas: Livraria e Editora Rural Ltda., 2000.

LOPES, S. *Melhoramento genético de suínos*. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2010. Maringá (PR). Disponível em: <<http://sbmaonline.org.br/anais/viii/palestras/pdfs/3.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2011.

MADEIRA, L. A. *et al.* Avaliação do Desempenho e do Rendimento de Carcaça de Quatro Linhagens de Frangos e Corte em Dois Sistemas de Criação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2010, p. 10.

MARTINS, E. N. Perspectivas do Melhoramento Genético de Codornas no Brasil – Departamento de Zootecnia. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2002. Paraná: Centro de Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Maringá, 2002.

PEREIRA, F. A. Programa de melhoramento genético de aves e suínos na Agroceres. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 1996, Ribeirão Preto (SP).

ROHENKOHL, J. E. *Configurações institucionais e ambiente seletivo: Um Estudo Econômico das Trajetórias de Inovação em Genética Suína no Brasil*, 2006. Tese de Doutorado em Desenvolvimento Rural – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROPPE, L. *Perspectivas da produção mundial de carnes*, 2007 a 2015. 2009. Disponível em <http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-corte/artigos/perspectivas-producao-mundialcarnes_140.htm>. Acesso em: 9 fev. 2012.

RUMPF, R.; MELO, E. *Produção de Animais Transgênicos: Metodologias e Aplicações*. Brasília (DF): Embrapa, 2005. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/145ID-XwAfoiPOLP.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

USDA – United States Department of Agriculture. Market News – International Meat Review – Livestock & Grain Market News. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/marketnews>>. Acesso em: 29 dez. 2011.

ZYLBERSZTAJN, D. PIC/Agroceres: Tecnologia em Genética de Suínos. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v. 13, n.2, 1996.

ZYLBERSZTAJN, D. (Coord); GIORDANO, S. R.; LAZZARINI, S. G. Perdigão: Tecnologia e Reformulação dos Negócios. In: V SEMINÁRIO ANUAL DO PENSA, 2005. *Estudo de caso*. São Paulo.

Bibliografia

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Suinocultura: a pauta do momento. *Informe Setorial*. Rio de Janeiro: BNDES, jun. 2010.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Melhoramento Genético Animal no Brasil: Fundamentos, História e Importância. Campo Grande (MS): Embrapa, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc75/14melhoramento.html>>. Acesso em: 23 dez. 2011.

SILVA, M. A. Evolução do Melhoramento Genético de Aves no Brasil. *Revista Ceres*. Belo Horizonte: DZOEV/UFMG, 2009.

SOUZA, J. C. P. V. B. *et al.* *Sonho, desafio e tecnologia*. Concórdia (SC): Embrapa Suínos e Aves, 2011.

STAL, E. Estratégia Tecnológica na Empresa: O caso Agroceres. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 28, nº1, p. 102 a 109, 1993.

ZAMBOM, M.; SANTOS, G.; MODESTO, E. Importância das Gorduras Poliinsaturadas na Saúde Humana. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 2004; 547:553-7. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/importancia-gordura-saude.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2011.

Sites consultados

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Estatísticas – <www.faostat.fao.org>.

PORTAL BRASIL – <www.brasil.gov.br>.

Mercado e aspectos técnicos dos sistemas submarinos de produção de petróleo e gás natural

André Pompeo do Amaral Mendes
Rodrigo Antonio Parra Romeiro
Ricardo da Cunha Costa*

Resumo

O mercado mundial de sistemas submarinos está estimado na faixa de US\$ 60 a US\$ 94 bilhões para o período de 2011 a 2015, e o Brasil é um dos principais consumidores, em razão do desenvolvimento da produção em águas profundas. Para esse período, estão previstos investimentos em equipamentos submarinos no país da ordem de US\$ 14 bilhões. Até o ano de 2020, a produção de petróleo nacional deverá ser de cerca de seis milhões de barris por dia, ou seja, 186% superior à do ano de 2010. A produção no mar representará, pelo menos, 97% da produção nacional, um aumento de cerca de 200% no período. Portanto, a expectativa de demanda de equipamentos submarinos no país para os próximos anos será vultosa, podendo ultrapassar o valor de R\$ 50 bilhões até o ano de 2020. Neste artigo serão descritos os aspectos técnicos dos principais equipamentos submarinos para a produção de petróleo e gás natural no mar. Serão abordadas questões sobre

* Respectivamente, gerente, engenheiro e chefe do Departamento da Cadeia Produtiva de Petróleo e Gás da Área de Insumos Básicos do BNDES.

a sustentabilidade econômica do mercado de petróleo e de equipamentos submarinos no longo prazo, bem como de sua estrutura no mercado global e nacional. Além disso, serão mostrados os balanços de oferta e demanda dos principais equipamentos no mercado brasileiro e a necessidade ou não de novos investimentos para cada segmento.

Introdução

Durante os últimos quarenta anos, com a depletação dos reservatórios terrestres e dos campos marítimos em águas rasas, a produção de hidrocarbonetos em águas profundas e ultraprofundas ganhou relevância na geopolítica mundial do petróleo. Nesse novo cenário, com lâminas d'água variando entre trezentos e dois mil metros, os sistemas submarinos de produção tornaram-se imprescindíveis nas estratégias de desenvolvimento de novos campos das operadoras de petróleo, em particular na plataforma continental brasileira, cujas maiores acumulações encontram-se a profundidades superiores a mil metros.

À medida que a produção de petróleo avançou em direção a águas ultraprofundas, maiores foram os investimentos no desenvolvimento de materiais e técnicas de produção, de forma a atender às condições cada vez mais severas de pressão e temperatura do meio submarino. Nesse sentido, é notória a importância da inovação para a produção de petróleo em grandes profundidades, especialmente para os países produtores em grande escala, como Noruega e Reino Unido, nos quais a indústria do petróleo e gás natural (P&G) se tornou um dos principais indutores do desenvolvimento econômico local.

Por se mostrar intensivo em tecnologia, o segmento de sistemas submarinos demanda de sua cadeia de subfornecedores de peças, acessórios e insumos uma constante elevação dos padrões de qualidade e busca novas soluções capazes de suprir a crescente demanda mundial prevista para os próximos anos. Assim, esse segmento mostra-se uma peça-chave em políticas de aumento de conteúdo local (CL) no setor de P&G, uma vez que o investimento em aumento de capacidade de produção e inovação deve ocorrer durante todos os elos da cadeia produtiva, atingindo, até mesmo a micro, pequena e média empresa (MPME) e empresas multissetoriais que dela fazem parte.

O mercado mundial de sistemas submarinos está estimado na faixa de US\$ 60 a US\$ 94 bilhões para período 2011-2015, e o Brasil é um dos principais consumidores, em razão do desenvolvimento da produção na-

cional em águas profundas. Para esse período estão previstos investimentos domésticos em equipamentos submarinos da ordem de US\$ 14 bilhões. Até o ano de 2020, a produção de petróleo nacional deverá ser de cerca de seis milhões de barris por dia, ou seja, 186% superior à do ano de 2010. A produção no mar representará, pelo menos, 97% da produção nacional, um aumento de cerca de 200% no período. Portanto, a expectativa de demanda de equipamentos submarinos no país para os próximos anos será vultosa, podendo ultrapassar o valor de R\$ 50 bilhões até o ano de 2020.

A seguir, serão descritos os aspectos técnicos dos principais equipamentos submarinos para a produção de petróleo e gás natural no mar. Posteriormente, serão abordadas questões sobre a sustentabilidade econômica do mercado de petróleo e de equipamentos submarinos no longo prazo, bem como de sua estrutura no mercado global e nacional. Além disso, serão mostrados os balanços de oferta e demanda dos principais equipamentos no mercado brasileiro e as necessidades ou não de novos investimentos para cada segmento. Por fim, na última seção serão explicitadas as principais conclusões deste artigo.

Sistemas submarinos

Cada sistema submarino de produção é composto basicamente por três tipos de subsistemas:¹ (i) equipamentos submarinos; (ii) linhas submarinas; e (iii) sistemas de controle e alimentação. Entre os equipamentos submarinos, destacam-se as cabeças de poço e as árvores de natal molhadas. Já as linhas flexíveis e os umbilicais são considerados os principais componentes das linhas submarinas. Por fim, as unidades hidráulicas, unidades elétricas e estação de controle mostram-se os mais relevantes elementos do sistema de controle, ainda que se encontrem todos instalados nas plataformas de produção, e não no leito marinho.

Os sistemas submarinos podem apresentar diversas configurações, variando da mais simples, na qual um único poço, chamado de satélite, encontra-se ligado a uma plataforma fixa, até a mais complexa, em que diversos poços estão interligados a um coletor (*manifold*) e este a uma unidade flutuante de produção. O arranjo submarino (Figura 1) depende, basicamente, dos seguintes pontos: (i) número e posicionamento dos poços; (ii) comprimento e diâmetro das linhas de produção; (iii) localização e tipo de

¹ Uma vez que o presente estudo tem como escopo apenas os principais componentes dos sistemas submarinos, não serão aqui abordados os equipamentos e serviços associados à perfuração e intervenção de poços, tampouco os equipamentos e acessórios internos à coluna de produção.

Figura 1 | Visão geral de um sistema submarino

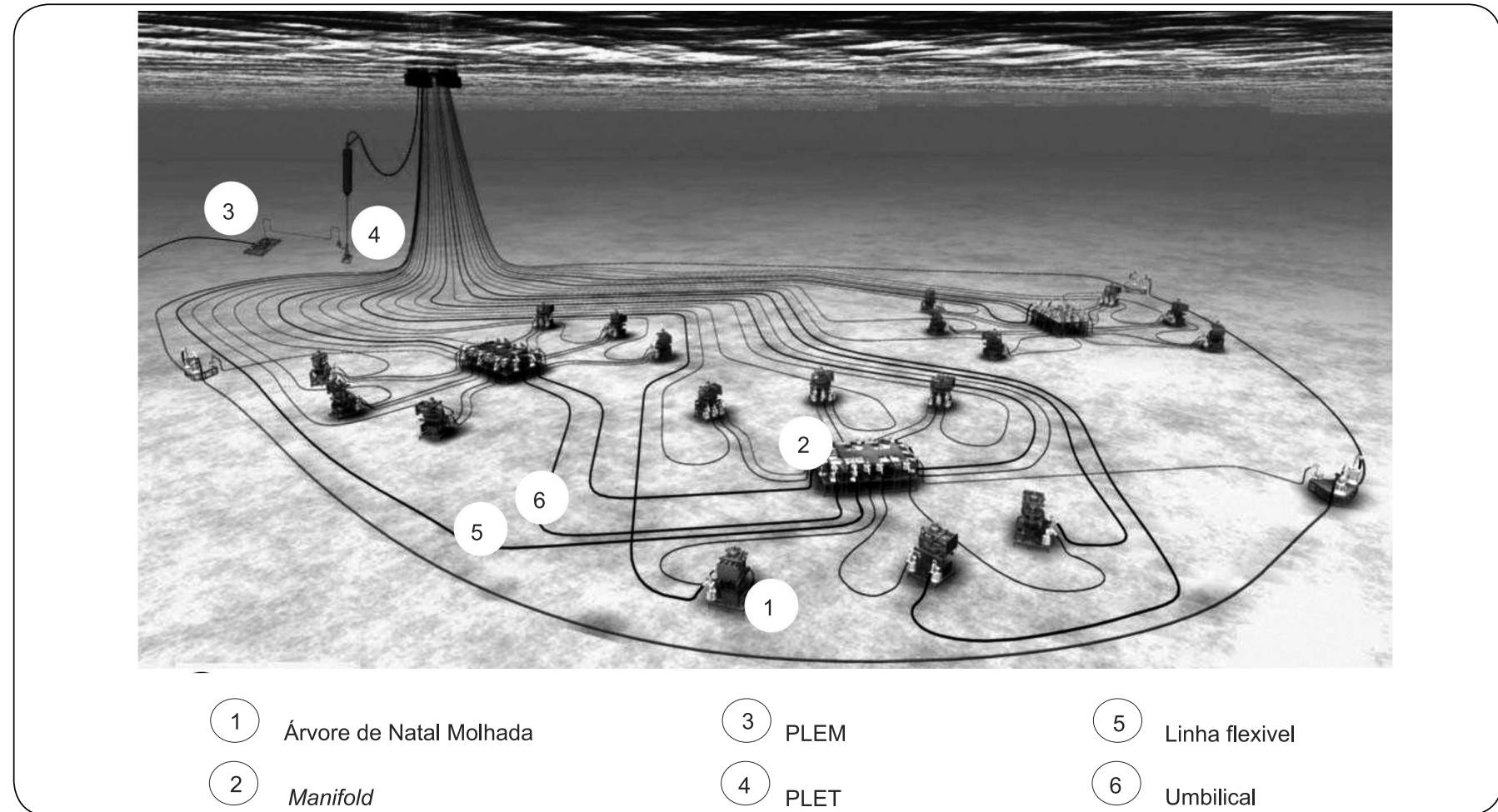


Imagem cedida pela Petrobras.

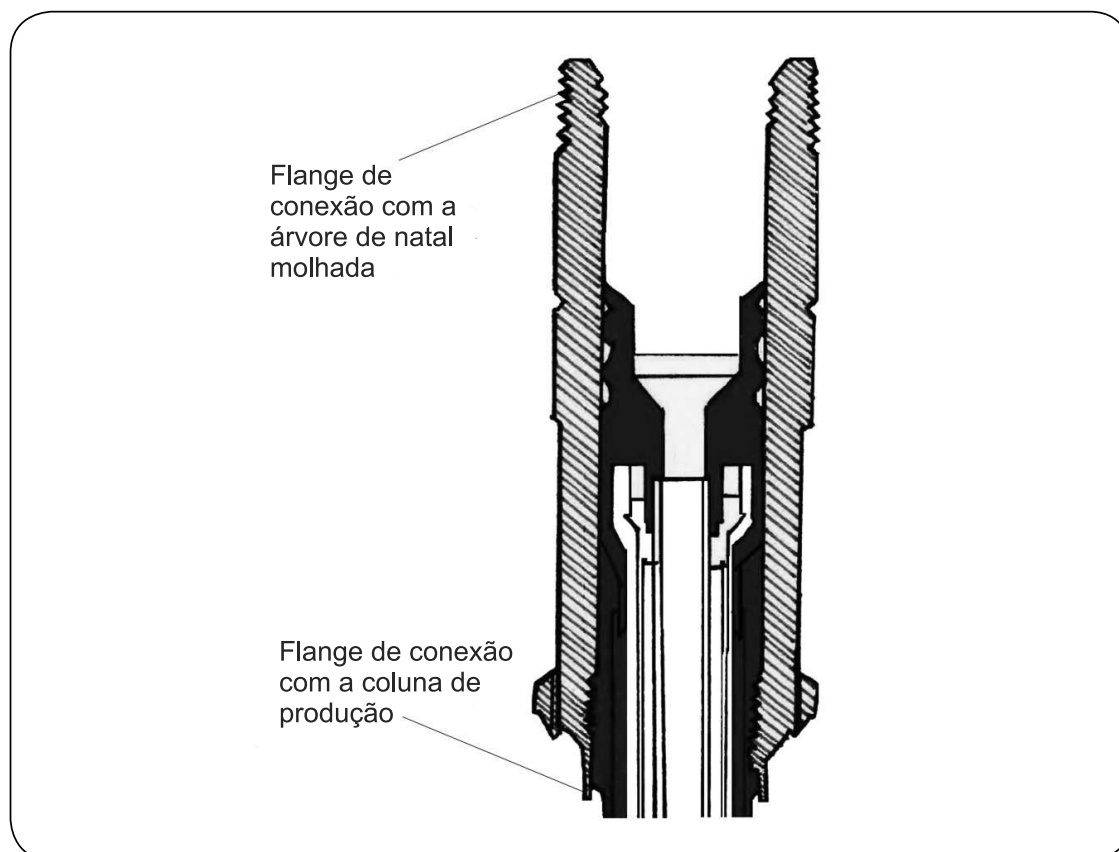
ancoragem da plataforma; (iv) meios de instalação disponíveis; (v) condições desejadas de produção; e (vi) necessidade de meios para elevação artificial.²

Equipamentos submarinos

Cabeça de poço submarina

Cabeça de poço é um termo utilizado para denominar o equipamento, em forma de carretel, responsável por suportar e, em alguns casos, fixar os equipamentos e internos na coluna de produção, permitindo acesso, de forma segura, a esta durante todo seu ciclo de vida. Nos campos em águas rasas, pode estar instalado não no leito marinho, mas nas plataformas ou em uma unidade terrestre.

Figura 2 | Cabeça de poço



Fonte: Elaboração própria.

² Método pelo qual o petróleo produzido é conduzido até a superfície com o auxílio de equipamentos ou fluidos, visto que a pressão realizada pelo reservatório não é suficiente para realizar, por si só, esse transporte. Essa baixa pressão pode ser tanto uma característica intrínseca da formação, quanto pode decorrer da depletação do reservatório ao longo de sua vida útil.

A cabeça de poço submarina permanece conectada, por meio de seu flange inferior, à coluna de produção e, pelo superior, à árvore de natal molhada (Figura 2), permitindo, assim, o acesso à coluna de produção no caso de operações de perfuração, completação, intervenção e teste do poço [Thomas *et al.* (2004)]. Por suas saídas laterais, é possível realizar injeção de gás natural na coluna de produção para *gas-lift*³ e de produtos químicos ou gás para amortecimento do poço.

Árvore de natal molhada

Árvore de natal molhada (ANM) é um equipamento instalado no leito marinho, sobre a cabeça de poço. Composto basicamente por válvulas tipo gaveta, linhas de fluxo e elementos de controle, sua finalidade principal é controlar a vazão de fluidos produzidos, desde o poço até a plataforma de produção, e a vazão de água de injeção ou gás natural da plataforma para o reservatório petrolífero. Por meio dela, também são medidos parâmetros como pressão do poço, temperatura e volume de areia produzida, imprescindíveis para se mitigar danos à formação e minimizar possíveis riscos de vazamentos.

As ANM podem ser classificadas, segundo Tavares (2008), como verticais ou horizontais (Figura 3). No primeiro caso, suas principais válvulas estão alinhadas com a coluna de produção, sendo necessária a desmontagem das válvulas para acesso à coluna de produção. São, portanto, recomendadas para as situações em que a completação⁴ do poço se encontra finalizada durante a fase de instalação da árvore de natal. Nas ANM horizontais, as válvulas ficam paralelas ao poço, o que permite livre acesso à coluna, sem necessidade de intervenção. São, portanto, indicadas para os casos em que seja necessária a completação depois da instalação da árvore de natal.

Outros dois fatores são decisivos na escolha do tipo de ANM: custo e peso/dimensões. Por ser o custo de uma ANM horizontal cinco vezes superior ao de uma ANM vertical, a primeira tende a ser utilizada apenas nos casos

³ Método de elevação artificial do petróleo, por meio do qual gás natural é injetado na coluna de produção, a fim de reduzir a densidade do fluido produzido e facilitar seu escoamento até a plataforma. Por ser tratar de um circuito fechado, todo o gás empregado nesse método de elevação é recuperado nos equipamentos destinados à separação óleo-gás-água da plataforma de produção.

⁴ Conjunto de atividades realizadas após a perfuração que visa equipar o poço com todos os acessórios necessários tanto para produção segura de petróleo ou gás natural quanto para a injeção de fluidos no reservatório [ver Thomas *et al.* (2004)].

em que as intervenções no poço são frequentes. Por outro lado, limitações de espaço ou de equipamentos de movimentação de cargas podem inviabilizar o uso de ANM verticais, uma vez que são maiores e mais pesadas que as horizontais, conforme observam Yong *et al.* (2010).

Figura 3 | Árvore de natal molhada horizontal

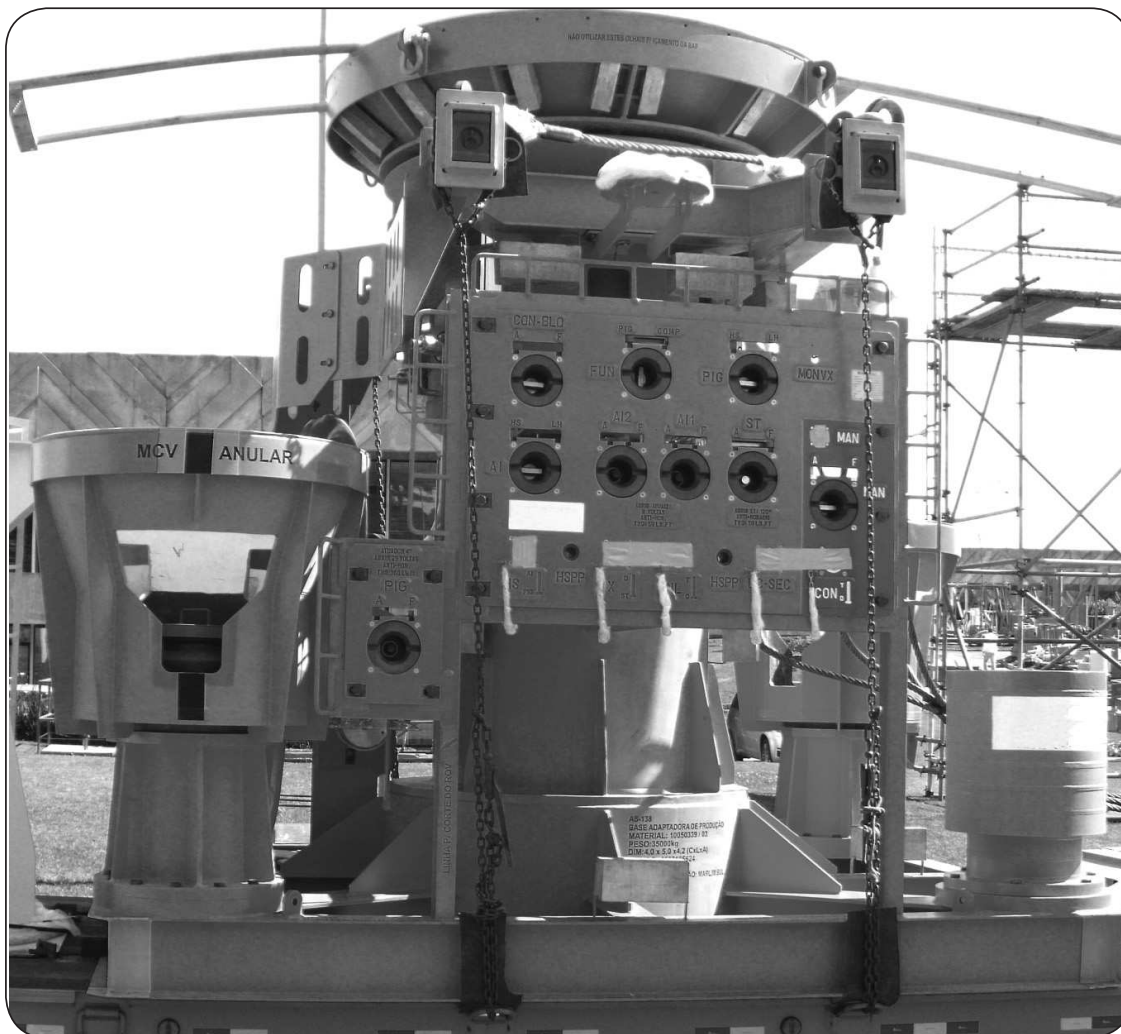


Imagem cedida pela fabricante Aker Solutions.

Coletores submarinos

Os principais equipamentos submarinos de coleta de fluidos são: (i) *manifold*; (ii) *pipeline end manifold* (PLEM); e (iii) *pipeline end termination* (PLET).

O *manifold* tem a função principal de coletar os fluidos produzidos em diversos poços e transportá-los por meio de uma única linha, reduzindo, assim, a quantidade de linhas que chegam até a plataforma de produção,

denominadas *risers*. Esse equipamento pode ser utilizado também para receber, via uma única linha, água ou gás de injeção da plataforma para distribuição em diversos poços injetores,⁵ ou ainda, como conector entre os diversos equipamentos instalados em um arranjo submarino.

É constituído por uma série de tubulações, cada qual com um trabalho específico (coleta de fluidos, injeção de produtos químicos, exportação e teste de poço); por um conjunto de válvulas de controle e bloqueio; e por subsistemas eletroeletrônicos, para monitoramento, controle e conexão com a plataforma.

A utilização de *manifolds*, considerando o elevado custo das linhas rígidas, pode tornar economicamente viável um projeto, que sem o emprego de tais equipamentos indicaria um VPL negativo.

O PLEM é utilizado para coletar os fluidos de duas ou mais linhas, direcionando esses fluidos para um *manifold* ou outro PLEM, e não para a plataforma de produção. Esse equipamento pode ainda ser empregado na interconexão entre novos equipamentos submarinos e um arranjo submarino existente, bem como “ponto de espera” para futuras instalações de equipamentos.

A finalidade do PLET é conectar uma linha flexível a uma linha rígida, a qual transportará os fluidos produzidos para uma plataforma, uma monoboia ou uma instalação terrestre. Como também reduz a quantidade de linhas rígidas, resulta em menores investimentos em dutos de exportação.

Linhas submarinas

Linha flexível

O termo linhas flexíveis (*flowlines*) é normalmente empregado para denominar as tubulações utilizadas para conectar os equipamentos de um arranjo submarino, transportando hidrocarbonetos até a base do *riser*. Com diâmetros de até 18 polegadas, elas podem, ainda, ser usadas para transporte de água de injeção ou produtos químicos da plataforma até o sistema submarino. Via de regra, essas linhas permanecem apoiadas ou muito próximas ao leito marinho, não sofrendo, com isso, grandes esforços decorrentes das marés ou do movimento das plataformas.

⁵ Poços pelos quais se injeta água do mar tratada ou gás natural desidratado na formação, cuja finalidade é manter a pressão do reservatório estável ao longo da fase de produção dos poços. A utilização de tal procedimento resulta no aumento do volume de petróleo recuperável.

Ainda que exista uma diferenciação conceitual entre linha flexível e *riser*,⁶ ambos são idênticos do ponto de vista construtivo, sendo compostos por uma sucessão de camadas poliméricas e metálicas, que garantem à tubulação a flexibilidade e a resistência mecânica necessárias para suportar as condições de pressão e temperatura tanto do ambiente marinho, quanto do fluido que transportam. As camadas comumente encontradas em uma linha flexível (Figura 4) e suas respectivas funções, vistas da parte mais interna para a mais externa, são:

Figura 4 | Camadas que compõem as linhas flexíveis

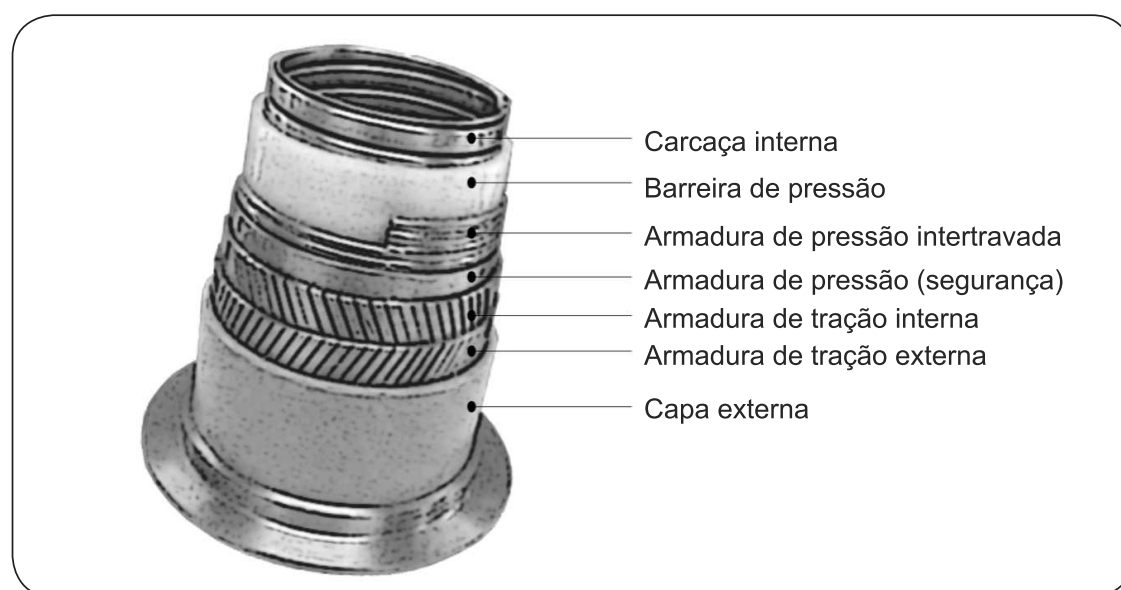


Imagem cedida pela Petrobras.

- carcaça interna em aço inoxidável AISI 304: prevenção de colapso por pressão externa;
- barreira de pressão interna em poliamida: estanqueidade para os fluidos transportados;
- armadura de pressão em espiral em aço carbono: suportar esforços radiais;
- camada intermediária em poliamida ou polietileno de alta densidade: reduzir a fricção entre a espiral e a armadura de aço;

⁶ Os *risers*, além de apresentarem diâmetros de até 24 polegadas, requerem uma série de análises mecânicas para sua utilização por permanecerem perpendiculares ao leito marinho e estarem, assim, sujeitos aos movimentos da água do mar e da plataforma. Mais comum para lâminas d'água menores, o *riser* pode também ser fabricado em materiais metálicos, recebendo nesse caso a denominação de *riser* rígido.

- armadura de tração em aço carbono: suportar as cargas axiais;
- camada externa em poliamida ou polietileno de alta densidade: proteger a camada de estrutura contra corrosão e abrasão e unir as camadas inferiores; e
- proteção antiabrasiva em aço inoxidável AISI 316L: proteger o *riser* no trecho em contato com fundo do mar.

Aplica-se ainda um revestimento térmico externo à camada de proteção antiabrasiva, nos casos em que a manutenção da temperatura do fluido transportado é necessária.

Com a intensificação da produção de petróleo em águas ultraprofundas, observa-se um grande investimento em PD&I por parte das empresas fabricantes de linhas na busca de materiais, a exemplo de revestimentos orgânicos ou ligas de cromomolibdênio, capazes de suportar as crescentes pressões e concentrações de contaminantes, principalmente o CO_2 e H_2S , às quais as linhas flexíveis encontram-se sujeitas.

Umbilical

Umbilical é um conjunto de tubulações, mangueiras e cabos, organizada-mente distribuídos ao longo da seção transversal de uma carcaça cilíndrica protetora (Figura 5), cuja função é conduzir fluidos hidráulicos, produtos químicos, além de energia elétrica e sinais de controle e ópticos, da plataforma até os equipamentos posicionados no leito marinho.

Com diâmetros externos de até dez polegadas, os umbilicais permitem controlar e monitorar: (i) a operação dos poços de produção e injeção; (ii) a intervenção nos poços; (iii) a injeção de produtos químicos nos reservatórios; e (iv) a alimentação elétrica do sistema submarino.

Figura 5 | Elementos que constituem os umbilicais (seção transversal)

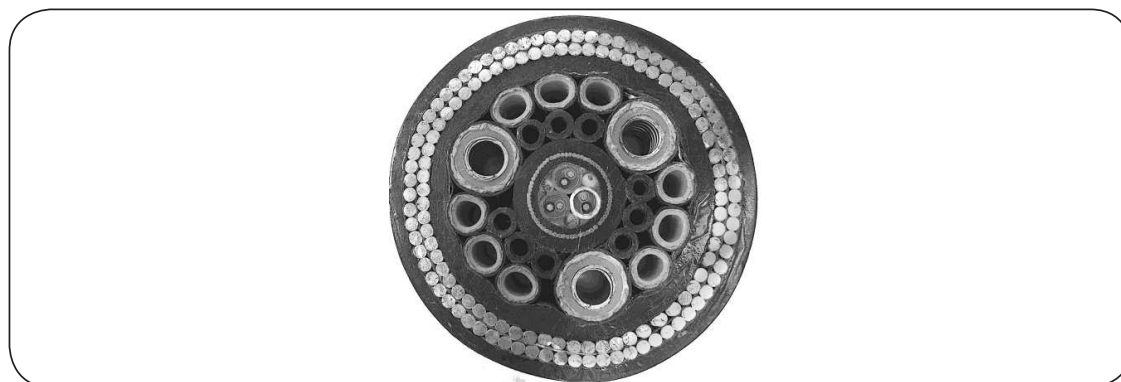


Imagem cedida pela Petrobras.

A quantidade de tubos que compõem o umbilical depende da complexidade do sistema submarino, e o comprimento desses tubos é determinado pela distância entre os equipamentos submarinos e a plataforma.

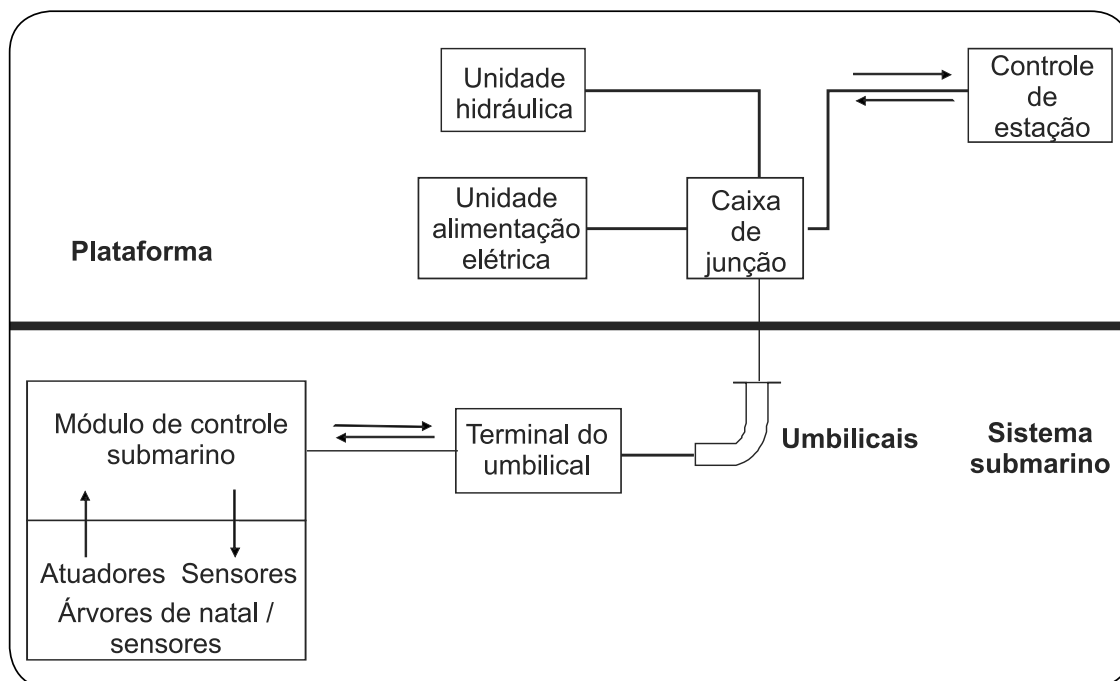
Quando utilizados para transmissão de potência, os umbilicais são conectados diretamente aos equipamentos submarinos por meio de conectores projetados para operar imersos em água do mar ou por meio de caixas de junção submarinas, que distribuem a energia elétrica para os consumidores.

Sistemas de controle e alimentação submarina

Sistema de controle

O sistema de controle desempenha a função de operar as válvulas das ANM, *manifolds* e tubulações do arranjo submarino, bem como de monitorar e transmitir para a plataforma todas as variáveis de produção, como temperatura, pressão e presença de areia (Figura 6).

Figura 6 | Esquema do sistema de controle submarino



Fonte: Elaboração própria.

Apesar de seu baixo custo, o sistema de controle é considerado o coração dos sistemas submarinos de produção, demandando, portanto, elevados padrões de confiabilidade e disponibilidade. Em função da grande interface

que apresenta com a plataforma, esse sistema requer especial atenção durante as fases de projeto, aquisição e comissionamento. Sua disposição no arranjo submarino também é fundamental para redução dos gastos com tubulações, conectores e cabeamento, além de ser estratégico para a manutenção e a remoção de equipamentos do leito marinho [Yong *et al.* (2010)].

O sistema de controle pode ser classificado como hidráulico, elétrico ou eletro-hidráulico, dos quais este último é o mais utilizado hoje em dia. Usualmente é composto por:

- (I) Unidade hidráulica: responsável pelo fornecimento contínuo de fluido hidráulico desprovido de resíduos às válvulas remotamente operadas.
- (II) Unidade de alimentação elétrica: permite alimentação elétrica contínua aos consumidores do sistema submarino.
- (III) Estação de controle: possibilita a interface entre o operador da plataforma e os equipamentos do sistema submarino.
- (IV) Módulo de controle submarino: realiza a comunicação entre a estação de controle e ANM/*manifold* do arranjo submarino.

A unidade hidráulica (HPU) desempenha um papel fundamental no controle submarino, pois é por meio dela que as válvulas remotamente operadas são acionadas para abertura ou fechamento. Assim, o correto dimensionamento desse sistema mostra-se vital para que questões de segurança, como descontrole do poço, ou ambientais, como vazamentos, sejam minimizadas.

Sistema de alimentação elétrica

A função do sistema de alimentação é gerar, distribuir e transmitir energia aos equipamentos do arranjo submarino, permitindo o acionamento destes. Ele é dimensionado de acordo com o sistema de controle e pode ser do tipo hidráulico ou elétrico, sendo este o mais aplicado na atualidade [Yong *et al.* (2010)].

No caso dos sistemas elétricos, a geração de energia ocorre, normalmente, em uma estação em terra ou na própria plataforma, por meio de turbogeradores. Tendo em vista que a contínua produção de petróleo depende da disponibilidade permanente de energia elétrica, via de regra utiliza-se uma fonte ininterrupta de energia (UPS) entre a geração e os consumidores, permitindo que os equipamentos submarinos sigam operacionais, mesmo durante uma falha no fornecimento de energia.

A transmissão ocorre desde a unidade de alimentação elétrica (Figura 7) até o sistema submarino de distribuição, por meio de umbilicais específicos para esse fim. A distribuição de energia elétrica, por sua vez, interliga os terminais submarinos dos umbilicais a cada um dos poços de produção. Cabos elétricos dedicados são ainda utilizados para alimentação de um componente em particular.

Equipamentos submarinos para processamento primário de petróleo

Os sistemas submarinos despontam como um dos principais focos inovativos do setor de petróleo e gás, em razão de sua potencialidade em reduzir drasticamente os investimentos em instalações de produção e os custos operacionais a elas associados. Nas duas últimas décadas, grandes foram os investimentos em P&D para o desenvolvimento de equipamentos submarinos para Processamento Primário de Petróleo,⁷ os quais possibilitam, para águas rasas, a dispensa parcial ou total de uma plataforma para produção.

Testes em escala industrial já ocorrem em países como Noruega e Brasil, com o intuito de adaptar tais equipamentos às condições de pressão, temperatura e contaminantes dos reservatórios localizados em águas profundas e ultraprofundas. Entre os principais desenvolvimentos, destacam-se:

- (I) Separação Submarina Água-Óleo: separação da água livre⁸ produzida juntamente com o petróleo;
- (II) Desidratação Supersônica Submarina de Gás Natural: remoção de moléculas de água dispersas no gás natural;
- (III) Compressão Submarina de Gás Natural: compressão do gás natural para exportação para terra; e
- (IV) Injeção Submarina de Água Bruta⁹ ou de Água Produzida: captação e filtração de água do mar para posterior injeção em reservatórios de petróleo ou reinjeção de água produzida no reservatório do qual foi extraída.

⁷ Refere-se ao tratamento inicial dos hidrocarbonetos, realizado em instalação *offshore*, o qual consiste na separação de todos os fluidos produzidos na formação, sejam eles óleo, gás natural ou água produzida, enquadrando-os nos requisitos mínimos para exportação, reinjeção ou descarte.

⁸ Água presente na formação, a qual não se encontra em emulsão com o petróleo. A separação da água livre baseia-se no princípio da decantação (separação gravitacional) das moléculas de água produzida (mais pesadas) em relação às de petróleo (mais leves).

⁹ Água do mar captada próxima ao leito marinho.

Mercado de equipamentos submarinos (*subsea*)

O mercado de equipamentos submarinos surgiu em meados da década de 1940 com a exploração e produção de petróleo em águas rasas. Depois dos choques de petróleo na década de 1970, essa indústria foi impulsionada não só pelo aumento de produção de petróleo *offshore*, mas também pelo avanço tecnológico dos equipamentos submarinos necessários para a produção desse tipo de petróleo. Com o preço do petróleo mais alto, tornou-se viável economicamente sua exploração e produção em águas profundas; também, por consequência, tornaram-se viáveis o crescimento e o grande desenvolvimento da indústria de *subsea* na área de petróleo e gás natural.

A sustentabilidade econômica da indústria de equipamentos submarinos e de seu mercado está atrelada diretamente à sustentabilidade da indústria do petróleo no longo prazo. Sendo assim, para saber se, de fato, aquela indústria é sustentável no longo prazo, deve-se analisar primeiramente a sustentabilidade do petróleo e gás natural como fonte de energia na matriz energética global, para, posteriormente, analisar-se, sob a ótica microeconômica, a estrutura de mercado global e nacional.

Sustentabilidade de longo prazo da indústria do petróleo e de equipamentos submarinos (*subsea*)

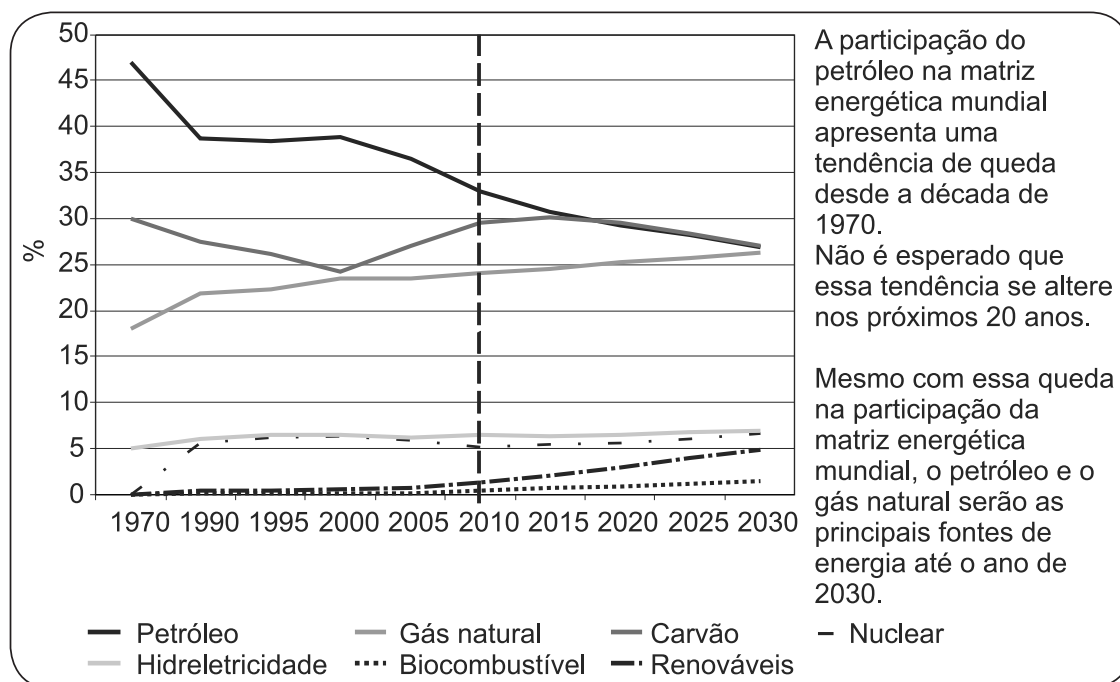
A moderna indústria do petróleo existe há mais de 150 anos, porém, desde a década de 1970, a participação do petróleo na matriz energética mundial vem se reduzindo de forma sistemática. Naquela época, sua participação era cerca de 47% da matriz energética mundial. Quando se considera o gás natural, o qual provém da mesma indústria, a participação de hidrocarbonetos na matriz energética global se situava em torno de 65% naquele período. Atualmente, a participação do petróleo na matriz energética é de 33%, e é provável que sua participação continue se reduzindo pelos próximos vinte anos conforme observado no Gráfico 1.

Estima-se que, em 2030, a matriz energética mundial seja composta por 27% de petróleo e 26% de gás natural, ou seja, 53% da matriz energética será formada por hidrocarbonetos. Mesmo com essa queda na importância relativa entre as fontes de energia ao longo das décadas, os hidrocarbonetos continuarão sendo a principal fonte de energia mundial nos próximos vinte anos.

A redução na participação relativa do petróleo na matriz energética global não significa que haverá redução de sua demanda e oferta no futuro. Ao

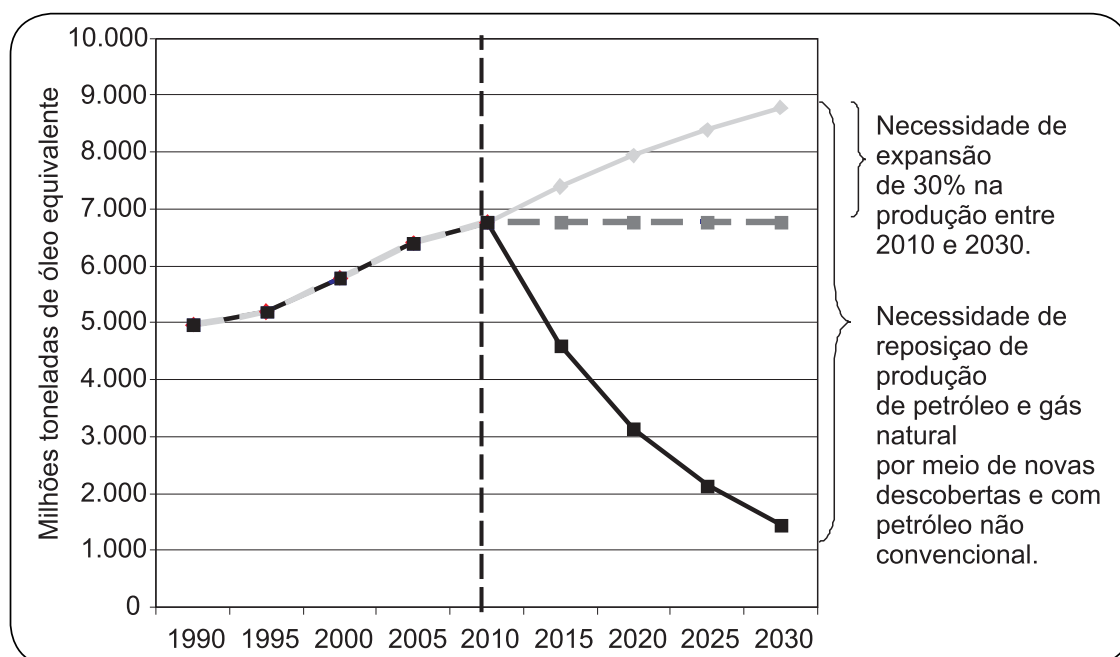
contrário, admite-se que a demanda e oferta de petróleo e gás natural cresçam cerca de 30% até o ano de 2030, como pode ser observado no Gráfico 2.

Gráfico 1 | Participação na matriz energética mundial



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da BP (2011).

Gráfico 2 | Produção de petróleo e gás natural

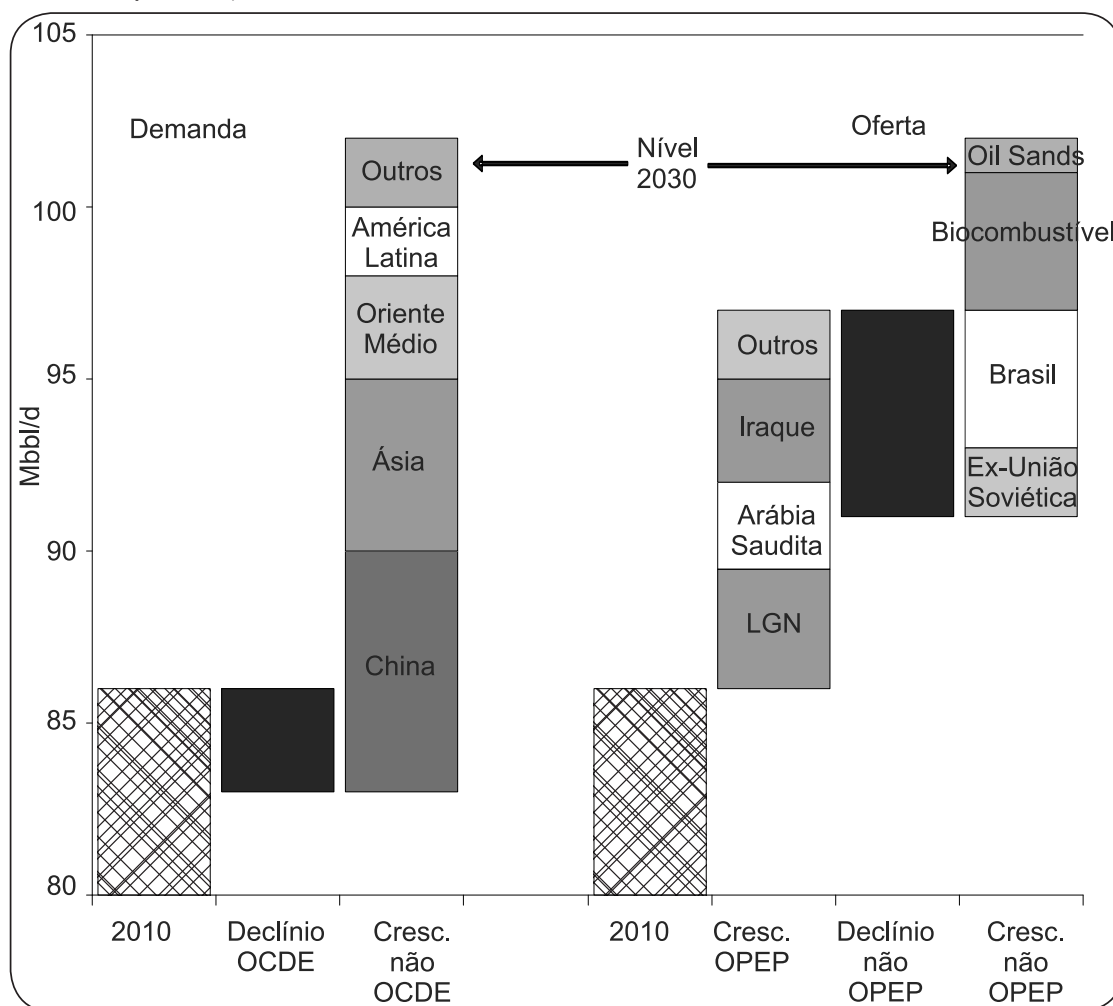


Fonte: Elaboração própria, com base em dados de BP (2011).

Adicionalmente, além da necessidade do aumento da produção em relação ao patamar do ano de 2010, haverá a necessidade de reposição de produção, em um montante quase similar ao dos dias atuais. Isso significa que, para atender ao crescimento de demanda por hidrocarbonetos para os próximos vinte anos, a produção de petróleo deverá contar com novas descobertas e com petróleo não convencional (águas profundas, *oil sands*, GTL etc.).

O balanço de oferta e demanda de energia no estado líquido (petróleo e biocombustíveis) de longo prazo somente entrará em equilíbrio caso seja considerada a produção de petróleo em águas profundas, como também a de *oil sand* (Gráfico 3). Como haverá necessidade de produção de petróleo *offshore* para equilibrar o balanço energético de oferta e demanda, isso proporcionará a sustentabilidade de longo prazo da indústria de equipamentos para a produção de óleo no mar.

Gráfico 3 | Balanço de oferta e demanda

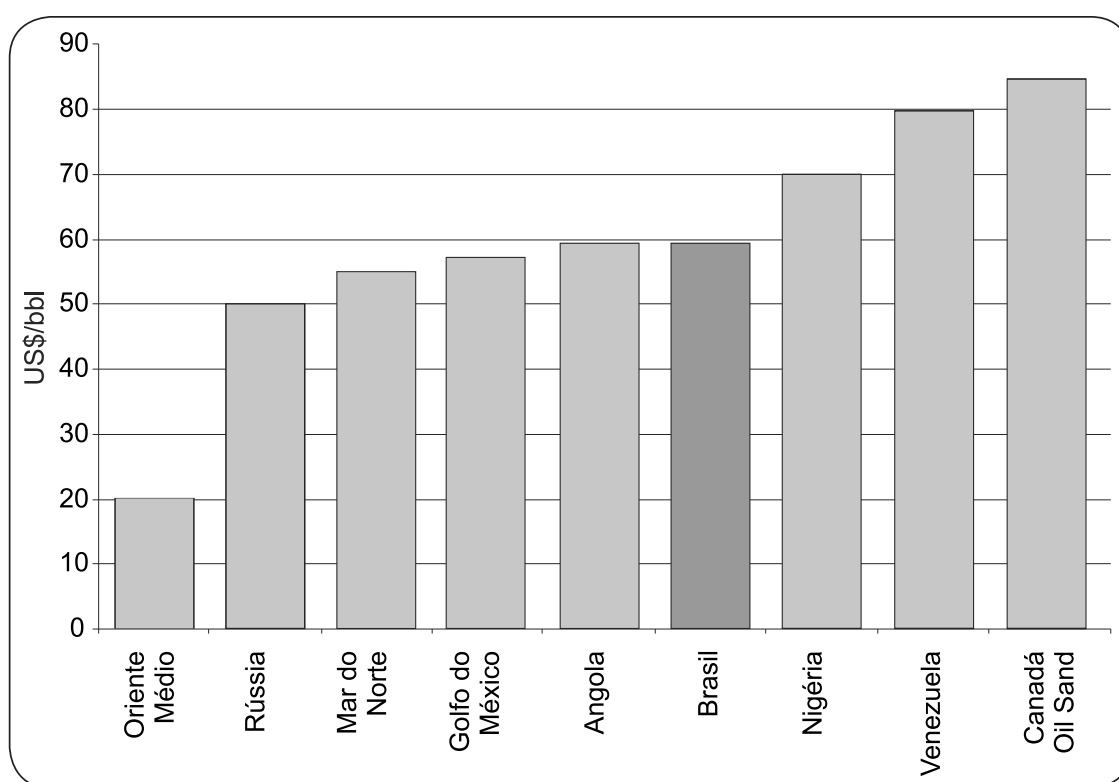


Fonte: Elaboração própria, com base em dados da BP (2011).

Estima-se que o Brasil será um dos grandes produtores mundiais de óleo em águas profundas em 2030, e o Canadá será o principal produtor de *oil sands*. Por outro lado, esses tipos de petróleo têm custos de produção elevados e necessitam de maior tecnologia para serem produzidos.

Os custos de produção de petróleo não convencionais são os mais caros do mundo. Por exemplo, o custo de expansão de produção de *oil sand* é de cerca de US\$ 85/bbl. Já a produção de petróleo *offshore* fica em torno de US\$ 55/bbl a US\$ 80/bbl. No Gráfico 4, pode-se observar o custo marginal de expansão de produção por região.

Gráfico 4 | Custo marginal de expansão



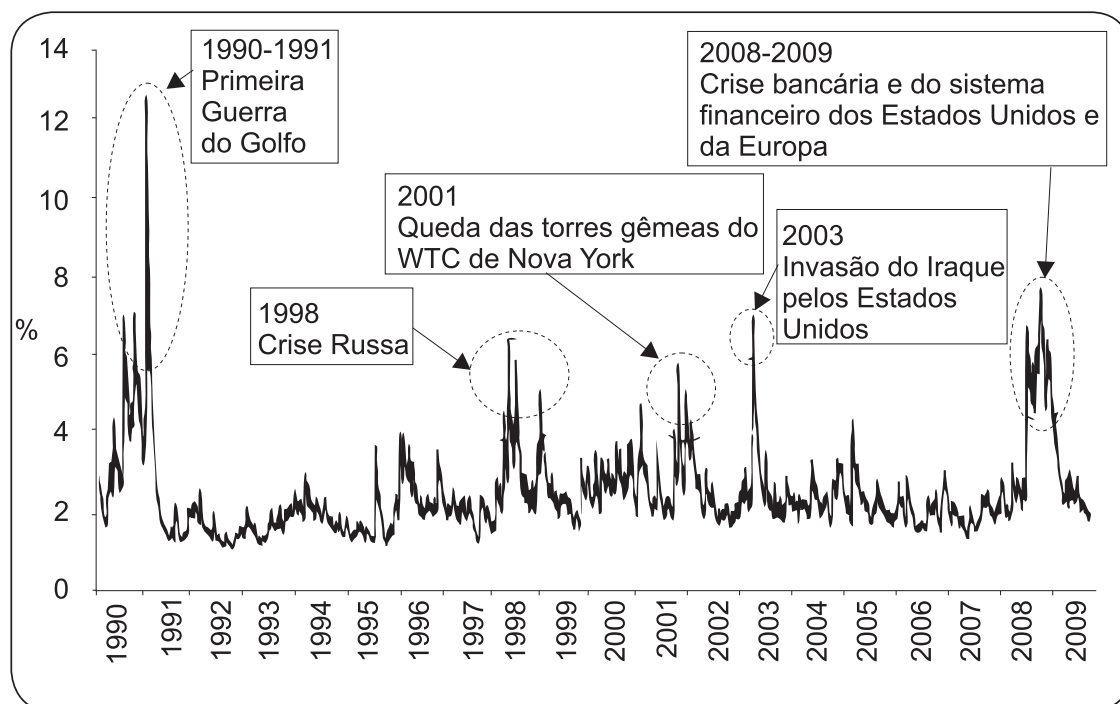
Fonte: Elaboração própria, com base em dados de IHS Cera (2008).

A indústria de equipamentos submarinos só será viável em cenários de preços de petróleo acima de US\$ 55/bbl, considerando o atual nível de custos. Caso o preço de petróleo seja inferior a esse patamar, a taxa de crescimento dessa indústria, bem como sua sustentabilidade, poderá ser questionável no longo prazo. Estima-se que o custo de produção de um campo em águas profundas no Brasil seja cerca de US\$ 60/bbl. Para preços do petróleo inferiores a esse patamar, a produção de petróleo brasileiro poderá enfrentar desafios para se manter economicamente viável. Em outras palavras, a

sustentabilidade da indústria de equipamentos submarinos e a produção de petróleo *offshore* são bem sensíveis ao preço do petróleo.

No decorrer dos últimos anos, o preço do petróleo oscilava por volta de US\$ 20/bbl a US\$ 130/bbl. O preço do petróleo e sua volatilidade são muito sensíveis a diversos acontecimentos geopolíticos, como pode ser observado no Gráfico 5.

Gráfico 5 | Volatilidade do preço do petróleo e eventos geopolíticos



Fonte: Mendes (2010).

Em virtude de sua alta volatilidade,¹⁰ torna-se de grande dificuldade a previsão de sua exata trajetória de médio prazo. Por outro lado, é mais simples prever sua tendência de longo prazo e seu intervalo de confiança probabilístico de suas possíveis trajetórias. O Gráfico 6 expõe uma previsão do intervalo de confiança (IC) do preço do petróleo a 90% até o ano de 2015 e algumas possíveis trajetórias do preço do petróleo durante esse período.

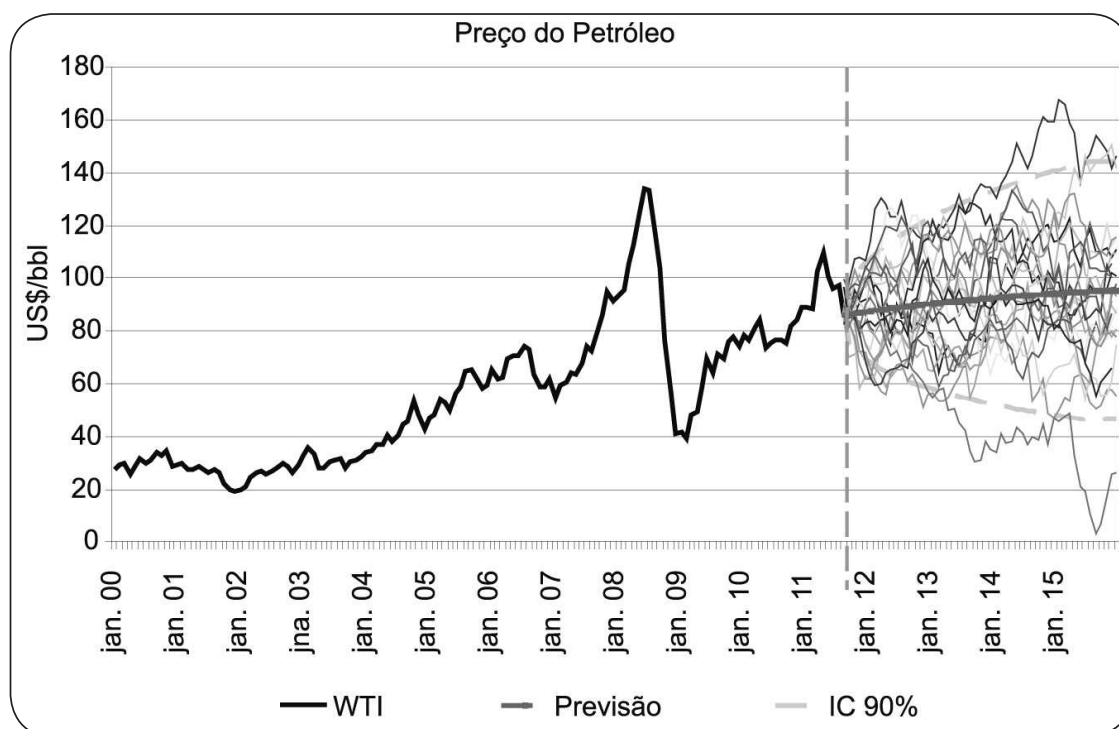
Em mais de 90% dos cenários estocásticos de preço de petróleo analisados, viabiliza-se economicamente a produção de petróleo em águas profundas no Brasil e no exterior, considerando o atual padrão tecnológico e os

¹⁰ A volatilidade do preço do petróleo é superior à da cotação de preço de diversas ações na bolsa de valores.

atuais níveis de custos do setor. Tal fato colabora para a sustentabilidade de longo prazo do mercado de equipamentos submarinos no Brasil.

A produção de petróleo no Brasil é majoritariamente em alto mar e em águas profundas. A participação do petróleo *offshore* vem crescendo sistematicamente no decorrer dos anos. Atualmente, 91% da produção de petróleo brasileira é realizada no mar, conforme indica o Gráfico 7.

Gráfico 6 | Preço do petróleo



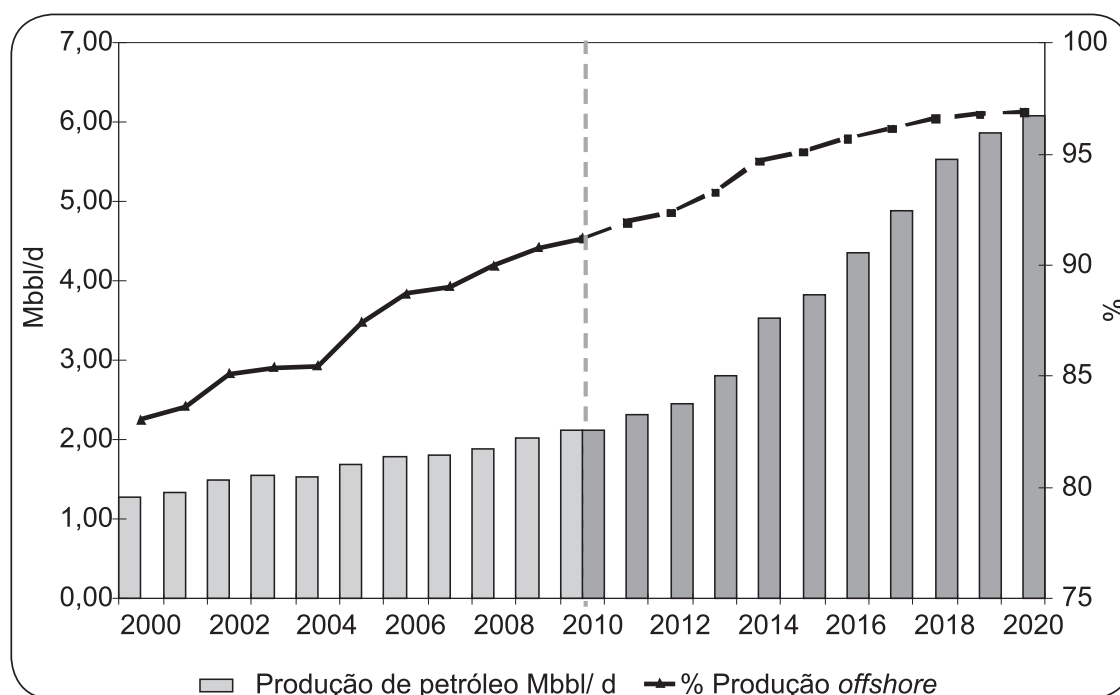
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da EIA (2011).

Estima-se que até o ano 2020 cerca de 97% da produção nacional seja realizada no mar. Sendo assim, o Brasil dispõe de um grande mercado para indústria de equipamentos submarinos, tanto no curto quanto no longo prazo.

O petróleo e o gás natural continuarão sendo a principal fonte de energia mundial nos próximos vinte anos, ainda havendo quedas sucessivas de sua importância na matriz energética global. Para suprir a demanda mundial de petróleo e gás natural, será necessário incrementar a produção em águas profundas. Esse fato proporcionará uma demanda sustentável de equipamentos submarinos para o mesmo horizonte. Nesse cenário, o Brasil realizará uma atuação de destaque, uma vez que será um dos principais produtores

de petróleo *offshore* mundial e, conseqüentemente, vai se tornar um dos principais mercados de equipamentos submarinos nesse período.

Gráfico 7 | Produção de petróleo Brasil



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da ANP (2011) e EPE (2011).

Mercado global de equipamentos submarinos (*subsea*)

O valor do mercado global de equipamentos submarinos está estimado na faixa de US\$ 60,5 bilhões a US\$ 94 bilhões¹¹ entre os anos de 2010 a 2015, e a maior parte desse montante estará concentrada na África e na América do Sul. Cabe destacar que o Brasil representa 98% dos investimentos que serão realizados em equipamentos submarinos na América do Sul. No caso da África, cerca de 70% dos investimentos em equipamentos submarinos estarão concentrados em Angola (44%) e na Nigéria (26%).

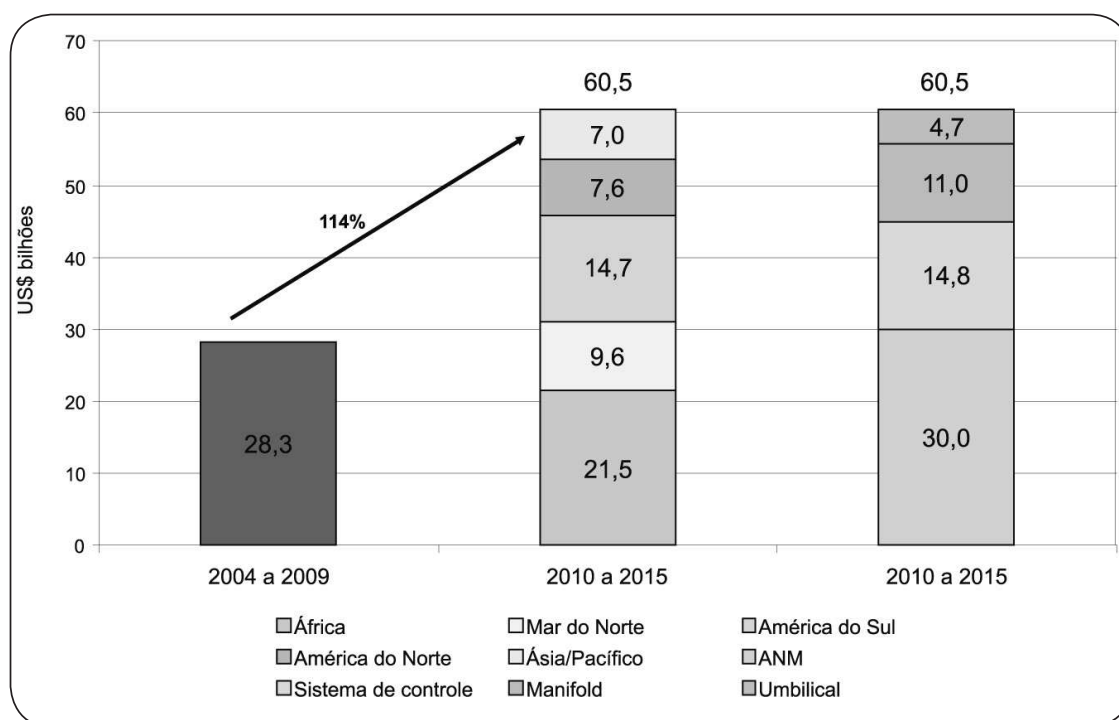
Pode ser observado, no Gráfico 8, que no período de 2004 a 2009, foram comprados cerca de US\$ 28,3 bilhões de equipamentos submarinos, e estima-se que esse mercado cresça 114% nos próximos cinco anos, passando

¹¹ A estimativa de US\$ 60,5 bilhões provém da *Quest offshore* (2010), e a estimativa de US\$ 94 bilhões da *Infield the energy analysts* (2011). De forma conservadora, será utilizada a estimativa de *Quest Offshore* para as demais análises desta seção.

para um total de US\$ 60,5 bilhões. Desse montante, praticamente a metade será direcionada para aquisição de equipamentos do tipo ANM.

O mercado de equipamentos submarinos estará concentrado em poucos países, entre os quais os principais serão Brasil, Angola, Nigéria e Estados Unidos (Golfo do México), com 61% do mercado. Até o ano de 2015, a maior parte dos investimentos em *subsea* será destinada à África, porém, além desse horizonte, espera-se que o mercado brasileiro supere o africano. No Gráfico 9, pode-se observar a distribuição do mercado global por região e por tipo de equipamento.

Gráfico 8 | Investimento global em *subsea*



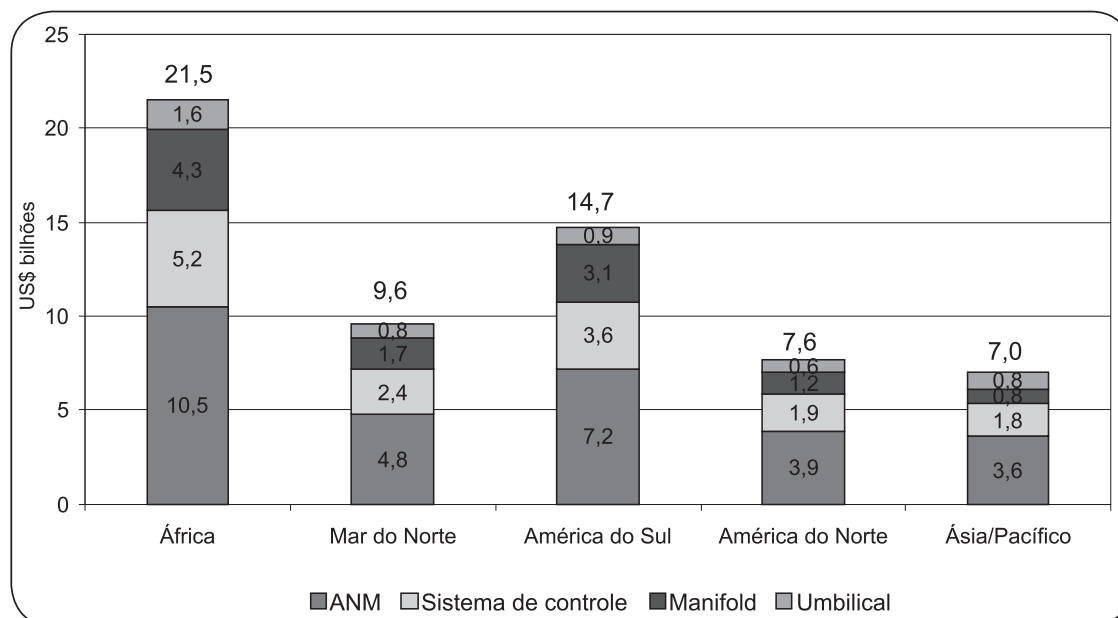
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da *Quest Offshore* (2010).

Diversas empresas serão demandantes desses equipamentos submarinos para produção de petróleo e gás natural *offshore*. É provável que a Petrobras seja a operadora que vai desembolsar o maior montante dos recursos destinados a esse mercado (16%), conforme pode ser verificado no Gráfico 10.

Embora a demanda por equipamentos submarinos seja dispersa, não se pode afirmar o mesmo em relação à sua oferta. Os mais importantes equipa-

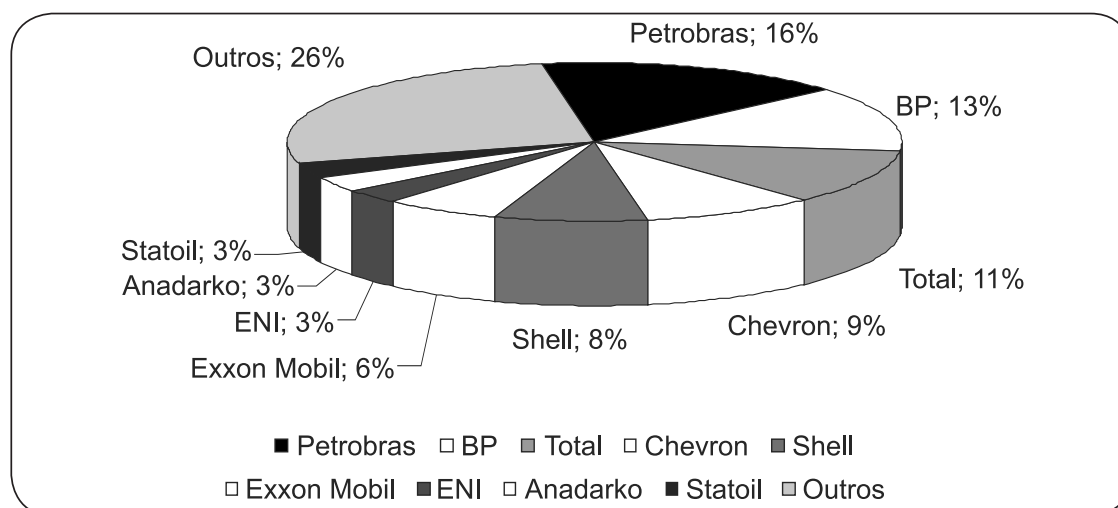
mentos submarinos, quanto ao valor, são a ANM e o *manifold*,¹² pois cerca de 50% do montante será gasto em suas aquisições. No mundo, existem cinco grandes fabricantes de ANM e *manifold*: FMC, Cameron, GEOG-Vetco, Aker Solutions e Dril-Quip. A Cameron e a FMC detêm cerca de 70% do mercado global de ANM, conforme o Gráfico 11.

Gráfico 9 | Investimento em *subsea* por região – 2010-2015



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da *Quest offshore* (2010).

Gráfico 10 | Investimento global em *subsea* por operador

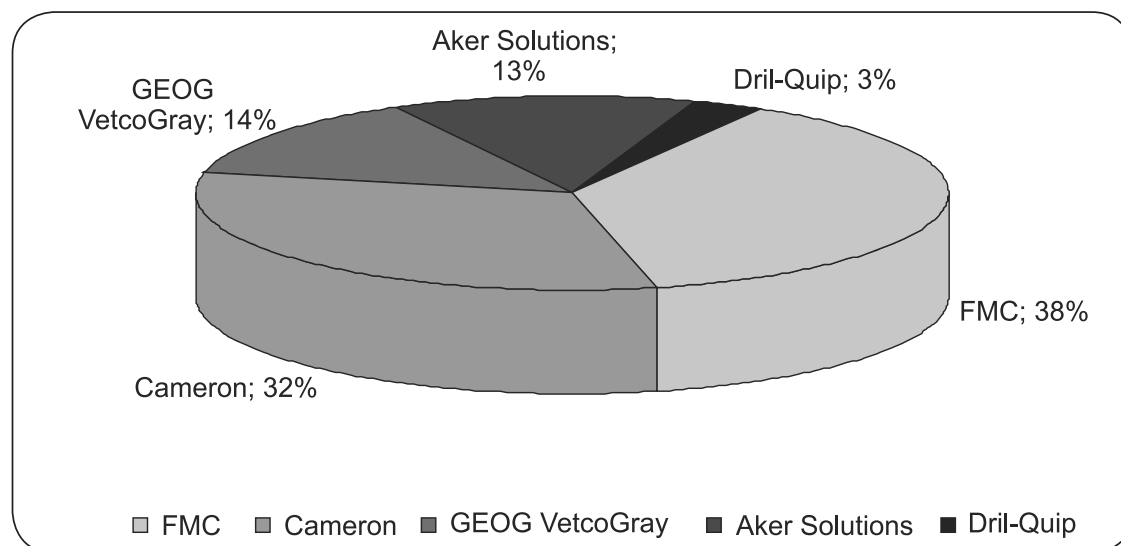


Fonte: *Infield the energy analysts* (2011).

¹² Os processos de produção de ANM e *manifold* são praticamente os mesmos, ou seja, a linha de fabricação é flexível para fabricar tanto um quanto o outro. Por essa razão, todos os fornecedores de ANM são também fornecedores de *manifold*. Cabe destacar que a indústria trabalha com uma unidade chamada de ANM equivalente, por se tratar de uma unidade que engloba ANM e *manifold*.

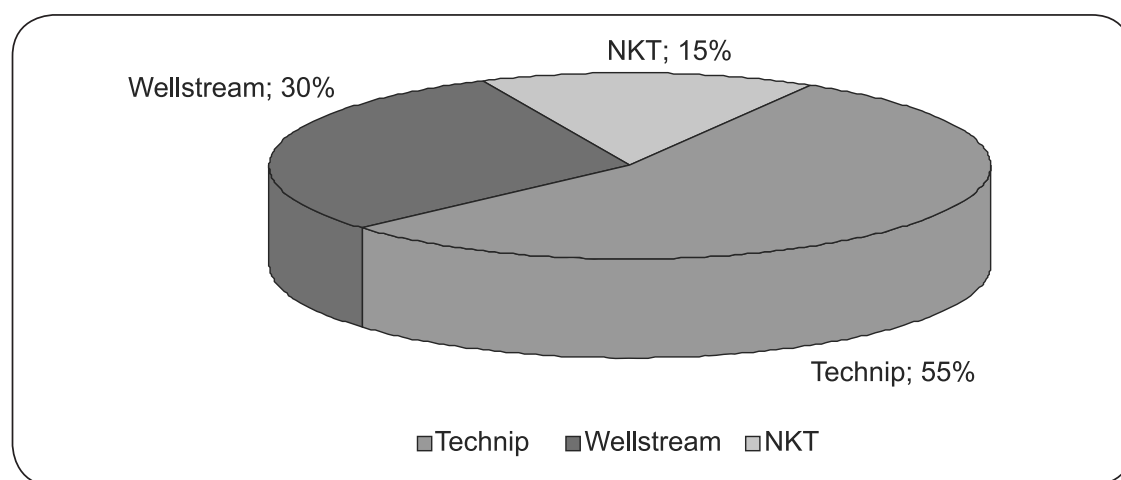
A estrutura concentrada também se repete no mercado de linhas flexíveis. Neste mercado, a demanda é dispersa, ou seja, existem vários demandantes e, pelo lado da oferta, há poucos ofertantes. O mercado de linhas flexíveis é oligopolizado por praticamente três empresas: Technip, Wellstream e NKT. No Gráfico 12, pode ser observado o *market share* global de cada empresa.

Gráfico 11 | *Market share* global: árvore de natal molhada e *manifold*



Fonte: *Infield the energy analysts* (2011).

Gráfico 12 | *Market share* global: linha flexível



Fonte: Elaboração própria.

Com base nessas informações, pode-se concluir que o mercado global de equipamentos submarinos se distingue por um intenso crescimento de

demanda no Brasil, Angola, Nigéria e Estados Unidos (Golfo do México), em contraste com a redução da importância do mercado do Mar do Norte. A estrutura de mercado é caracterizada por poucas empresas pelo lado da oferta, ou seja, a estrutura é oligopolizada para o fornecimento dos principais equipamentos submarinos. Já pelo lado da demanda, o mercado é constituído por vários demandantes, em geral grandes multinacionais, entre elas algumas das maiores empresas do mundo.

Mercado brasileiro de equipamentos submarinos

O Brasil deve atingir a marca de seis milhões de barris por dia de produção de petróleo no ano de 2020, e pelo menos 97% dessa produção será no mar. A produção de petróleo brasileira deve crescer entre 2010 a 2020 cerca de 180%, e a produção *offshore* aumentará ao menos 200% nesse período. Portanto, a perspectiva para demanda de equipamentos submarinos no país é expressiva e sustentável no longo prazo e está avaliada em mais R\$ 50 bilhões até 2020.

O mercado brasileiro de equipamentos submarinos está estimado no médio prazo em aproximadamente US\$ 14 bilhões entre os anos 2010 e 2015. A estrutura de mercado dos principais equipamentos submarinos é de oligopólio, caracterizada por poucos ofertantes. Pelo lado da demanda, por sua vez, o mercado ainda é composto por praticamente um só demandante (monopsônio), a Petrobras. Ainda que tenham entrado outros operadores após a quebra do monopólio no fim do século passado, estes, em muitos casos, preferem se associar à Petrobras como operadora. Os fornecedores dos principais equipamentos submarinos, aqueles com maior valor agregado e de maior conteúdo tecnológico, são empresas estrangeiras com unidades fabris no Brasil, com exceção de uma empresa de capital nacional.

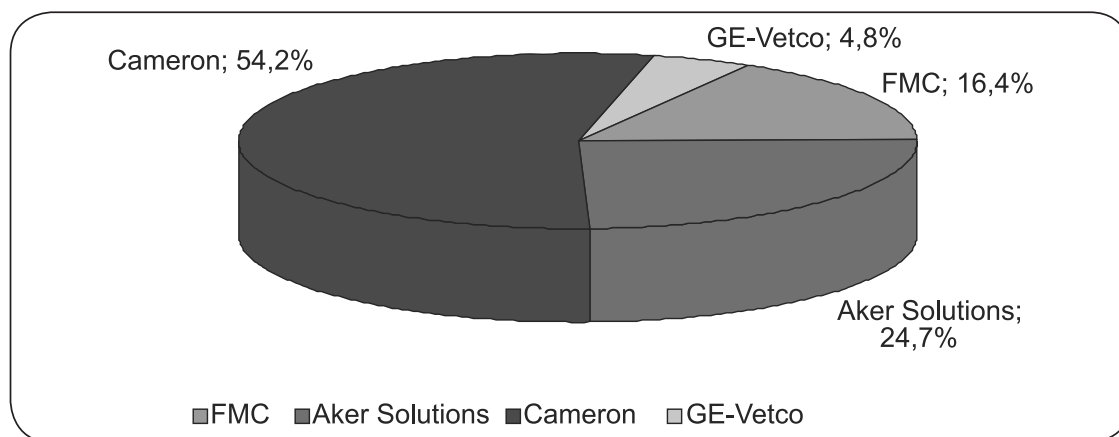
A seguir serão expostos o *market share* dos fabricantes e o balanço de oferta e demanda dos principais equipamentos submarinos no mercado brasileiro.

Árvore de Natal Molhada (ANM) e Manifold (MNF)

Atualmente, no Brasil, existem quatro empresas fornecedoras de ANM e *manifold*: Aker Solutions, FMC, Cameron e GE-Vetco. Todas as empresas

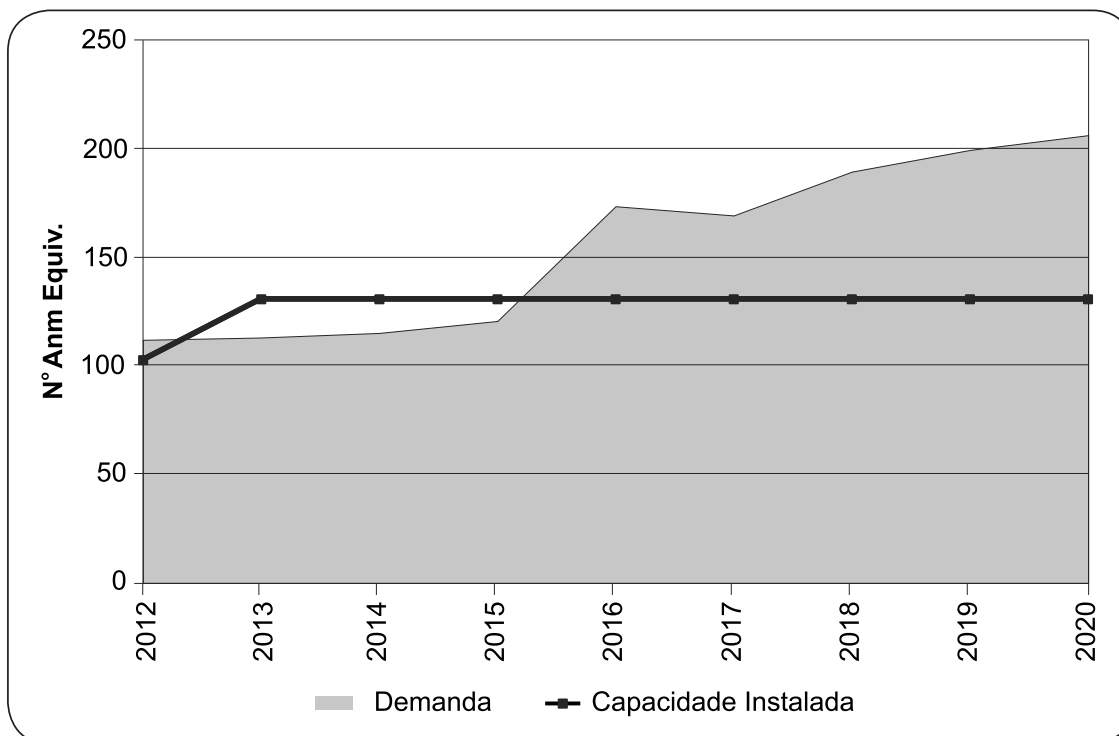
são estrangeiras, com unidades nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. O principal cliente dessas empresas é a Petrobras. O *market share* de cada uma é mostrado no Gráfico 13.

Gráfico 13 | *Market share* Brasil: árvore de natal molhada e *manifold*



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 14 | Balanço de oferta e demanda: ANM e *manifold*



Fonte: Elaboração própria.

No Brasil, a Cameron destaca-se como líder do mercado doméstico e, com a Aker Solutions, perfaz mais de 78% do mercado nacional de ANM e *manifold*.

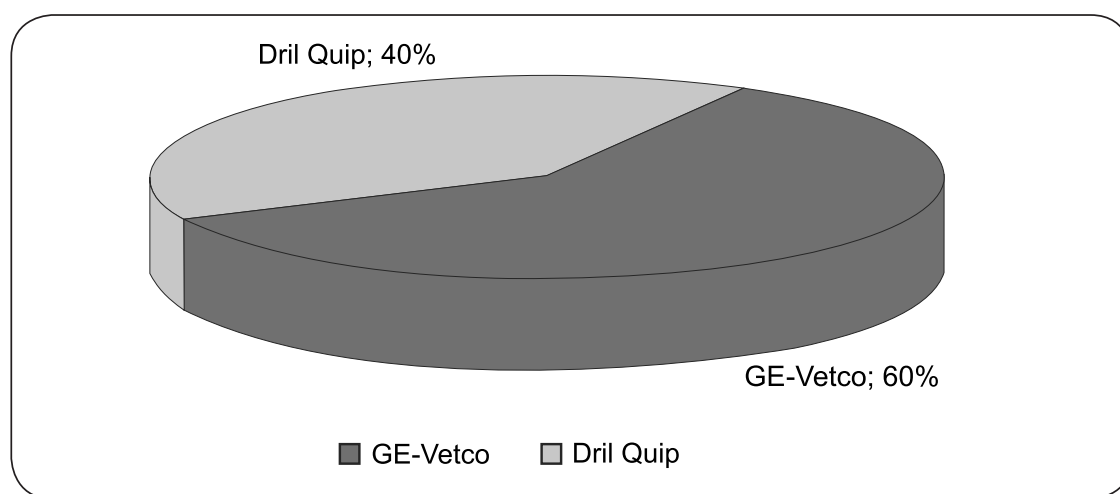
A demanda nacional por esses equipamentos é crescente ao longo do tempo, o que exigirá investimentos na ampliação da capacidade produtiva nacional para atender às necessidades das operadoras de petróleo no Brasil, em especial da Petrobras. O balanço de oferta e demanda de ANM demonstra essa necessidade (Gráfico 14).

Nota-se que a demanda por ANM e *manifold* crescerá 217% entre os anos de 2010 e 2020. Se não houver novos investimentos, será necessário importar esses equipamentos. Caso contrário, os preços internos de ANM poderão subir ou até mesmo provocar atrasos na entrada de produção de alguns projetos de petróleo e gás natural.

Cabeça de poço

No Brasil, o mercado de cabeça de poço atualmente é centrado em dois fornecedores: GE-Vetco e Dril-Quip. Ambas as empresas são estrangeiras estabelecidas no país. A primeira tem unidade fabril em São Paulo e a segunda, no Rio de Janeiro. O principal cliente de cada uma dessas empresas é a Petrobras. No Gráfico 15, é exibido o *market share* de cada empresa.

Gráfico 15 | *Market share* Brasil: cabeça de poço



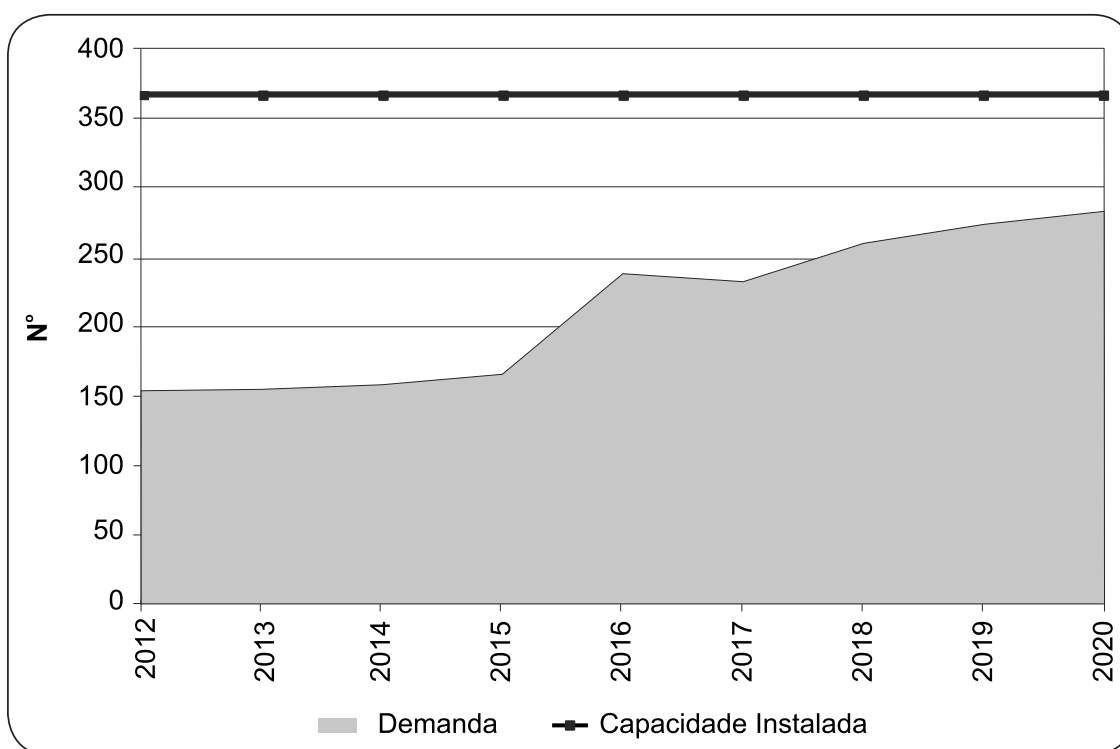
Fonte: Elaboração própria.

O mercado de cabeça de poço é caracterizado por um duopólio, no qual a GE-Vetco tem 60% de *market share*.

A capacidade instalada para a fabricação de cabeça de poço é mais do que o suficiente para atender à demanda interna tanto no médio quanto no longo prazo, conforme demonstrado no balanço de oferta e demanda (Gráfico 16).

Ainda que a demanda de cabeça de poço cresça no decorrer do tempo, não haverá necessidade de novos investimentos em ampliação para atender às necessidades dos operadores de petróleo e gás natural no país.

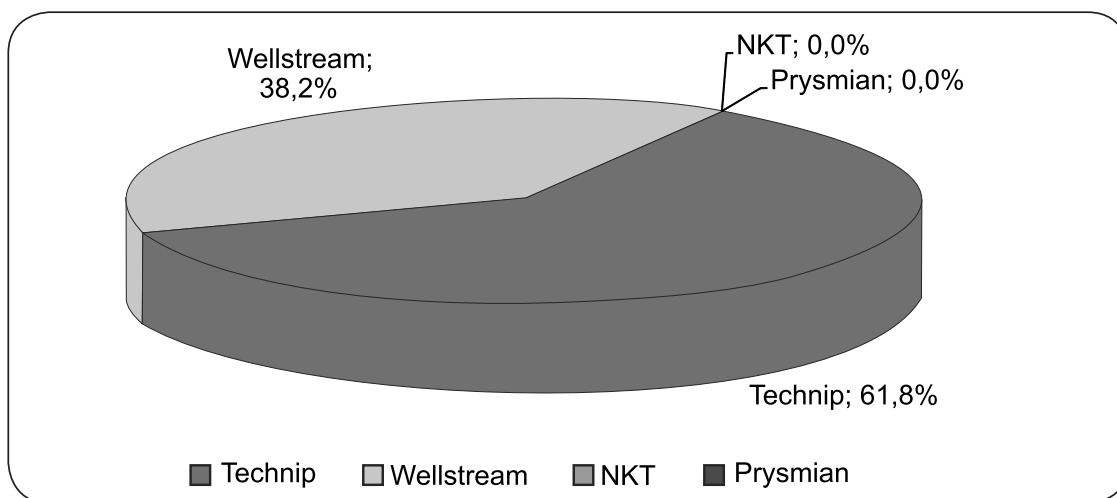
Gráfico 16 | Balanço de oferta e demanda Brasil: cabeça de poço



Fonte: Elaboração própria.

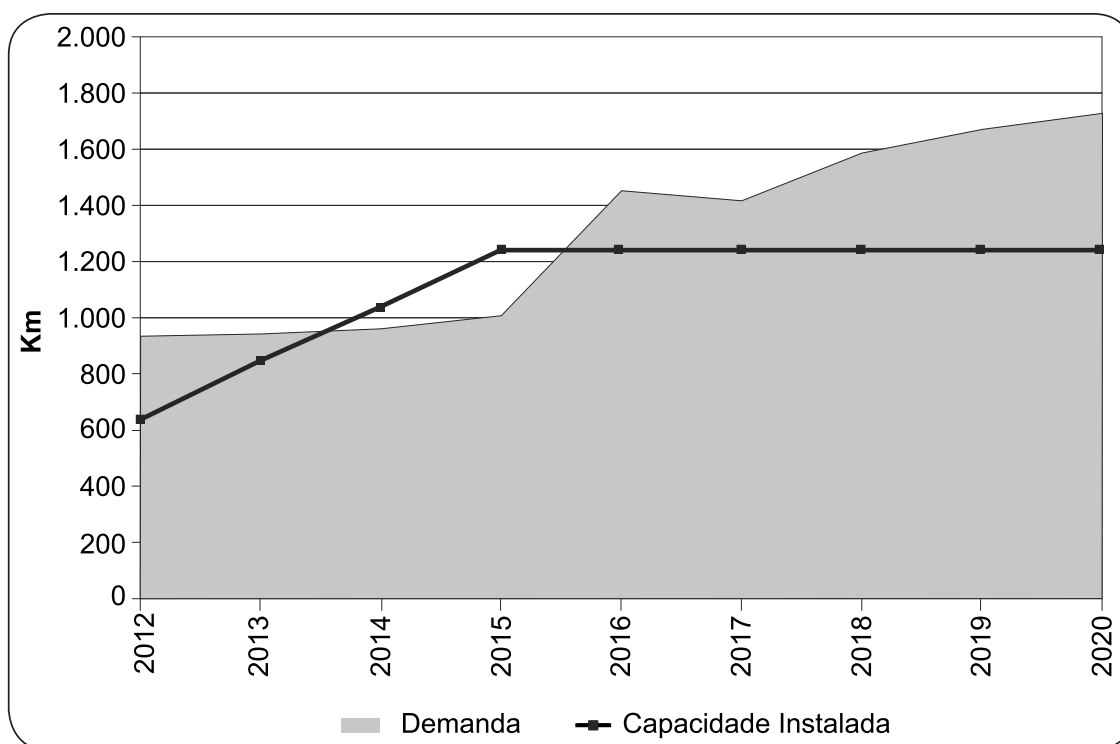
Linha flexível

Atualmente, o mercado interno de linhas flexíveis é caracterizado por um duopólio. Os atuais fornecedores desse segmento são: Technip e Wellstream, ambas empresas estrangeiras estabelecidas no país. A primeira com unidade instalada no Espírito Santo, e a outra no Rio de Janeiro. O principal cliente das duas empresas é a Petrobras. O *market share* desse mercado é exibido no Gráfico 17.

Gráfico 17 | *Market share* Brasil: linha flexível

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 18 | Balanço de oferta e demanda Brasil: linha flexível



Fonte: Elaboração própria.

Hoje, a Technip tem quase 62% do mercado nacional de linhas flexíveis. Por outro lado, está prevista para os próximos anos a entrada no mercado de duas empresas, Prysmian e NKT, e também uma nova unidade da Technip.

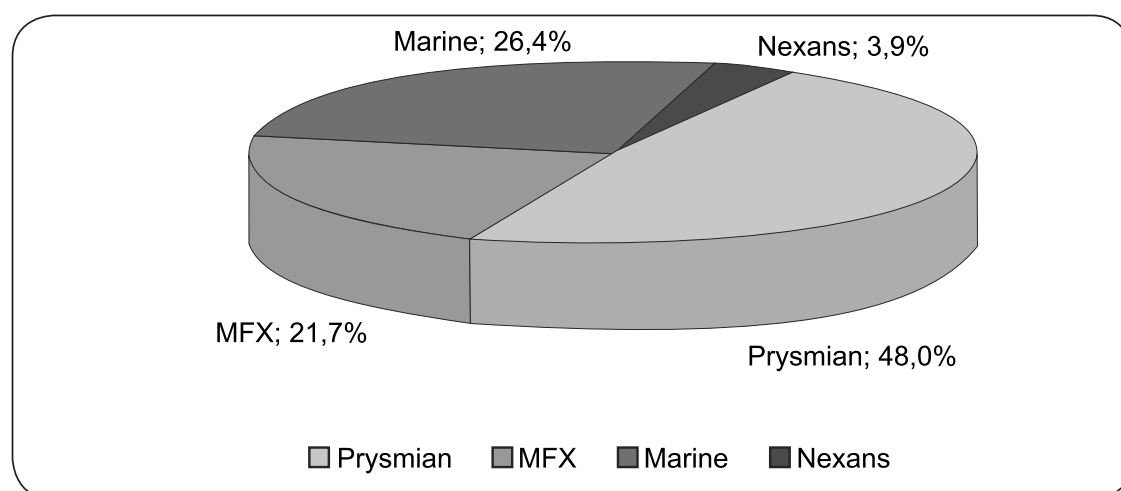
O balanço de oferta e demanda de linhas flexíveis demonstra a necessidade de investimentos em ampliação da capacidade produtiva já no curto prazo, a fim de atender à demanda crescente ao longo dos anos. Adiante, pode ser observado o balanço de oferta e demanda no decorrer do tempo (Gráfico 18).

A capacidade produtiva nacional deve crescer com a entrada da Prysmian e da NKT nesse mercado a partir do ano de 2013. Além disso, estima-se que a Technip ampliará sua capacidade instalada no ano de 2015. Ademais, haverá necessidade de mais uma ampliação da capacidade produtiva nacional a partir do ano de 2016. Caso contrário, a indústria local não poderá atender à demanda interna em sua plenitude.

Umbilical

O mercado de umbilicais é o único que tem uma empresa brasileira entre os demais atores dessa indústria. Atualmente, esse mercado é dividido entre quatro empresas: Prysmian, MFX, Mariene e Nexans. Todas as empresas dispõem de unidades no Brasil, mas somente a MFX tem controle nacional. As unidades fabris desse mercado estão localizadas nos estados do Espírito Santo, Bahia e Rio de Janeiro. Novamente, o principal cliente dessas empresas é a Petrobras. O *market share* de cada empresa é exibido no Gráfico 19.

Gráfico 19 | *Market share* Brasil: umbilical

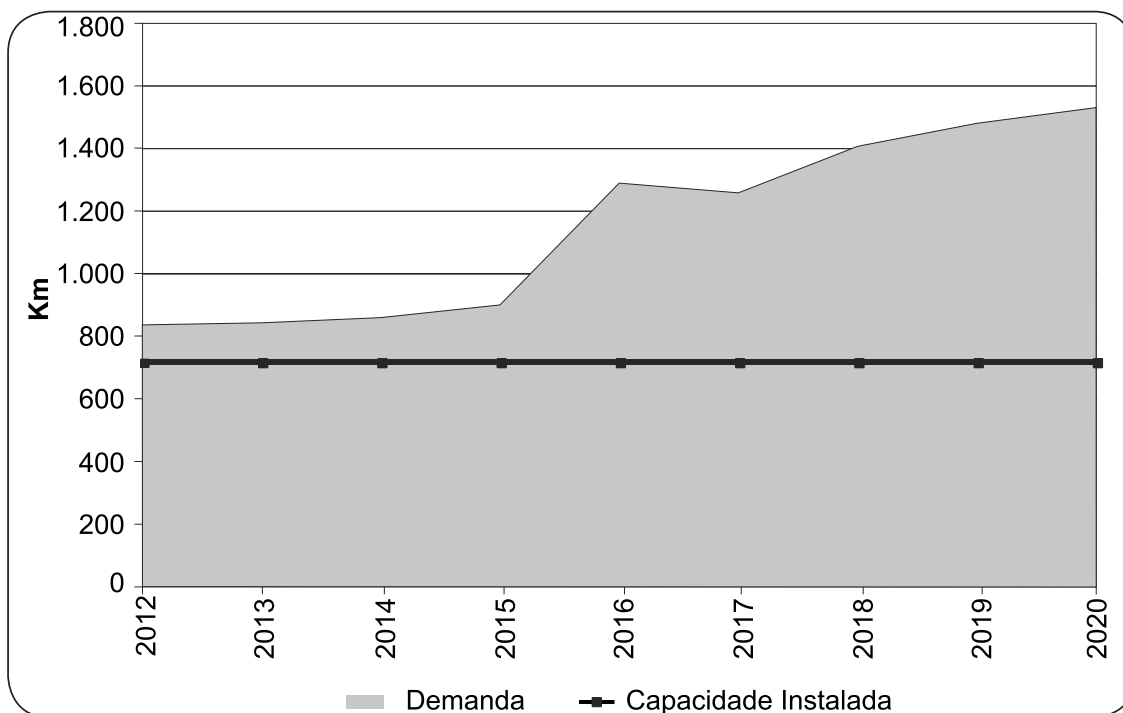


Fonte: Elaboração própria.

A Prysmian detém 48% do *market share* nacional, e a MFX quase 22% de participação neste mercado.

A atual capacidade instalada no país não será suficiente para atender a toda a demanda de médio e longo prazo que as empresas operadoras vão exigir. Haverá necessidade de ampliação da capacidade produtiva de umbilicais, ao longo do tempo, conforme demonstrado no balanço de oferta e demanda inserido no Gráfico 20.

Gráfico 20 | Balanço de oferta e demanda Brasil: umbilical



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que a demanda por umbilicais crescerá 219% entre os anos de 2010 e 2020. Caso não haja novos investimentos, será necessário importá-los, ou então haverá atraso na entrada de produção de alguns campos de petróleo e gás natural.

Conclusão

As indústrias de petróleo e de equipamentos submarinos continuarão sendo sustentáveis por mais de vinte anos, uma vez que o petróleo e o gás natural permanecerão como as principais fontes de energia no mercado global. Para atender à demanda mundial de petróleo, será necessária a produção de petróleo não convencional, especialmente em águas profundas, em que o Brasil será um dos maiores produtores. Por consequência, a demanda

por equipamentos submarinos no mercado brasileiro será uma das maiores do mundo. Embora esse mercado seja muito promissor, ele é sensível ao preço do petróleo. Em cenários de preços baixos, sua sustentabilidade fica comprometida em relação aos níveis atuais de custos da indústria *offshore* de petróleo e gás natural.

O mercado mundial dos principais equipamentos submarinos é composto por poucas empresas pelo lado da oferta, ou seja, sua estrutura é oligopolizada. Em contraste, pelo lado da demanda, existem várias empresas que necessitam desses equipamentos. Normalmente, trata-se de grandes multinacionais, algumas delas estão entre as maiores do mundo.

O Brasil será um dos grandes produtores de petróleo *offshore* do mundo. A expectativa em relação à demanda de equipamentos submarinos é vultosa ao longo dos próximos vinte anos. O mercado de equipamentos submarinos está avaliado em mais de R\$ 50 bilhões até o ano de 2020. Atualmente, os mercados dos principais equipamentos submarinos são também oligopolizados no Brasil pelo lado da oferta. Porém, pelo lado da demanda, esse mercado ainda depende praticamente de um só demandante (monopsônio), mesmo com a entrada de outros operadores depois da quebra do monopólio no fim do século passado. As empresas fornecedoras dos principais equipamentos submarinos, com maior valor agregado e de maior conteúdo tecnológico, são todas elas estrangeiras com unidades fabris no Brasil, à exceção apenas de uma empresa de capital nacional, focada na fabricação de umbilicais.

Para atender à demanda de equipamentos do tipo ANM, linhas flexíveis e umbilicais, haverá necessidade de novos investimentos para aumentar a capacidade produtiva ao longo do tempo. Alguns fabricantes estão planejando ampliar sua capacidade instalada nos próximos anos. Em breve, três novas plantas de linhas flexíveis devem ser implantadas, bem como deve ser ampliada a capacidade instalada para fabricação de ANM. Já a atual oferta para suprir a demanda por cabeça de poço é suficiente tanto no curto quanto no longo prazo.

Os investimentos de expansão poderão ser realizados pelos atuais atores do setor ou por novos entrantes, uma vez que a necessidade de investimento é vultosa no curto e no longo prazo. Alguns dos novos entrantes poderão ser empresas nacionais fornecedoras das empresas multinacionais instaladas no país, permitindo que estas passem a entregar o equipamento submarino completo e não um simples componente do produto final. Além disso,

também poderão ser estimuladas algumas empresas nacionais a ingressar em segmentos que não atuam na própria indústria de equipamentos para o setor de petróleo e gás. Ademais, há a possibilidade de algumas empresas de outros setores passarem a ser também fornecedoras de equipamentos submarinos para indústria de óleo e gás. Para que isso se torne realidade, é necessária maior capacitação e desenvolvimento tecnológico por parte dos possíveis novos entrantes nacionais no mercado de equipamentos submarinos. Dessa forma, no futuro, haveria maior adensamento da cadeia produtiva de petróleo e gás *offshore* nacional e maior agregação de valor para o país.

Referências

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. *Produção Nacional de Petróleo e LGN (barris equivalentes de petróleo)*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=59236&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebu st=1332773504056>>. Acesso em: set. de 2011.

BP – BRITISH PETROLEUM. *BP Energy outlook 2030 summary tables*. In: BP – BRITISH PETROLEUM. *BP Energy outlook 2030*. Disponível em: <<http://www.bp.com/energyoutlook2030>>. Acesso em: set. de 2011.

_____. *Energy Outlook 2030 Booklet*. In: BP – BRITISH PETROLEUM. *BP Energy outlook 2030*. Disponível em: <http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/O/2012_2030_energy_outlook_booklet.pdf>. Acesso em: set. de 2011.

EIA – U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. *Spot Price – WTI*. Disponível em: <http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm>. Acesso em: set. de 2011.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. MME/EPE 2011. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>>. Acesso em: set. de 2011.

ESTEFEN, T. P. *et al.* *Subsea production system for gas field offshore Brazil*. Projeto apresentado na International Student Offshore Design Competition 2005 – Departamento de Arquitetura Naval e Engenharia Oceânica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/53576529/12/Pipe-Line-End-Manifold-PLEM>>. Acesso em: 9 de set. de 2011.

FMC TECHNOLOGIES. *Subsea wellheads*. Disponível em: <<http://www.fmctechnologies.com/en/SubseaSystems/Solutions/SubseaOnDemand/Wellheads.aspx>>. Acesso em: 10 de set. de 2011.

IHS CERA. Apresentação Global IHS CERA Scenarios and World Oil Markets. Apresentação realizada na IV Eurasian Energy Forum Kazenergy de 25 de setembro de 2008.

INFIELD THE ENERGY ANALYSTS. Subsea Market Report to 2015. 2011. Disponível em: <<http://www.infield.com/brochures/subsea-oil-gas-market-forecast-report.pdf>>. Acesso em: 10 de set. de 2011.

MENDES, A. P. A. *Os efeitos da geopolítica na volatilidade do preço do petróleo*. Rio Oil & Gas Expo and Conference, 15, 2010, Rio de Janeiro. Trabalhos técnicos. Trabalho IBP2551_10. Bloco 5 - Perspectivas Jurídicas e Econômicas. Disponível em: http://200.189.106.137/contemporary/sysbibli_anexos/IBP2551_10.pdf

QUEST OFFSHORE RESOURCES, Inc. Apresentação Subsea Market Quest Subsea Database Q3 2010 Update, de 17 novembro de 2010.

TAVARES, J. C. V. *et al. Apostila de equipamentos submarinos*. 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABKGUAH/apostila-equipamentos-submarinos>>. Acesso em: 10 de setembro de 2011.

THOMAS, J. E. *et al. Fundamentos de engenharia de petróleo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

YONG, B.; QIANG, B. *Subsea engineering handbook*. Houston: Elsevier, 2010.

Tendências Internacionais e Oportunidades para o Desenvolvimento de Competências Tecnológicas na Indústria Brasileira de Vacinas

André Landim
Vitor Pimentel
Renata Gomes
João Paulo Pieroni*

Resumo

Na última década, o mercado de vacinas voltou a figurar entre os segmentos de maior dinamismo da indústria farmacêutica mundial. O avanço da biotecnologia moderna contribuiu decisivamente para o desenvolvimento de vacinas inovadoras e retorno do interesse das grandes multinacionais. O elevado crescimento abre espaço, ainda, para uma ampliação da presença das empresas localizadas em mercados emergentes no renovado mercado de vacinas.

No Brasil, a existência de uma base industrial expressiva aliada à tendência de incorporação de novas vacinas ao calendário básico de imunização

* Respectivamente, engenheiro, economista, engenheira e gerente setorial do Departamento de Produtos Intermediários Químicos e Farmacêuticos da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Maurício Neves, Pedro Palmeira, Tânia Tinoco, Carla Reis e Filipe Lage. Eventuais erros remanescentes são de responsabilidade exclusiva dos autores.

representa uma oportunidade para o fortalecimento dos produtores locais. Este trabalho tem como objetivos mapear tendências de mercado e identificar estratégias para incorporação de tecnologias prioritárias na indústria brasileira de vacinas.

Introdução

A indústria mundial de vacinas atravessa um novo e mais dinâmico período. Impulsionado pelo desenvolvimento de produtos de alto valor agregado para necessidades não atendidas em saúde, o segmento de vacinas voltou a figurar entre os mais promissores para a indústria farmacêutica mundial.

Até o ano 2000, as grandes companhias farmacêuticas e as empresas de biotecnologia viam o mercado de vacinas com limitadas oportunidades para geração de receitas. A existência de muitos produtos maduros com preços baixos e o elevado poder de barganha dos governos de países em todo o mundo, aliados ao fato de que, em geral, o que se busca é proteção vacinal para toda a vida do indivíduo, contribuíram para a redução da atratividade da indústria.

A recente mudança no mercado de vacinas, caracterizada pelo retorno do interesse das grandes companhias farmacêuticas, pode ser atribuída, em grande parte, à maturação das descobertas ocorridas na área da biotecnologia nas décadas de 1980 e 1990. A nova trajetória tecnológica e o maior conhecimento dos mecanismos biológicos e do sistema imunológico humano permitiram a remoção de muitas das barreiras técnicas que limitavam o desenvolvimento de novas vacinas.

O renovado interesse da indústria fica ainda mais evidente quando considerado o atual processo de expiração de patentes de medicamentos líderes em vendas, com consequente diminuição de receitas em função da competição de genéricos. O desenvolvimento e a produção de vacinas para a prevenção e, mais recentemente, tratamento de doenças como meningite e câncer surgem como uma fonte alternativa de receita, atraindo a atenção das grandes companhias farmacêuticas.

No Brasil, desde a criação do Programa Nacional de Imunização (PNI) em 1973, houve um significativo investimento estatal em laboratórios públicos para a produção de vacinas. Atualmente, os dois principais produtores nacionais, o Instituto Butantan e o Instituto de Imunobiológicos da Fiocruz

(Bio-Manguinhos), atendem à quase totalidade da demanda do Ministério da Saúde.

Apesar do reconhecimento internacional do sucesso brasileiro nas ações de imunização, a sustentabilidade do PNI diante da demanda da sociedade pela inclusão dos novos desenvolvimentos da indústria de vacinas representa um grande desafio às autoridades de saúde no país. Esse cenário exige a capacitação tecnológica e competitiva para o desenvolvimento e produção local dos novos produtos. Dessa forma, abre-se uma oportunidade para internalizar competências tecnológicas nos produtores locais ao mesmo tempo em que se amplia o atendimento às necessidades de saúde.

Este trabalho tem como objetivos mapear as tendências de mercado e identificar estratégias e plataformas tecnológicas prioritárias para apoio na indústria brasileira de vacinas. Ele representa a continuidade de uma série de estudos realizados pelo BNDES para orientar sua atuação na construção de competências produtivas e de inovação em biotecnologia na indústria farmacêutica brasileira.¹ O segmento de vacinas foi selecionado por sua relevância no grupo de produtos biotecnológicos e pelo potencial de aproximação da atual fronteira tecnológica, bem como sua grande interface com o atendimento das necessidades de saúde da população brasileira.

Para isso, a equipe do BNDES realizou entrevistas com os principais atores da indústria brasileira de vacinas (Ministério da Saúde, Anvisa e laboratórios públicos) e empreendeu uma breve revisão bibliográfica sobre as principais tendências tecnológicas e de mercado no segmento de vacinas.

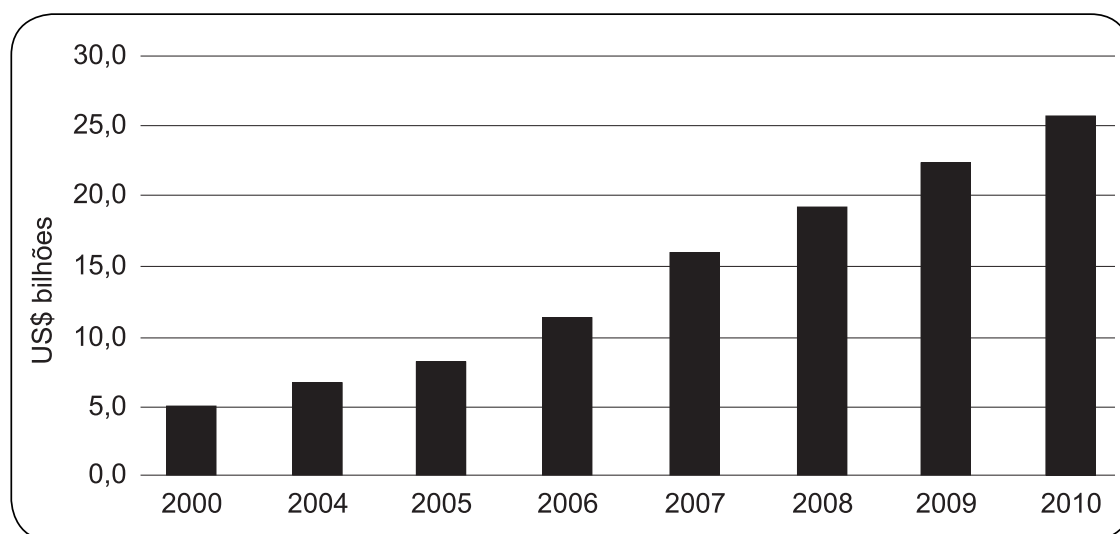
O texto encontra-se assim dividido: depois desta introdução, são discutidas as principais tendências do mercado mundial de vacinas. A terceira seção aborda os processos de P&D e de produção de vacinas, além das tecnologias existentes. As principais tendências tecnológicas são descritas na quarta seção. Direcionando o olhar para o mercado brasileiro, a quinta seção aborda aspectos do mercado e da indústria de vacinas no Brasil, como a base industrial existente e os principais produtos em desenvolvimento. A sexta seção busca inferir o estágio tecnológico atual dos produtores públicos e perspectivas de investimentos. A sétima expõe considerações finais e propostas para atuação do BNDES.

¹ Reis *et al.* (2009); Reis, Pieroni e Souza (2010); Reis, Landim e Pieroni (2011).

Mercado mundial de vacinas

O mercado mundial de vacinas² cresceu cinco vezes na última década, atingindo cerca de US\$ 25 bilhões em 2010. O elevado crescimento (17% ao ano) se deve, em grande parte, à introdução de produtos inovadores e evidencia o maior dinamismo do mercado de vacinas em relação ao farmacêutico, que cresceu 9% a.a na última década. O Gráfico 1 mostra a evolução do mercado mundial de vacinas.

Gráfico 1 | Mercado mundial de vacinas



Fontes: Kamara; Kaddar (2010); Evaluate Pharma (2011).

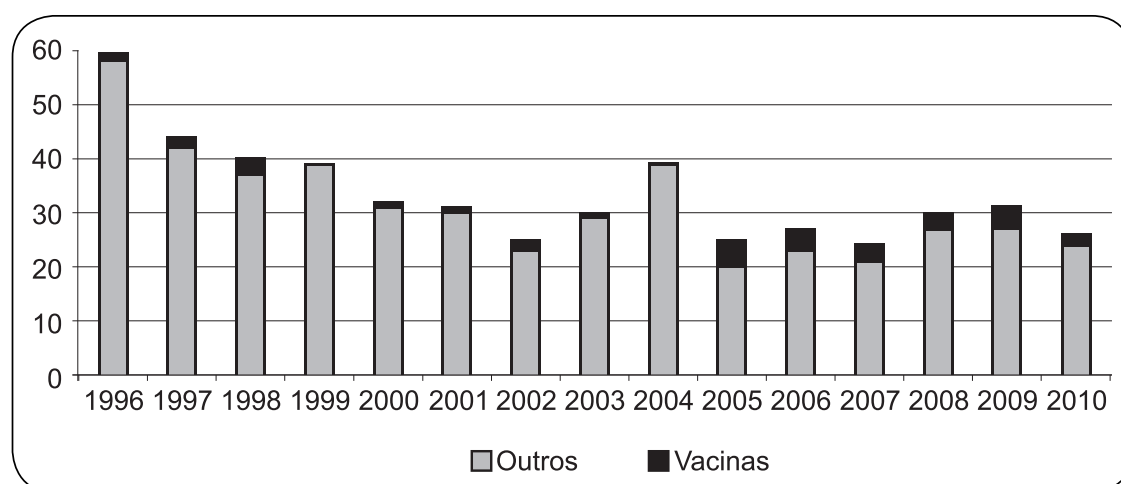
A retomada do crescimento da indústria de vacinas surge em um contexto de queda de rentabilidade do mercado de medicamentos, principalmente em função do processo de expiração de patentes de produtos importantes, do aumento da concorrência dos medicamentos genéricos e da queda da produtividade dos investimentos em P&D [Reis; Landim; Pieroni (2011)].

Apesar da queda da produtividade de P&D de medicamentos, expressa na redução do número de novos medicamentos aprovados pelo *Food and*

² Vacinas são produtos biológicos que contêm uma ou mais substâncias antigênicas que, quando inoculados, são capazes de induzir imunidade e proteger contra a doença causada pelo agente infeccioso que originou o antígeno. As vacinas podem ser virais ou bacterianas, variando de acordo com o agente causador da doença (Anvisa). Nesse texto, também será utilizado o termo imunobiológicos como sinônimo de vacinas.

Drug Administration (FDA), observa-se o crescimento substancial da participação das vacinas no total de novos produtos aprovados. Esse percentual passou de 3% no período 1996-2004 para 13% entre 2005 e 2010, quando 21 vacinas foram lançadas no mercado (Gráfico 2).

Gráfico 2 | Novos medicamentos aprovados pelo FDA



Fonte: Peng (2011).

Além de maior número de produtos lançados, as novas vacinas têm alto valor agregado e podem ser incluídas na categoria de medicamentos *blockbusters*, com vendas anuais superiores a US\$ 1 bilhão, como pode ser observado no Quadro 1. Esse movimento tem contribuído para um aumento da participação relativa do mercado de imunobiológicos no mercado farmacêutico global. Em 2010, a participação chegou a 3,6%, a quarta maior entre todas as classes de produtos, atrás apenas de oncológicos, antidiabéticos e antirreumáticos [Evaluate Pharma (2011)].

Do ponto de vista da estrutura de mercado, o segmento de vacinas pode ser considerado um oligopólio, com elevado grau de concentração. As cinco principais empresas detêm cerca de 88% do mercado (Gráfico 3).

Espera-se que a concentração do segmento se mantenha nos próximos anos, em função das barreiras à entrada impostas pelos elevados investimentos necessários para o desenvolvimento e a produção de imunobiológicos e registro de produtos similares. Vale ressaltar que no segmento de vacinas e outros produtos biológicos, de maneira geral, é necessária a realização de testes clínicos comparativos em relação ao produto de referência para ob-

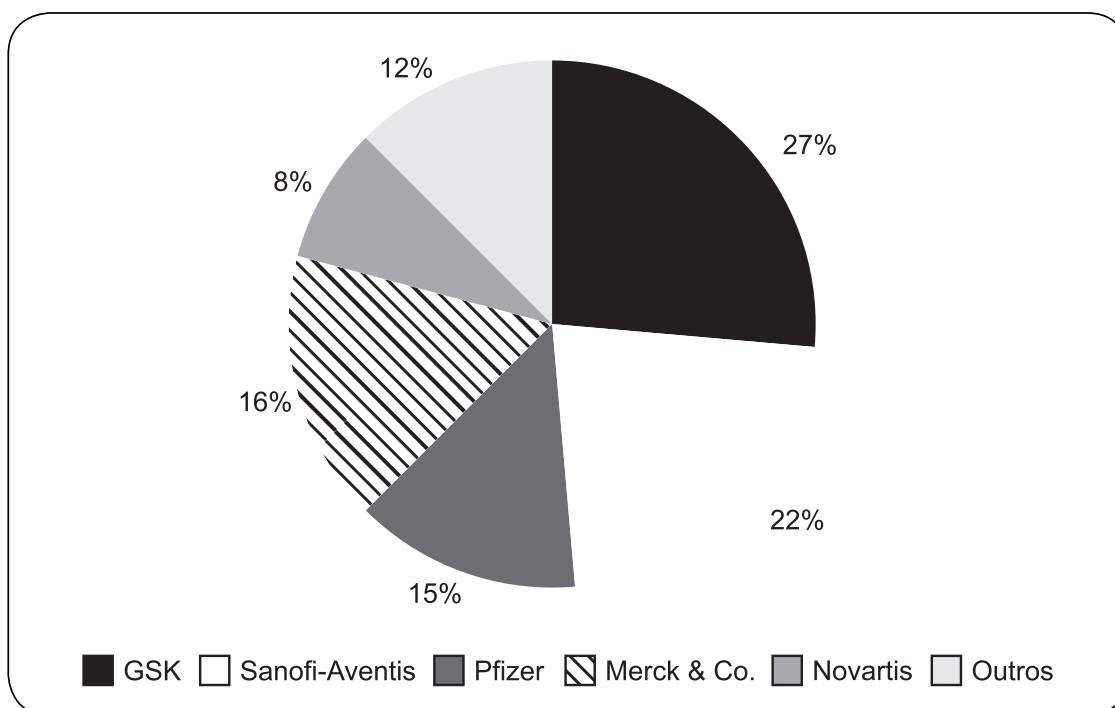
tenção de registro de um similar, o que eleva significativamente o custo da estratégia imitativa.³

Quadro 1 | Vacinas mais vendidas no mundo (2010)

Produto	Nome genérico	Companhia	US\$ bilhões
Prevnar 13	Vacina pneumocócica	Pfizer (Wyeth)	2,4
PENTAct-HIB	DTPw, Hib e pólio	Sanofi-Aventis	1,3
Fluzone	<i>Influenza</i>	Sanofi + Sanofi Pasteur MSD	1,3
Vacina contra hepatites	Vacina contra hepatites A e B	GSK	1,1
Pediatric	DTP, Hib e pólio	GSK	1,1

Fonte: Evaluate Pharma (2011).

Gráfico 3 | Participação no mercado mundial de vacinas – 2010 (%)



Fonte: Pharma (2011).

³ Conforme será abordado mais adiante, os produtos biológicos são moléculas muito maiores e mais complexas do que aquelas obtidas por síntese química; por esse motivo, os biossimilares requerem testes clínicos, o que é dispensado para os genéricos sintéticos, para os quais basta a realização de testes de bioequivalência em laboratório.

Impulsionado pelo crescente potencial do mercado, o segmento de vacinas passou por um intenso período de fusões e aquisições nos últimos anos, o que resultou na entrada de três grandes multinacionais (Johnson & Johnson, AstraZeneca e Novartis). Por outro lado, as companhias já com atuação em imunobiológicos buscaram reafirmar sua posição com a aquisição de outras empresas, a fim de ampliar sua participação de mercado ou seu acesso a novas tecnologias. O Quadro 2 exhibe algumas das principais transações ocorridas entre 2005 e 2010.

Quadro 2 | Aquisições na indústria de vacinas

Adquirente	Adquirido	Valor (US\$ milhões)	Objetivo	Ano
Novartis (Suíça)	Chiron (EUA)	5.400	Entrada no mercado de vacinas	2005
GSK (Reino Unido)	ID Biomedical (Canadá)	1.700	Liderança no mercado de vacinas para <i>influenza</i> e expansão no mercado norte-americano	2005
GSK (Reino Unido)	Corixa (EUA)	300	Fortalecimento em P&D e ampliação de <i>pipeline</i>	2005
Pfizer (EUA)	Powder Med (Reino Unido)	300	Incorporar nova plataforma tecnológica e ampliação de <i>pipeline</i> em <i>influenza</i> e doenças virais crônicas	2006
AstraZeneca (Reino Unido)	MedImmune (EUA)	15.600	Entrada no mercado de vacinas	2006
Sanofi Pasteur (França)	Acambis (Reino Unido)	549	Ampliação de <i>pipeline</i> , desenvolvimento de nova vacina contra a gripe, contratos de longo prazo para fornecimento de vacinas para governos	2008
Sanofi Pasteur (França)	Shantha Biotechnics (Índia)	781	Ampliação de <i>pipeline</i> e crescimento em mercados emergentes	2009
Johnson&Johnson (EUA)	Crucell (Suíça)	2.400	Entrada no mercado de vacinas, aquisição de plataformas tecnológicas, desenvolvimento de outros medicamentos biológicos	2010

Fonte: Elaboração própria.

Mesmo com a entrada de novos competidores, a tendência é de que apenas um pequeno número de empresas tenha condições de aproveitar as oportunidades de crescimento do mercado de vacinas nos próximos anos.

Do ponto de vista da demanda, o mercado de vacinas pode ser dividido em dois grandes segmentos. No mercado privado, mesmo com a eventual participação de seguros de saúde, a demanda é pulverizada, possibilitando a comercialização de produtos mais novos,⁴ como as vacinas pneumocócicas e meningocócicas, a preços elevados. Estima-se que o mercado privado de imunobiológicos represente mais de 90% do mercado global de vacinas.

Já o mercado público e de organizações internacionais, como a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), apresenta características específicas, como o elevado poder de barganha dos demandantes institucionais. Esse mercado será objeto de análise mais detalhada na seção a seguir.

Mercado público e organizações internacionais

O mercado de vacinas adquiridas por organizações internacionais e governos nacionais envolve, em especial, vacinas tradicionais, de menor custo, como as vacinas monovalentes contra a paralisia infantil (poliomielite), tuberculose e tétano e vacinas polivalentes conjugadas, como a tetravalente (DTP+Hib).⁵ Entretanto, produtos mais novos, como as vacinas pneumocócicas e contra papiloma vírus humano (HPV), já começam a ser incorporados no calendário de vacinação de alguns países.⁶

As aquisições de vacinas por organismos internacionais são de grande relevância para o atendimento das necessidades de saúde em países pouco desenvolvidos, uma vez que a imunização é a melhor alternativa quanto ao custo-efetividade para diversas doenças endêmicas em países pobres.

⁴ Uma pequena parcela do mercado para vacinas inovadoras é pública, e envolve principalmente ações específicas de imunização em países desenvolvidos. Os preços, nesse caso, podem ser consideravelmente mais baixos, mas ainda atrativos para as grandes companhias farmacêuticas produtoras de vacinas inovadoras.

⁵ Difteria, tétano e *pertussis* combinados com *haemophilus influenzae* tipo B (Hib conjugada), causadora de doenças como meningite, sinusite e pneumonia.

⁶ A vacina pneumocócica foi inserida no calendário de vacinação de países como Quênia e Guiana por meio do Programa Ampliado de Imunização (PAI).

Em âmbito internacional, destaca-se o Programa Ampliado de Imunização (PAI), criado pela OMS, em 1974, com o objetivo de universalizar um calendário mínimo de vacinas em todo o mundo. O programa incluía originalmente a vacinação de crianças contra tuberculose, poliomielite, difteria, tétano, coqueluche e sarampo. Ao longo dos anos, mais produtos foram inseridos no programa, como as vacinas contra hepatite B (HepB), febre amarela e *influenza*.

Com o objetivo de ampliar a atuação do PAI, em 1999 foi criada a Aliança Global para Vacinas e Imunização (Gavi), direcionada, sobretudo, aos países mais pobres. Os recursos da Aliança são provenientes de agências e instituições das Nações Unidas (OMS, Unicef, Banco Mundial), institutos públicos de saúde, governos, indústria privada e organizações não governamentais (ONGs).

As ações de imunização coordenadas pelas organizações multilaterais contribuíram de forma significativa para a ampliação da cobertura global de vacinação. Por exemplo, o percentual de crianças que receberam a vacina DTP foi de 85% em 2010; antes da criação do PAI, a cobertura era inferior a 5%.

O Unicef adquiriu, em 2010, cerca de US\$ 757 milhões em vacinas, tornando-se a principal instituição demandante de produtos destinados ao Programa Ampliado de Imunização (PAI). Ainda em 2010, a aquisição de vacinas pela Gavi somou US\$ 360 milhões, envolvendo especialmente produtos contra hepatite B, *influenza*, febre amarela e meningite meningocócica. Assim, é possível inferir que o mercado de organismos multilaterais de vacinas tenha sido da ordem de US\$ 1,1 bilhão no mesmo ano [Unicef (2011)].

As compras de imunobiológicos por agências internacionais são fundamentais para a redução de preços e ampliação do acesso em países pouco desenvolvidos, além de oferecer oportunidades para novos entrantes no mercado, especialmente de países emergentes. A inserção de novos produtores contribui para uma redução ainda maior dos preços praticados pelas grandes multinacionais farmacêuticas. Como exemplo, o preço de aquisição da vacina pentavalente, produzida pela GSK, foi reduzido em 20% em virtude da qualificação da companhia indiana Serum Institute como fornecedor pela OMS [Unicef (2011)].

Para que um produtor adquira condições de fornecer vacinas para programas internacionais, é preciso passar por um processo de qualificação que envolve o atendimento de diferentes requisitos técnicos e sanitários, como Boas Práticas de Fabricação (BPF), Boas Práticas de Laboratório (BPL) e Boas Práticas Clínicas (BPC)^{7, 8} [Dellepiane (2008)].

A OMS presta assessoria ao Unicef e a outras agências ligadas às Nações Unidas em relação aos requisitos necessários para a compra de vacinas. Esse processo, conhecido como pré-qualificação, visa garantir que os produtos disponibilizados sejam seguros, eficazes e apropriados para o uso concomitante com as demais vacinas inseridas nos calendários recomendados.

Em novembro de 2011, havia trinta produtores pré-qualificados, dos quais 19 em países desenvolvidos e 11 em países em desenvolvimento. Os países com maior número de produtores pré-qualificados são Índia (quatro), EUA (três) e República da Coreia (três). No Brasil, apenas o Instituto de Imunobiológicos da Fiocruz (Bio-Manguinhos) fabrica produtos pré-qualificados para fornecer ao PAI [OMS (2011)].

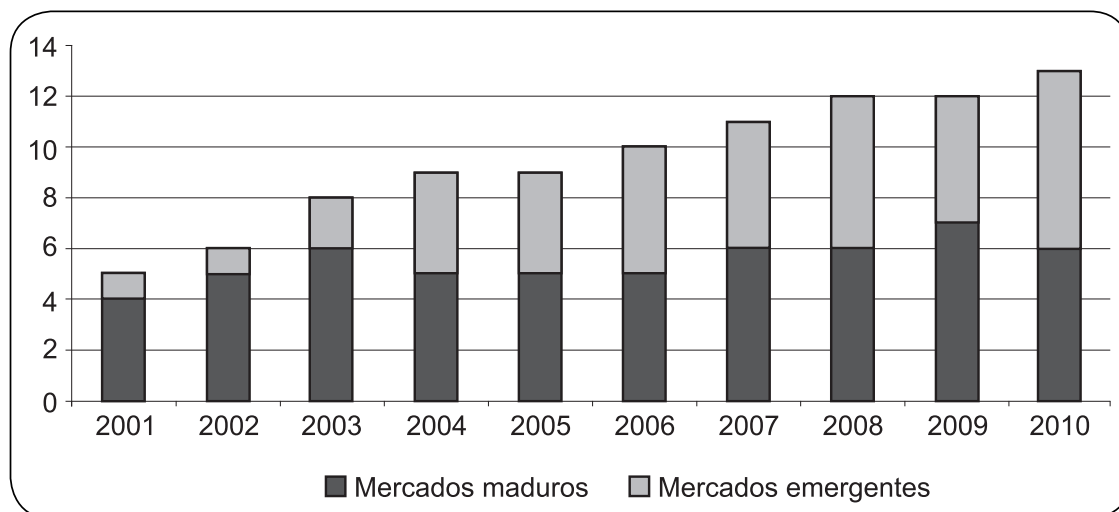
No caso da Gavi, a série histórica de fornecedores ativos revela o crescimento do número de fornecedores de países emergentes, que em 2010 pela primeira vez ultrapassou o de países com mercados maduros (Gráfico 4).

Para produtores localizados em países emergentes, o fornecimento de vacinas para programas internacionais representa uma oportunidade de fortalecimento de sua competitividade. Por um lado, a necessidade de adequação às normas sanitárias internacionais proporciona um avanço em relação à qualidade dos produtos; por outro, a exportação expõe as instituições à competição internacional, o que requer melhorias de produtividade, ganhos de escala e maior eficiência na gestão. A participação nesse mercado proporciona, ainda, a internalização de competências na área de desenvolvimento e produção de imunobiológicos e biológicos em geral.

⁷ A avaliação dos dados clínicos leva em consideração a população-alvo e a epidemiologia do país em questão.

⁸ As Agências Regulatórias Nacionais (ARN) desempenham um papel essencial no processo, principalmente na certificação de BPF, e, assim como os produtores de vacinas, devem ser pré-qualificados pela OMS. Entre os principais requisitos para pré-qualificação de ARNs, está a necessidade da existência de normas para registro de produtos biológicos, inspeção, controle de qualidade e farmacovigilância.

Gráfico 4 | Número de produtores de vacinas que atendem à Aliança Global para Vacinas e Imunização



Fonte: Unicef (2011).

Principais atores da indústria

Os desafios presentes no desenvolvimento e na produção de vacinas vão além da identificação do potencial de antígenos e do domínio das tecnologias envolvidas no processo produtivo. Fatores como o aumento dos custos de P&D e novas formas de organização das atividades de produção e desenvolvimento abrem espaço para a crescente participação de novos elementos na cadeia, como as empresas de biotecnologia e prestadores de serviços especializados. O papel dos principais atores inseridos na cadeia de pesquisa, desenvolvimento e produção de vacinas é resumido a seguir:

Grandes multinacionais farmacêuticas: o grupo composto pelas maiores companhias que dominam o mercado mundial de vacinas tem grande competência na identificação do potencial de mercado de novos produtos. Atuam no desenvolvimento, produção, registro e comercialização de vacinas. Algumas dessas atividades, no entanto, são cada vez mais realizadas por terceiros, como a pesquisa básica (conduzida por instituições acadêmicas fora das companhias) e a produção [OMS (2009)].

Empresas de biotecnologia: concentram suas atividades no desenvolvimento pré-clínico e testes clínicos⁹ até fase II, com crescente

⁹ De forma resumida, a fase pré-clínica compreende testes em células humanas cultivadas em laboratório e testes em animais. A etapa de testes clínicos em humanos compreende três fases: na fase I, é feita a avaliação da segurança; na fase II, o objetivo é a avaliação de dose-resposta e o melhor esquema terapêutico ou vacinal; a fase III visa avaliar a eficácia do produto e envolve um grande número de indivíduos.

importância para inovação em imunobiológicos. Apesar de seu papel fundamental na cadeia de desenvolvimento de vacinas, as empresas de biotecnologia têm limitações estruturais e financeiras para atuação na condução de testes clínicos em fase III, na produção e na comercialização, motivo pelo qual muitas dessas empresas são adquiridas por grandes companhias. O modelo de negócio dessas empresas baseia-se no desenvolvimento de produtos para licenciamento ou venda para as grandes companhias.

Produtores localizados em países emergentes: grupo formado por empresas e instituições públicas e privadas com grande capacidade instalada para produção de vacinas. A oferta é voltada para o abastecimento do mercado interno e programas internacionais de imunização, principalmente os financiados pela OMS. As atividades de P&D são direcionadas para a criação de novas combinações de vacinas, com pequena contribuição para o desenvolvimento de inovações radicais.

Prestadores de serviços: Grupo formado principalmente por Contract Research Organizations (CROs) e Contract Manufacturing Organizations (CMOs),¹⁰ cada vez mais utilizados por grandes companhias farmacêuticas para a condução de testes clínicos e produção em grande escala com baixo custo, sobretudo na Ásia, com destaque para a Índia. A internalização de competências em decorrência da prestação de serviços especializados pode contribuir para que as organizações contratadas tenham condições de participar de etapas mais intensivas em tecnologia na cadeia produtiva de vacinas.

A Figura 1 expõe um resumo das interações entre os diferentes atores da cadeia de vacinas e seus respectivos mercados:

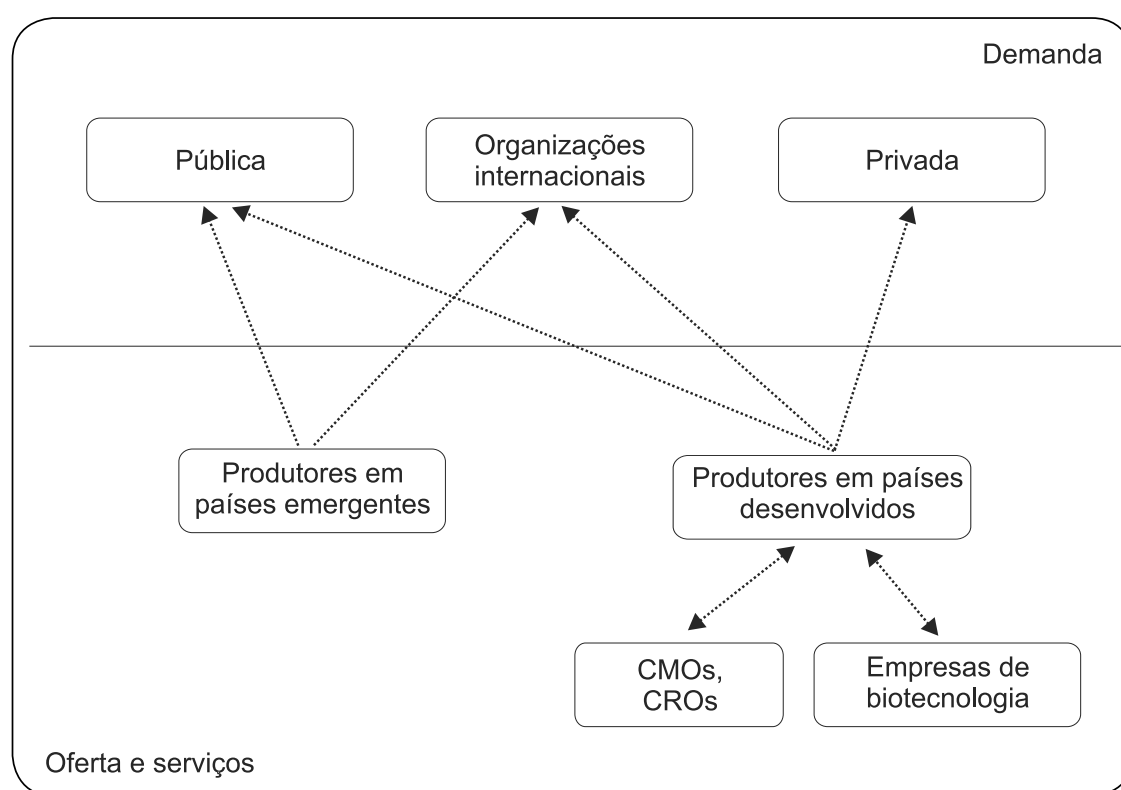
Desenvolvimento e produção de vacinas

As vacinas são produtos biológicos baseados em organismos vivos, com estruturas moleculares complexas e cujos processos de desenvolvimento e produção podem variar consideravelmente, assim como os requisitos regu-

¹⁰ Contract Research Organizations (CROs) são organizações que oferecem serviços de suporte à pesquisa para companhias farmacêuticas. De maneira geral, os serviços prestados pelas CROs incluem, entre outros, o desenvolvimento de biomedicamentos, pesquisa pré-clínica e clínica e coordenação de testes clínicos. Contract Manufacturing Organizations (CMOs) são organizações que oferecem serviços de manufatura de fármacos e medicamentos.

latórios a que devem atender para que sejam produzidos e comercializados. Em função dessas características, os processos de P&D, registro e produção de vacinas têm elevado custo e complexidade. O tempo médio para desenvolvimento de uma vacina inovadora é de 12 anos, e o custo total pode atingir US\$ 1 bilhão para um produto inovador. O conhecimento sobre as diferentes tecnologias, aspectos regulatórios e *pipeline* de desenvolvimento é essencial para um entendimento adequado da situação atual, limitações e tendências para esse mercado.

Figura 1 | Dinâmica do mercado global de vacinas



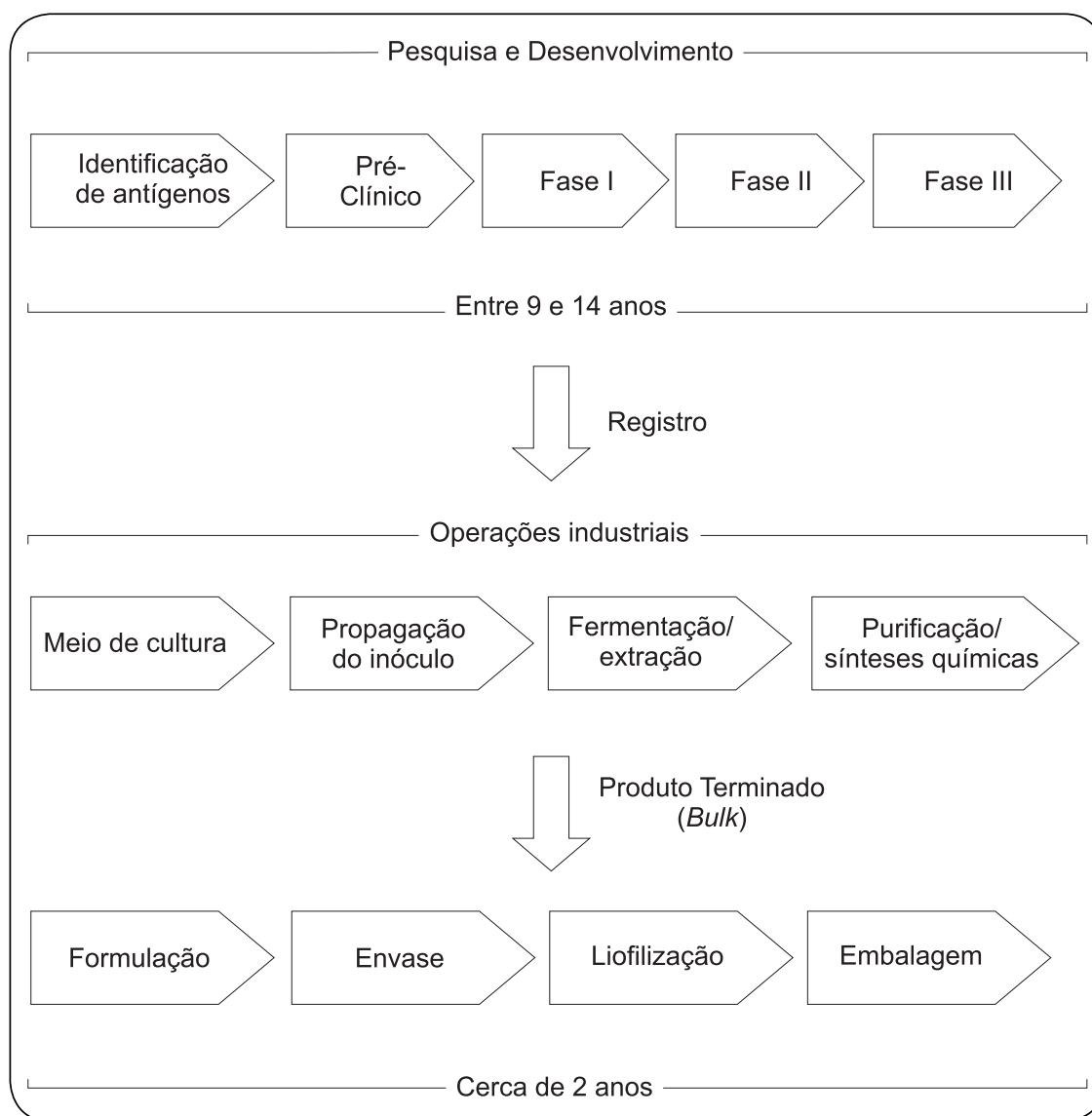
Fonte: Elaboração própria.

Ciclo de P&D e produção

Apesar de os processos de P&D e produção de vacinas apresentarem uma considerável variação em função de sua estrutura complexa, existe um caminho comum a ser seguido para que uma vacina atinja o mercado. A Figura 2 mostra o ciclo genérico de desenvolvimento e produção de vacinas.

De maneira geral, o processo de P&D de uma vacina, assim como o de qualquer produto farmacêutico, envolve uma fase exploratória e as fases pré-clínica e clínica. No entanto, por ser um produto biológico e, em geral, profilático (exceto no caso de vacinas terapêuticas), há algumas características específicas envolvidas em seu ciclo de desenvolvimento.

Figura 2 | Ciclo genérico de desenvolvimento e produção de vacinas



Fonte: Elaboração própria, com base em Sanofi Pasteur (2011) e Barbosa (2009).

A fase exploratória compreende as etapas de descoberta e seleção de antígenos, definição de alvos específicos, resposta esperada e forma de administração, bem como a produção em escala laboratorial. Esse processo dura até quatro anos. Uma vez definidos os antígenos a serem testados

e demais condições, é iniciada a fase pré-clínica, que compreende testes em células humanas cultivadas em laboratório e testes em animais, com o objetivo não só de testar a segurança no uso do antígeno, mas também de verificar se este tem potencial de produzir a resposta esperada no sistema imunológico humano.

A etapa de testes clínicos de vacinas compreende três fases, com tempo médio de duração de seis a oito anos. Há três grandes diferenças em relação ao processo de desenvolvimento dos demais medicamentos: (i) o número de indivíduos (n) a serem testados é maior em todas as fases, podendo chegar a quarenta mil indivíduos em alguns casos, em função da ocorrência da doença e existência (ou não) de tratamentos alternativos; (ii) os pacientes a serem testados nas diferentes fases são indivíduos saudáveis, ao contrário dos testes de medicamentos, que utilizam indivíduos doentes nas fases II e III; (iii) a maior parte das vacinas é direcionada para crianças, o que implica dificuldades de recrutamento e normas mais rígidas para aprovação dos protocolos em relação à segurança e ao benefício dos produtos [Buckland (2005)].

É possível distinguir os processos de produção das matérias-primas ativas nas vacinas dos processos de formulação e envase. A produção do princípio ativo é a etapa de maior complexidade do processo e é nela que se utilizam as técnicas de biotecnologia, abrangendo fermentação (bactérias), cultura de tecidos (vírus), purificação e controle. A formulação envolve a mistura do princípio ativo com outras substâncias como adjuvantes, por exemplo, visando atribuir determinadas características ao produto final [Reis *et al.* (2009)].

A produção do antígeno ou princípio ativo inicia-se a partir do lote semente do micro-organismo qualificado nas etapas de desenvolvimento. Para vacinas produzidas com bactérias ou micro-organismos geneticamente modificados, a população microbiana é propagada em meio de cultivo líquido para aumento de volume até a escala de fermentação. Depois da separação do material desejado do meio de cultura, ocorre o processo de purificação para a preparação dos antígenos. Para vacinas conjugadas, são feitas as reações de química fina¹¹ antes da purificação final do antígeno (produto terminado). Uma vez aprovado, o produto terminado é formulado e envasado, podendo ser liofilizado¹² ou não, e embalado. No caso de vacinas virais produzidas

¹¹ Vacinas conjugadas são produzidas a partir da ligação química de um antígeno a uma proteína proveniente do próprio micro-organismo em sua grande maioria.

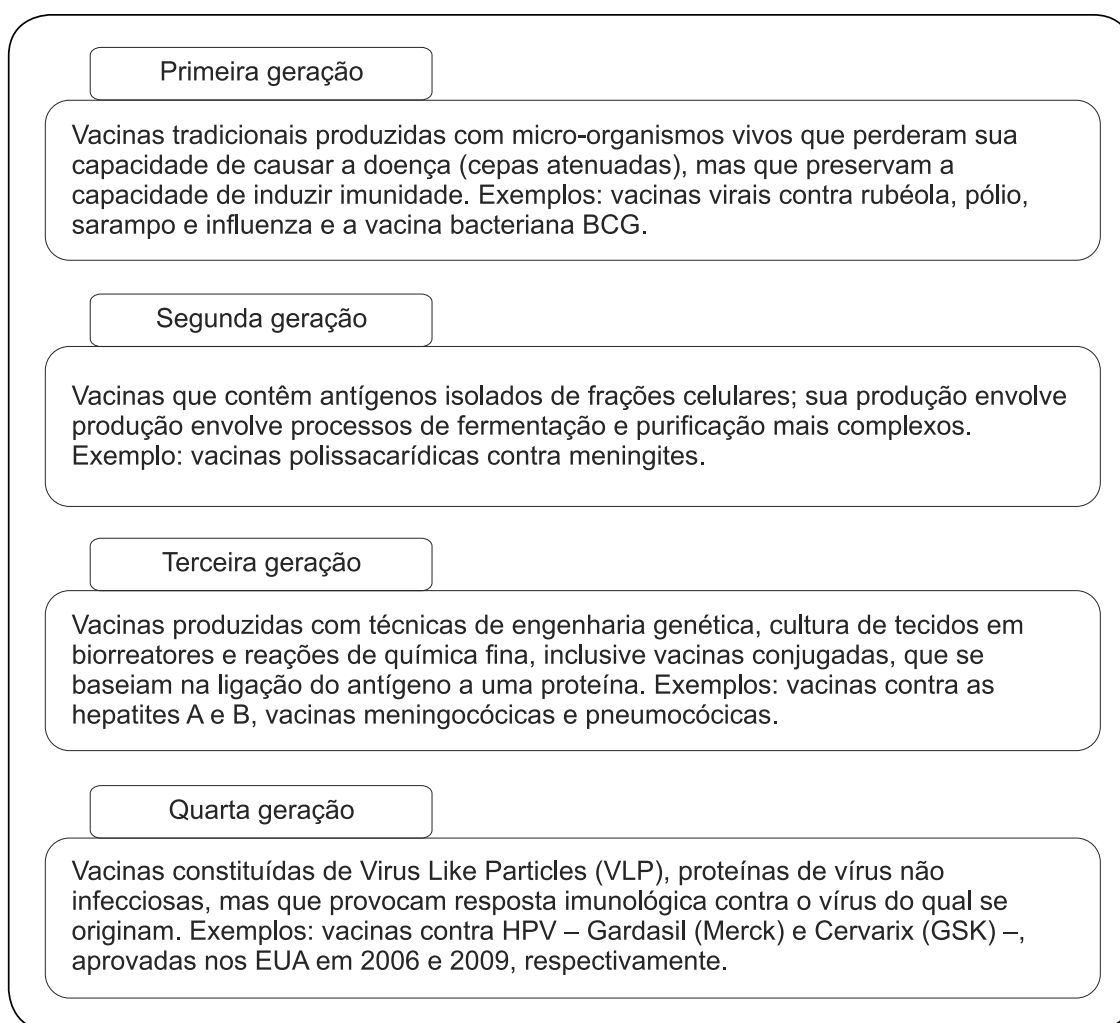
¹² A liofilização é um processo de desidratação utilizado na preservação de princípios ativos e micro-organismos por meio do congelamento e retirada da água por sublimação.

por meio de cultura de tecidos de células, o vírus é inoculado e as células propagadas em dispositivos próprios. O vírus excretado no meio é separado e estocado para formulação [Barbosa (2009)].

Tipos de vacinas

De maneira geral, as vacinas já produzidas ou em fase avançada de P&D podem ser classificadas em quatro grupos, conforme a tecnologia utilizada na produção (Figura 3). A classificação em gerações não é homogênea, sendo abordada de diferentes maneiras segundo os critérios utilizados pelos autores.¹³

Figura 3 | Classificação de vacinas



Fonte: Elaboração própria, com base em Barbosa (2009) e Ilchmann (2011).

¹³ O critério adotado pelos autores para a classificação de vacinas em gerações considera os produtos já comercializados e as respectivas tecnologias empregadas em sua produção.

Além das quatro gerações de vacinas, existem ainda outras vertentes para P&D de imunobiológicos. Nesse grupo podem-se destacar as vacinas de DNA, nas quais há inoculação de um determinado gene no indivíduo, transformando-o no próprio produtor da vacina. Essas vacinas estão sendo desenvolvidas por empresas de biotecnologia e ainda não há nenhum produto no mercado.

Tecnologias para P&D de vacinas

Apesar das grandes diferenças tecnológicas existentes entre as várias gerações, o domínio de algumas técnicas – que podem ser consideradas comuns a todos os tipos de vacinas – é essencial para o processo de geração efetiva de inovações nesse segmento.

Tecnologias de conjugação

A conjugação de vacinas consiste na ligação de um antígeno a uma proteína, geralmente advinda do próprio micro-organismo, com a finalidade de aprimorar a atividade imunológica da vacina. A combinação do antígeno com a proteína cria uma substância que é mais facilmente reconhecida pelas células de defesa, fortalecendo a resposta imune do organismo.

A técnica de conjugação é mais frequentemente aplicada a vacinas bacterianas, muito utilizadas na imunização de recém-nascidos e crianças. Essa aplicação decorre do fato de que, quando jovem, o organismo humano enfrenta dificuldades para reconhecer certos antígenos, de modo que vacinas comuns podem não provocar o efeito imunológico desejado.

As tecnologias de conjugação contribuíram bastante para o desenvolvimento de novas vacinas, como a vacina pneumocócica conjugada (VPC), e, apesar de ser uma técnica clássica, ainda hoje seu domínio é essencial para P&D em vacinologia.

Seleção de adjuvantes

Adjuvantes para vacinas ou imunomoduladores são substâncias incorporadas na formulação de imunobiológicos com o objetivo de ampliar, acelerar e prolongar a resposta imune desejada para um determinado antígeno. A utilização de adjuvantes pode contribuir para uma redução significativa da

quantidade de antígeno necessária para uma imunização adequada, com grande impacto na redução de custos.

O interesse pelo desenvolvimento de adjuvantes aumentou recentemente, sobretudo pela necessidade de aprimoramento de vacinas existentes e pela descoberta de novos candidatos contra diferentes doenças infecciosas e autoimunes. Em muitos casos, por causa dos baixos níveis de imunogenicidade dessas vacinas, a incorporação de adjuvantes é essencial para garantia da proteção adequada e da viabilidade econômica da produção [Emea (2005)].

O avanço na compreensão dos mecanismos de reconhecimento de moléculas carregadas por patógenos pelo sistema imunológico humano contribuiu para o desenvolvimento de uma série de adjuvantes. Atualmente, existem cerca de vinte tipos de adjuvantes em desenvolvimento, em especial para vacinas contra *influenza* e HPV. Segundo OMS, até 2009 apenas cinco produtos haviam sido licenciados para uso comercial [OMS (2009)].

Vacinologia reversa

Enquanto os métodos convencionais de desenvolvimento são iniciados com testes físicos e químicos, dependentes de estudos práticos realizados com micro-organismos e proteínas, a vacinologia reversa começa na descrição do genoma do micro-organismo com base em métodos computacionais, em que são pesquisadas regiões do genoma com capacidade teórica de produzir resposta imune. Somente depois da modelagem computacional, os peptídeos selecionados serão sintetizados ou expressos em vetores para comprovação de sua real capacidade de induzir imunidade em animais.

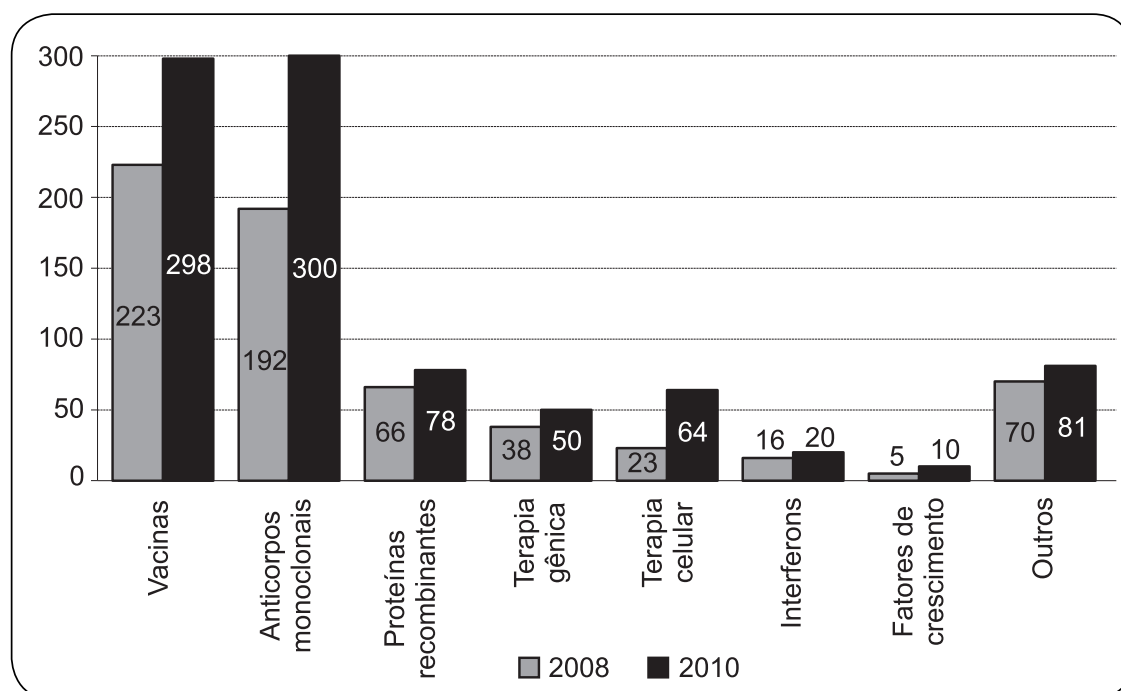
À medida que as vacinas se tornam tecnologicamente mais avançadas, esse método tende a substituir os métodos tradicionais de desenvolvimento, já que, por meio dele, elimina-se a necessidade de os agentes serem cultivados, modificados, isolados e purificados antes de serem inoculados para a análise de sua resposta imune [Schatzmayr (2003)].

Tendências tecnológicas em vacinas

A primeira década deste século foi a mais produtiva em toda a história do desenvolvimento de medicamentos biotecnológicos. Como pode ser

observado no Gráfico 5, anticorpos monoclonais e vacinas são as duas categorias de produtos mais representativas quanto ao desenvolvimento, respondendo cada uma por cerca de 33% do total de biotecnológicos em desenvolvimento em 2010. De 2008 para 2010, o número de vacinas em desenvolvimento aumentou 34%.

Gráfico 5 | Medicamentos biotecnológicos em desenvolvimento, por categoria de produtos (2008 e 2010)



Fonte: PhRMA (2011).

Das vacinas em desenvolvimento, mais de 70% encontram-se em testes clínicos. Em função do montante de recursos empregados e da complexidade, a maior parte dos desenvolvimentos em fase III (mais próximos do mercado) é conduzida pelas cinco maiores empresas da indústria. Já nas fases iniciais, aumenta consideravelmente a proporção de empresas de base tecnológica e centros de pesquisa envolvidos na condução dos testes. A Tabela 1 apresenta a participação das maiores empresas farmacêuticas mundiais no desenvolvimento de vacinas em 2010.

Apesar da diversidade de indicações dos imunobiológicos em desenvolvimento no mundo, o destaque em relação à quantidade de produtos são as vacinas contra *influenza*, HIV e meningite, que representam cerca de

43% dos testes clínicos fases I, II e III em andamento no mundo (Vaccine Stats). O Quadro 3 exibe alguns dos produtos em fase III e, portanto, mais próximos do mercado.

Tabela 1 | Participação das cinco maiores empresas farmacêuticas mundiais no desenvolvimento de vacinas (2010)

Empresa	Teste clínico			
	Fase I	Fase II	Fase III	Total
Total	120	80	22	222
Glaxo SmithKline	10	11	4	25
Sanofi Pasteur*	8	8	6	22
Novartis	11	7	3	21
Merck	3	2	1	6
Pfizer	2	2	1	5
Cinco maiores	34	30	15	79
Participação	28%	38%	68%	36%

Fonte: Elaboração própria, com base em Vaccine Stats (2011).
*A companhia Sanofi-Pasteur é a divisão de vacinas do grupo Sanofi-Aventis.

Quadro 3| Vacinas selecionadas em fase III no mundo

Empresa	Patógeno/condição
GSK	Vírus da Herpes-zóster
	<i>Influenza</i> sazonal
	Malária
Merck	Papiloma Vírus Humano (HPV)
Pfizer	Pneumococo
Sanofi Pasteur	Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV)
	Meningite
Dynavax	Vírus da hepatite B (profilática)
INSERM	Esquistossomose

Fonte: Elaboração própria com base em VaccineStats (2011) e Erickson (2011)

Atualmente, existem no mercado vacinas para a prevenção de trinta doenças em um total de cerca de 120 produtos (incluindo combinações de vacinas). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2009, das cerca de oitenta vacinas em estágio avançado de P&D, trinta eram indicadas para doenças que ainda não tinham vacinas.

Vacinas terapêuticas

Vacinas terapêuticas têm como objetivo induzir ou potencializar a resposta imunológica do organismo, de forma a controlar infecções crônicas ou doenças degenerativas já instaladas. Nesse aspecto, a vacina terapêutica se afasta do conceito clássico de vacina, uma vez que não tem caráter profilático. No entanto, também não pode ser caracterizada como medicamento, pois não combate diretamente a doença, mas estimula a ativação do próprio sistema defensivo do indivíduo.

As principais doenças escolhidas como alvo para a imunoterapia são aquelas em que existe grande dificuldade de cura por meios tradicionais, como hepatite B e Aids. Contudo, o desenvolvimento de vacinas terapêuticas para indicações oncológicas representa o objeto de maior interesse de pesquisadores e empresas de biotecnologia. Uma possível vantagem das vacinas contra câncer se deveria à alta toxicidade dos medicamentos tradicionais – nesse ponto, a vacina terapêutica faria o sistema imunológico combater apenas o tumor, apresentando maior segurança e menores efeitos colaterais [Whitworth (2012)].

Em 2010, foi aprovada pelo FDA a primeira vacina terapêutica para uso em humanos. A Provenge, produzida pela companhia Dendreon, é indicada para o tratamento de câncer de próstata. O *pipeline* de vacinas terapêuticas para câncer é extenso, e, apesar de inúmeros insucessos, os imunoterápicos são considerados produtos promissores por seu potencial de mercado. Embora a maior parte dos produtos em desenvolvimento seja conduzida por empresas de biotecnologia, grandes farmacêuticas como GSK e Novartis têm investido na nova tecnologia. O Quadro 4 lista algumas das principais vacinas terapêuticas em desenvolvimento clínico [Erickson (2011)].

Quadro 4 | Vacinas terapêuticas em desenvolvimento clínico

Companhia	Indicação	Fase de desenvolvimento
Aduro Biotech	Câncer de pâncreas	Fase II
Advaxis	Câncer de cabeça e pescoço e câncer cervical (HPV)	Fase II
Antigen Express	Câncer de mama	Fase II
Globe Immune	Câncer de pâncreas	Fase II
GSK	Câncer de pulmão e câncer de pele	Fase III
ImmunoCellular Therapeutics	Glioblastoma	Fase II
Immusan T	Doença celíaca	Fase I/II
Inovio Pharm.	Câncer cervical (HPV)	Fase II
Novartis	Hepatite C	Fase I
Pevion Biotech	Candidíase recorrente	Fase I/II
RXi Pharm.	Câncer de mama	Fase III

Fonte: Elaboração própria com base em VaccineStats (2011) e Erickson (2011).

Mercado brasileiro de vacinas

Demanda

O retorno dos investimentos na indústria de vacinas e a consequente introdução de vacinas modernas no mercado mundial deverão gerar, cada vez mais, uma pressão para absorção desses produtos pelo sistema público de saúde no Brasil. Desse modo, o fortalecimento da capacitação tecnológica brasileira é fundamental para a sustentabilidade do SUS e a ampliação do acesso da população à saúde.

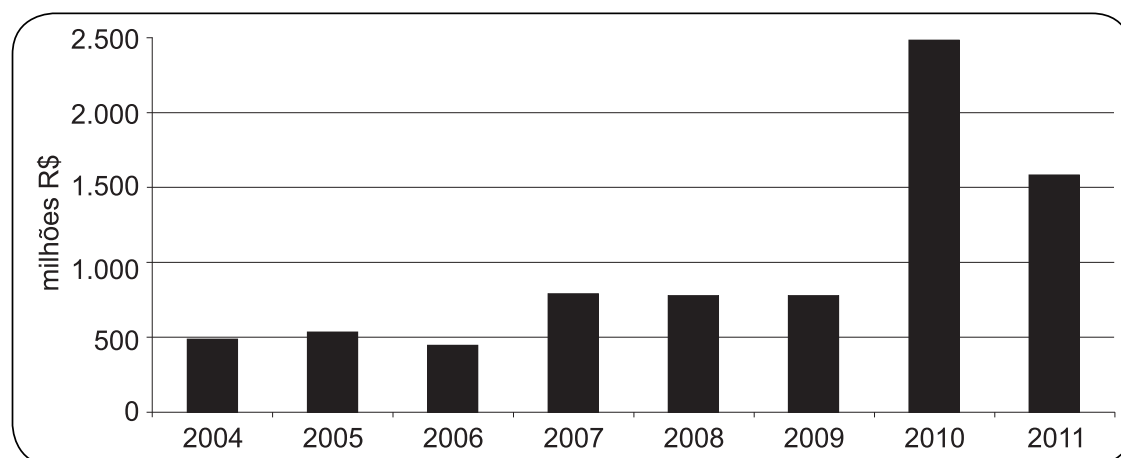
O mercado brasileiro de vacinas caracteriza-se por ser vinculado à demanda pública, à exceção de algumas vacinas de última geração, voltadas para o mercado privado, para as quais não se dispõe de estatísticas de vendas. Estima-se que entre 85% e 90% das vendas de vacinas no país são feitas para o Ministério

da Saúde. O valor das compras governamentais é determinado pela dotação orçamentária anual do Programa Nacional de Imunizações (PNI), criado em 1973 com o objetivo de promover o controle de doenças como sarampo, difteria, tétano e coqueluche, além de manter erradicada a varíola¹⁴ [Brasil (2003)].

Desde sua criação, o PNI possibilitou a ampliação da cobertura vacinal da população de 20%, na década de 1970, para mais de 95%, em 2011, apesar das dificuldades logísticas impostas pela extensa área territorial e do grande número de indivíduos. Esses fatores contribuem para que o PNI seja reconhecido internacionalmente como um caso de sucesso entre os programas de imunização existentes.

O custo para a ampliação da cobertura é refletido no crescimento do orçamento do PNI durante os anos. Até setembro de 2011, foram aplicadas mais de 61 milhões de doses de vacinas no Brasil [Datusus (2011)]. O Gráfico 6 exibe a evolução do orçamento do PNI entre 2004 e 2011.

Gráfico 6 | Evolução do orçamento do PNI



Fonte: Ministério da Saúde (2011).

O salto observado a partir de 2010 ocorre, principalmente, em virtude da aquisição de vacinas para imunização contra a gripe em razão da pandemia ocorrida no ano anterior. Ainda assim, quando descontado o valor referente à compra desses produtos, observa-se uma mudança de patamar com significativo aumento de valor no biênio 2010-2011, alcançando R\$ 1,5 bilhão

¹⁴ A campanha de erradicação da varíola foi uma iniciativa da OMS em nível mundial, à qual o Brasil aderiu a partir de 1962.

no último ano. O crescimento pode ser atribuído à recente incorporação de vacinas de mais alto valor agregado ao PNI, com destaque para as vacinas meningocócica conjugada e pneumocócica 10 valente, dois dos imunobiológicos mais avançados disponíveis atualmente.¹⁵

A introdução de vacinas no PNI representa um grande desafio para a coordenação do programa, uma vez que se deve avaliar o benefício potencial a ser gerado em contraponto ao impacto econômico para o Estado, sobretudo em relação aos produtos de alto custo. Uma prática recente e de grande relevância para a otimização dos recursos destinados à imunização consiste na elaboração de estudos de custo-efetividade. A análise visa à maximização dos resultados em saúde diante dos recursos financeiros disponíveis e é uma importante ferramenta para a decisão de introdução de novas vacinas ao programa.

No Brasil são utilizados os seguintes critérios na análise de custo-efetividade para introdução de novas vacinas ao PNI:

- epidemiológicos: as vacinas são introduzidas para a prevenção e controle de doenças cujas taxas de morbidade e mortalidade são elevadas, com grande impacto para o sistema de saúde;
- imunológicos: as vacinas devem ter alta eficácia (acima de 90%) e imunidade duradoura;
- produção local: a produção de vacinas por laboratórios públicos é importante para a garantia da autossuficiência no abastecimento e na redução dos custos de aquisição. Dessa forma, o PNI somente introduz nova vacina no calendário de vacinação se esta for produzida no Brasil ou se a empresa produtora fizer um acordo de transferência de tecnologia para os laboratórios brasileiros;
- logística: a inclusão de uma nova vacina no calendário requer um plano de investimento pactuado em todas as esferas de gestão, com recursos para estruturação de serviços e capacidade de armazenamento nas redes de frio.

A introdução de novos produtos envolve, ainda, um período de negociação de preços com os produtores. A vacina pneumocócica, por exemplo, é

¹⁵ A partir de 2010, crianças com menos de um ano de idade passaram a fazer parte da população-alvo das vacinas pneumocócica 10 valente e meningocócica C conjugada no calendário vacinal.

adquirida atualmente ao custo de US\$ 17 por dose, um valor consideravelmente menor em relação ao que é praticado no mercado privado, no qual o preço para o consumidor final no Brasil passa dos US\$ 100. Em 2010 foram aplicadas mais de 6,7 milhões de doses dessa vacina no país.

Assim como no mercado privado, existe uma tendência de incorporação ao PNI de vacinas que combinem a proteção contra diversas doenças em uma única dose. A combinação de imunobiológicos favorece o aumento da adesão da população às campanhas de vacinação, na medida em que promove a redução do número de aplicações necessárias e também do número de visitas aos postos de saúde. A utilização de vacinas combinadas contribui ainda para simplificar a logística e reduzir os custos associados ao armazenamento e à distribuição dos imunobiológicos no território nacional.

A expectativa é de que as vacinas pentavalente (DTP + Hib + HepB), hexavalente (pentavalente + pólio) e heptavalente (hexavalente + meningocócica C) sejam incorporadas ao programa nos próximos cinco anos, quando devem estar disponíveis. Em 2003, a vacina tetravalente (DTP + Hib) substituiu as vacinas DTP (difteria, coqueluche e tétano) e Hib (*Haemophilus influenzae* tipo B).

Uma segunda tendência consiste na substituição de imunobiológicos tradicionais por versões aprimoradas, como as vacinas DTPa (acelular) e DTPlow, por exemplo. As vacinas aprimoradas, além de igualmente eficazes às vacinas comuns, causam um menor número de reações adversas depois de aplicadas, o que faz desses produtos uma opção mais segura para a população.

Estudos de custo-efetividade já estão sendo desenvolvidos para a incorporação de outras vacinas ao PNI, tais como as vacinas para hepatite A, varicela e HPV. Apesar do menor impacto epidemiológico, a possível introdução da vacina contra HPV no calendário de imunização do PNI pode contribuir para uma redução dos casos de câncer de colo do útero no país. Segundo o PNI, o custo para aquisição da vacina é de cerca de US\$ 15 por dose.

Oferta

A oferta de imunobiológicos no Brasil, tal como a demanda, é majoritariamente pública. As principais instituições produtoras de vacinas no mercado nacional são o Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos da Fiocruz (Bio-Manguinhos), ligado ao MS, e o Instituto Butantan, órgão vinculado à Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Atualmente, as duas instituições

respondem por 93% das unidades de imunobiológicos adquiridas pelo MS de laboratórios públicos, sendo o restante ofertado por instituições como as Fundações Aataulpho de Paiva (FAP) e Ezequiel Dias (Funed).

A atual configuração da indústria de vacinas no Brasil, com oferta restrita aos produtores públicos, se deve, em grande parte, à criação do programa de Autossuficiência Nacional em Imunobiológicos (Pasni). Implementado em 1986, o Pasni pretendia suprir toda a demanda nacional dos imunobiológicos considerados essenciais, por intermédio do investimento em ampliação de capacidade produtiva e modernização dos laboratórios oficiais. O programa foi elaborado em função de uma crise de abastecimento de imunobiológicos ocorrida no início da década de 1980 [Temporão; Gadelha (2007)].

O investimento realizado nos laboratórios públicos na busca pela autossuficiência em imunobiológicos foi bem-sucedido na construção de uma capacidade produtiva de vacinas tradicionais, como DTP, antirrábica e BCG, e também na melhoria da qualidade dos produtos fabricados localmente. Entretanto, consideradas as limitações para o desenvolvimento tecnológico endógeno e a emergência para incorporação de produtos ao PNI, a principal estratégia adotada para a internalização da produção foi a aquisição de tecnologias de companhias multinacionais, com destaque para GSK e Sanofi.

A aquisição de tecnologias para a produção de vacinas é caracterizada pela transferência do conhecimento técnico ligado aos fatores de produção no sentido inverso do processo de manufatura, de forma que as etapas de menor complexidade e de mais fácil aprendizagem são internalizadas primeiro. Inicialmente, são transferidas as etapas relacionadas ao processamento final, como embalagem, liofilização, envase e formulação. Depois, são transferidas as etapas envolvidas na produção do princípio ativo, mais intensivas em tecnologia, como a purificação do antígeno, fermentação, propagação e constituição do lote semente, por exemplo.

A transferência de tecnologia de grandes companhias para os laboratórios oficiais iniciou-se na década de 1970, com o objetivo de produzir a vacina meningocócica no país depois de uma grande epidemia. Nos anos 1980, foram transferidas as tecnologias para produção das vacinas contra sarampo e pólio. No fim dos anos 1990, Bio-Manguinhos adquiriu a tecnologia para produção da vacina Hib, de elevada complexidade, envolvendo processos biológicos e reações de química fina [Barbosa *et al.* (2008)].

A aquisição de tecnologias permanece, ainda hoje, como a principal estratégia para o lançamento de vacinas modernas pela indústria nacional. Entretanto, vale ressaltar que a necessidade do desenvolvimento de competências tecnológicas para absorção e reprodução do conhecimento transferido contribuiu para a construção de capacidade para realização de atividades inovativas nos laboratórios públicos, ainda que de caráter incremental [Cohen; Levinthal (1990)].

A única vacina em produção com expressivo esforço de desenvolvimento interno é a contra hepatite B, criada integralmente com base na tecnologia de DNA recombinante pelo Instituto Butantan, tendo produção iniciada em 1999. O Quadro 5 mostra a lista dos imunobiológicos produzidos no Brasil e o respectivo estágio tecnológico:

Quadro 5 | Vacinas para uso em humanos produzidas no Brasil*

	Vacinas	Aspectos tecnológicos	Produtor(es)
1ª geração	BCG	Detém toda a tecnologia	FAP
	Poliomelite (OPV)	Princípio ativo importado, realiza formulação e envase	Bio-Manguinhos
	Febre amarela	Detém toda a tecnologia	
	Tríplice viral (sarampo, caxumba, rubéola)	Em processo de transferência de tecnologia com a GSK. Princípio ativo importado, realiza formulação e envase	
	Toxoide Tetânico (TT)	Detém toda a tecnologia	Butantan
	Dupla bacteriana (difteria, tétano)	Detém toda a tecnologia	
	Tríplice bacteriana (DTP) (difteria, tétano, <i>pertussis</i>)	Detém toda a tecnologia	
	<i>Influenza</i> (gripe)	Acordo de transferência de tecnologia com a Sanofi-Pasteur finalizado, produção integral iniciada	

Continua

Continuação

Vacinas		Aspectos tecnológicos	Produtor(es)
2ª geração	Meningocócica A e C	O Instituto cubano Finlay fornece o <i>bulk</i> produzido com a cepa e tecnologia de Bio-Manguinhos, que faz a formulação e envase	Bio-Manguinhos
3ª geração	<i>Haemophilus influenzae</i> B (Hib) conjugada	Detém toda a tecnologia. Produção iniciada em 1999 a partir de transferência de tecnologia da GSK	Bio-Manguinhos
	Hepatite B (HepB)	Desenvolvida integralmente com base na tecnologia de DNA recombinante. Produção iniciada em 1999	Butantan
	Tetavalente (DTP+Hib)	Produção integral. Fabricada por Bio-Manguinhos em parceria com o Instituto Butantan, que fornece o componente DTP	Butantan, Bio-Manguinhos

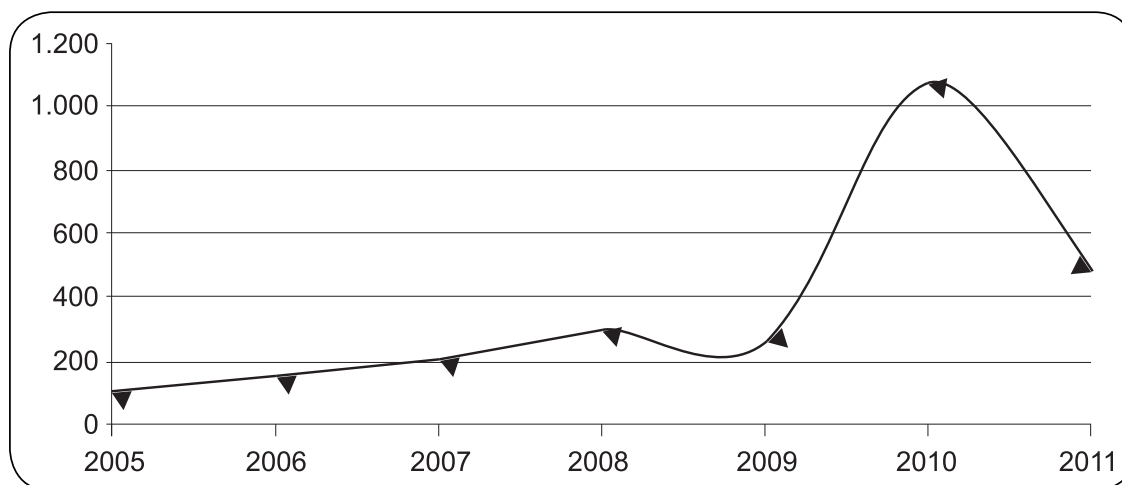
Fonte: Elaboração própria.

* Todos os imunobiológicos produzidos no Brasil estão inseridos no calendário de vacinação do PNI, além daqueles em processo de transferência de tecnologia.

Apesar do domínio das etapas envolvidas na fabricação de produtos tradicionais e de maior conteúdo tecnológico, existe ainda um certo grau de dependência externa de imunobiológicos. O déficit do setor de vacinas no Brasil é crescente, refletindo o aumento do orçamento do MS para a aquisição de imunobiológicos. O Gráfico 7 expõe a evolução do déficit comercial em vacinas no Brasil no período entre 2005 e 2011.

O salto observado em 2010 se deve, sobretudo, à importação de vacinas contra a gripe (62% das importações de imunobiológicos). Em 2011, o déficit reflete a importação de *bulk* (produto a granel) para envase no país, em função dos processos de transferência de tecnologia em andamento e de importação de produtos recentemente incorporados ao calendário de vacinação, ainda não produzidos no país.

Gráfico 7 | Evolução do déficit comercial em vacinas



Fonte: Secex (2011).

Produtos em desenvolvimento

Tendo em vista a perspectiva de introdução de novas vacinas ao PNI nos próximos anos, Bio-Manguinhos e o Instituto Butantan, principais produtores públicos, vêm ampliando o número de projetos para incorporação de tecnologias e desenvolvimento interno de produtos.

A carteira atual de projetos de Bio-Manguinhos compreende três projetos de transferência de tecnologia e 14 projetos para o desenvolvimento e aprimoramento de produtos. O Quadro 6 lista os principais projetos envolvendo imunobiológicos em Bio-Manguinhos.

Quadro 6 | Projetos em desenvolvimento em Bio-Manguinhos/Fiocruz

Vacinas	Tipo de desenvolvimento	Geração	Estágio atual (*)
Pneumocócica 10 valente	Transferência de tecnologia (GSK)	3ª geração (vacina conjugada)	Fase inicial – Incorporação das etapas de controle de qualidade. Previsão de transferência completa e nacionalização do processo de produção – 10 anos

Continua

Continuação

Rotavírus	Transferência de tecnologia (GSK)	1ª geração (cepa monovalente de rotavírus atenuada)	Fase inicial – Testes dos principais equipamentos de produção e treinamento de pessoal
Tríplice viral (sarampo, caxumba e rubéola)	Transferência de tecnologia (GSK)	1ª geração (vacina combinada de vírus vivos atenuados)	Produção de três lotes de cada suspensão viral
Meningocócica B	Desenvolvimento colaborativo (Instituto Butantan)	2ª geração (antígenos celulares da membrana externa da bactéria)	Aprovação do protocolo para estudo clínico Fase II
Meningocócica C (conjugada)	Desenvolvimento interno	3ª geração (vacina conjugada)	Início do estudo clínico Fase II
Pentavalente (DTP + Hib + HepB)	Desenvolvimento interno	3ª geração (vacina conjugada)	Conclusão do estudo multicêntrico Fase III Submissão do dossiê à Anvisa. Incorporação ao PNI prevista para o segundo semestre de 2012
Dengue tetravalente	Desenvolvimento colaborativo (GSK)	Tecnologias em desenvolvimento (vacina fusionada – quimera)	Em fase de testes de laboratório para as análises das amostras pré-clínicas e clínicas Previsão de desenvolvimento completo – 10 anos

Fonte: Relatório Anual de Atividades de Bio-Manguinhos/Fiocruz (2010).

*Segundo semestre de 2010.

A carteira atual de projetos em imunobiológicos do Instituto Butantan, excluídos os processos de transferência de tecnologia com a Sanofi-Pasteur para a produção das vacinas contra raiva e gripe, finalizados recentemente, envolve o desenvolvimento de produtos internamente ou em parceria com instituições de pesquisa, com destaque para a norte-americana National Institutes of Health (NIH). As atividades de desenvolvimento do Butantan se concentram em três áreas principais: (i) desenvolvimento de vacinas para doenças imunopreveníveis; (ii) desenvolvimento de vacinas oncológicas; e (iii) adjuvantes. O Quadro 7 lista as vacinas em desenvolvimento no Instituto Butantan.

Quadro 7 | Projetos em desenvolvimento no Instituto Butantan

Vacinas	Tipo de desenvolvimento	Geração	Estágio atual*
Rotavírus (pentavalente)	Desenvolvimento colaborativo (NIH)	1ª geração Reassociação bovina-humana (vírus atenuados cultivados em células Vero)	Estudo clínico fase I finalizado, com resultados satisfatórios Elaboração do protocolo para estudo multicêntrico – Fase II
Dengue (tetavalente)	Desenvolvimento colaborativo (NIH)	1ª geração (vírus atenuados cultivados em células Vero)	Produzidos os lotes da vacina para início dos testes clínicos Fase I (início em 2012)
Pentavalente (DTPlow + HepB + Hib)	Desenvolvimento interno	2ª e 3ª gerações – combinação (toxinas purificadas e vacina conjugada)	Vacina combinada com Hib Bio-Manguinhos – Elaboração de protocolo para ensaio clínico – Fase I (testes clínicos serão iniciados em 2012) Desenvolvimento Hib – em fase de escalonamento
<i>Pertussis</i> low	Desenvolvimento interno	2ª geração (toxina purificada)	Ensaio pré-clínicos já realizados Elaboração do protocolo para ensaios clínicos – Fase I (testes clínicos serão iniciados em 2012)
BCG- <i>Pertussis</i> recombinante	Desenvolvimento interno	3ª geração (recombinante – engenharia genética)	Início da produção de lotes para estudos clínicos
BCG Oncológica (terapêutica)	Desenvolvimento interno	3ª geração (recombinante – engenharia genética)	Início da produção de lotes para estudos clínicos
Pneumocócica (celular)	Desenvolvimento interno	3ª geração (polissacarídeos conjugados)	Elaboração do protocolo para ensaios clínicos – Fase I (testes clínicos serão iniciados em 2012)

Fonte: Entrevista com representantes do Instituto Butantan.

* Segundo semestre de 2011.

O Butantan desenvolveu, ainda, um novo adjuvante com uma parte da parede celular da bactéria *B. pertussis* e seus resultados foram satisfatórios em testes

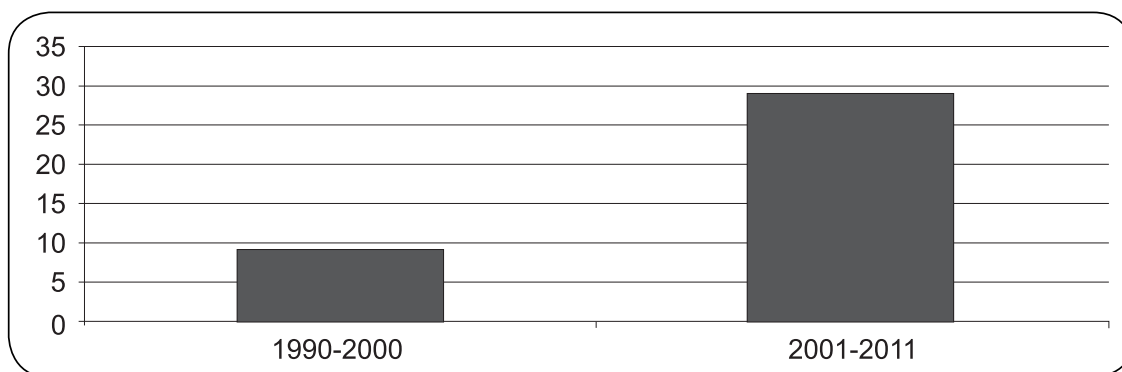
para diferentes vacinas, incluindo a contra a *influenza*. O novo adjuvante pode contribuir para o aumento virtual da capacidade produtiva de imunobiológicos pelo instituto, já que a utilização desse componente na formulação permite uma redução na quantidade de antígenos sem perda de proteção.

Com o fim do Pasni em 1998, reduziu-se a complementaridade nas ações dos dois principais laboratórios públicos. Projetos concorrentes no portfólio de produtos, como o desenvolvimento da vacina contra a dengue, em estágio clínico no Butantan e em desenvolvimento colaborativo entre Bio-Manguinhos e GSK, são indicativos de que seria possível otimizar os resultados das pesquisas com uma aliança mais estreita entre as instituições.

O *pipeline* das instituições indica uma possível mudança de estratégia, com maior peso para o desenvolvimento interno de produtos. O aprendizado tecnológico proporcionado pelos processos de transferência de tecnologia, aliado às atividades de P&D e parcerias com grandes centros de pesquisa, contribuiu para que os dois principais produtores de imunobiológicos no país passassem a adotar o desenvolvimento interno como estratégia adicional para a oferta de produtos.

Embora seja apenas uma *proxy*, o recente esforço inovador das instituições pode ser corroborado pelo aumento dos pedidos de depósito feitos pelos laboratórios brasileiros em escritórios de patentes estrangeiros. A comparação entre os depósitos nas décadas 1990 e 2000 indica um aumento de 300% em novos depósitos, alcançando 29 solicitações (Gráfico 8). A preocupação em proteger os direitos fora do país demonstra a importância do conhecimento embutido nas patentes.

Gráfico 8 | Patentes de vacinas solicitadas em escritórios internacionais



Fonte: Espacenet (2011).

Competências e estágio tecnológico

A construção de capacidade produtiva com base na aquisição de tecnologias de companhias multinacionais contribuiu para a autossuficiência do Brasil em imunobiológicos tradicionais – vacinas de primeira geração em que a produção, de maneira geral, é caracterizada pelo emprego de tecnologias mais antigas.

Essa estratégia, no entanto, não contemplou de maneira significativa a construção de competências tecnológicas para o desenvolvimento interno de produtos e o avanço do modelo institucional e de gestão dos principais produtores brasileiros de vacinas. Embora o desenvolvimento interno tenha adquirido maior relevância na estratégia dos laboratórios públicos, como pode ser observado pelos quadros 7 e 8, a transferência de tecnologia continua sendo a principal força motriz na incorporação de novos produtos.

Processos de transferência de tecnologia podem ser um importante meio para reduzir o hiato tecnológico. Todavia, a estratégia envolve um alto risco caso não seja acompanhada de intensa capacitação tecnológica interna para absorver a tecnologia e, com isso, passar a ter possibilidades de criar novos produtos. Como apontam Gadelha e Romero (2007), caso essa condição não seja cumprida, é provável que quando o ciclo de tecnologia houver sido transferido, a fronteira tecnológica já tenha se deslocado, mantendo a situação de dependência externa. É, portanto, equivocada, a dicotomia entre desenvolvimento interno e absorção de tecnologias externas.

Dessa forma, o país ainda continua dependente de diversas etapas mais intensivas em tecnologia no desenvolvimento de novos produtos. Entre elas, o desenvolvimento de cepas¹⁶ e as etapas mais complexas dos processos de fermentação e purificação.

Em relação às cepas, a etapa de maior complexidade consiste na mutação de vírus e bactérias. Embora haja alguns produtos cujas cepas foram cultivadas no país, o diagnóstico é de que há deficiências de estrutura para desenvolvimento e de pessoal qualificado para operar em ambientes certificados. O domínio da tecnologia para desenvolvimento e produção de

¹⁶ Cepas ou linhagens são grupos de micro-organismos (bactérias, vírus) da mesma espécie utilizados como matéria-prima para a produção de vacinas.

cepas permitiria ao país maior agilidade de resposta no desenvolvimento de novos produtos quando necessário, como em casos de novas epidemias.

Além da necessidade de construção de competências internas para o domínio das tecnologias mais complexas na cadeia de desenvolvimento de vacinas, é importante que os produtores nacionais avancem também em áreas que possibilitem o aprimoramento dos produtos já ofertados, sobretudo no que se refere ao domínio das técnicas de conjugação de vacinas e desenvolvimento de adjuvantes. O domínio dessas plataformas é estratégico para o país do ponto de vista de capacitação tecnológica, favorecendo, ainda, a incorporação de produtos mais modernos, seguros e com maior abrangência ao PNI.

Outro aspecto tecnológico relevante para avanço envolve as técnicas de combinação de vacinas, visto que existe uma grande tendência para incorporação de produtos combinados no calendário básico de vacinação. A dificuldade tecnológica envolvida na combinação de vacinas é bastante variável. Para determinados produtos, como a vacina pentavalente (DTP + HepB), o processo envolve uma simples diluição. Para produção das vacinas hexavalente e heptavalente, com introdução da vacina contra a pólio, o processo é complexo, pois existem reações indesejáveis e dificuldades relacionadas à definição do número e intervalo de doses para imunização.

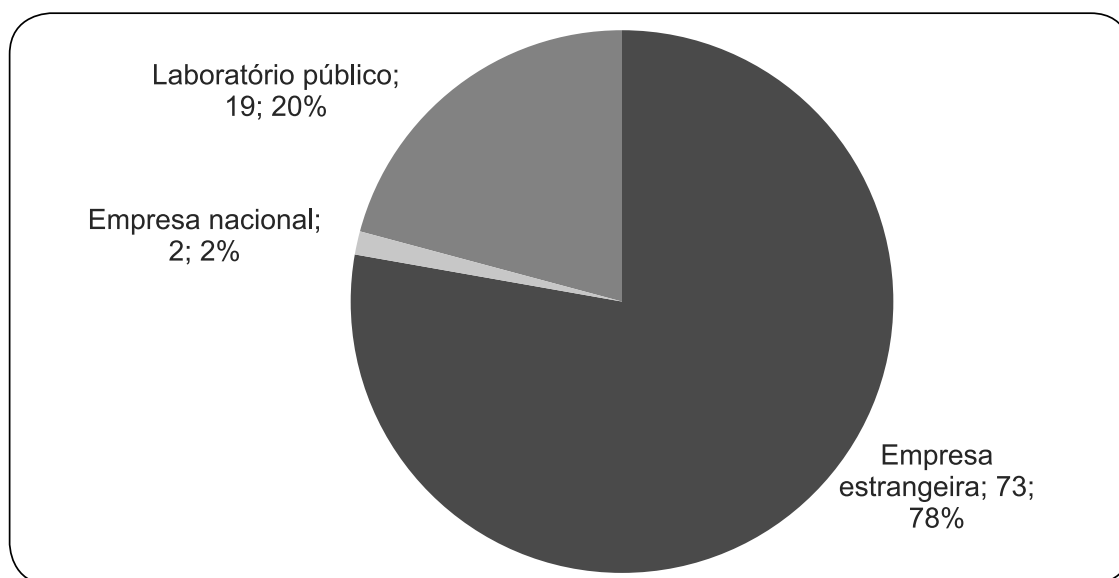
Aspectos regulatórios

No Brasil, as vacinas são registradas como produtos biológicos novos. A Resolução da Diretoria Colegiada – RDC 55, da Anvisa, estabelece as regras para o registro de produtos biológicos, incluindo vacinas. Além do registro, outro aspecto fundamental para a produção de vacinas no Brasil consiste na necessidade de certificação de Boas Práticas de Fabricação, regida pela RDC 17/2010. A norma define os requisitos mínimos a serem seguidos na fabricação de medicamentos de uso humano. Diferentemente dos produtos farmacêuticos de origem química, nos quais a certificação é da planta produtiva (para diferentes produtos), a maior complexidade e especificidade das plantas de vacinas torna necessário que cada etapa do processo de produção seja auditada individualmente para cada produto. Esse processo acarreta dificuldades aos produtores públicos, que não conseguem atender integralmente as exigências, indicando que também há um caminho a

percorrer na certificação e melhoria da qualidade dos processos de produção de imunobiológicos no país.

O movimento de retomada dos investimentos em vacinas também se refletiu no número de pedidos de produtos registrados na Anvisa. De 1990 a 2005, 47 vacinas foram registradas na agência, mesmo número de registros contabilizados entre 2005 e 2011. O predomínio das empresas estrangeiras pode ser corroborado pelo número de registros de novas vacinas: entre 1990 e 2011, quase 80% dos registros foram concedidos para empresas farmacêuticas estrangeiras, sobretudo GSK e Sanofi-Aventis. A participação dos laboratórios públicos brasileiros também é relevante (cerca de 20% do total), mas, em geral, baseada em produtos de menor valor agregado (Gráfico 9).

Gráfico 9 | Número de vacinas registradas na Anvisa



Fonte: Anvisa (2011).

Perspectivas de investimentos

A crescente demanda pública por vacinas e a possibilidade de aumento das exportações para atendimento do programa de imunização coordenado pela OMS vêm contribuindo para intensificar os investimentos da indústria no Brasil. Para 2012, está previsto um investimento de R\$ 40 milhões para aumentar a produção de imunobiológicos pelo Instituto Butantan, que serão utilizados na ampliação a produção das vacinas DTP e contra hepatite B [Secom (2012)].

O MS anunciou, em 2011, outro expressivo investimento para a construção do Novo Centro de Processamento Final Bio-Manguinhos, no Rio de Janeiro. O investimento previsto até 2016 é de R\$ 800 milhões, para produção de seiscentos milhões de doses de vacinas por ano. A expectativa é de que a nova planta aumente em quatro vezes a capacidade de processamento final de imunobiológicos (formulação, envase, liofilização, rotulagem e embalagem).

Apesar de a produção e o consumo de vacinas no Brasil estarem concentrados no setor público, não há restrição legal à produção pelo setor privado no país. A companhia suíça Novartis, quinta maior fabricante de vacinas do mundo, anunciou a construção da primeira unidade produtiva de vacinas no Brasil, com custo estimado entre US\$ 300 e 500 milhões. A unidade deve produzir inicialmente a vacina meningocócica B com antígenos de proteínas recombinantes. A expectativa é de que a planta comece a operar em 2014, também como plataforma de exportação [Scaramuzzo (2012)].

Ao contrário de grandes multinacionais farmacêuticas como a própria Novartis, as companhias nacionais de capital privado atuam de forma limitada no mercado de vacinas. Além da intensa presença de instituições públicas no segmento, as competências técnicas necessárias para a produção de vacinas são, em grande parte, diferentes daquelas dominadas pelas empresas nacionais, cujo foco é direcionado para os segmentos de medicamentos de síntese química, principalmente genéricos. Para P&D e produção de vacinas são necessárias competências em biotecnologia, ainda em construção nas companhias nacionais.

Atuação do BNDES

O BNDES vem apoiando o fortalecimento da indústria de vacinas, sobretudo por meio do BNDES Funtec (Fundo Tecnológico), que envolve a aplicação de recursos não reembolsáveis em projetos de desenvolvimento tecnológico. Desde 2007, a instituição apoiou dois projetos do Butantan nessa modalidade, para diferentes e importantes vacinas e tecnologias. Apesar do pequeno número de projetos, os valores são bastante expressivos, representando cerca de 30% do valor financiado de todo Funtec para projetos de saúde.

Quadro 8 | Apoio do BNDES relacionado a vacinas entre 2004 e 2011 (R\$ mil)

Instituição	Alvos	Tecnologias	Objetivo	Modalidade	Apoio BNDES	Total projeto
Butantan	Dengue, rotavírus, leishmaniose canina	Novo adjuvante; conjugação; escalonamentos; formulação	Testes pré-clínicos, testes clínicos	Funtec	32.000	37.000
Butantan	Pertussis, rBCG; hemófilus B (HiB)	Aprimoramento de antígenos; DNA-recombinante; conjugação	Testes pré-clínicos; testes clínicos; novo processo	Funtec	20.000	57.642
Fundação Ataulpho de Paiva (FAP)	Tuberculose (BCG)	Fermentação; escala industrial	Produção em BPF	Pro-Farma Produção	5.986	14.015
Total					57.986	108.657

Fonte: Elaboração própria.

Em relação a financiamento reembolsável, o BNDES apoiou um projeto para modernização e adequação da planta produtiva para a fabricação da vacina BCG, pela Fundação Ataulfo de Paiva (FAP), utilizando o programa BNDES Profarma. Essa operação pode ser considerada uma exceção em razão das limitações do BNDES para financiamento com recursos reembolsáveis aos produtores públicos.¹⁷

A Resolução 2.827/2001 do Conselho Monetário Nacional (CMN) impõe limites para operações de crédito com entes do setor público, hoje de R\$ 1 bilhão. Os projetos entram em uma espécie de “fila” até poderem ser financiados. No entanto, desde 2001, não houve alteração ou movimentação na ordem de projetos, inviabilizando novas solicitações de apoio financeiro.

Considerações finais e propostas para o BNDES

A indústria de vacinas vem sendo revolucionada pela biotecnologia moderna. Além das possibilidades tecnológicas advindas da nova trajetória, com desenvolvimento de produtos mais seguros e eficazes, a consolidação da biotecnologia representou um fator essencial para o maior dinamismo do setor e para o retorno do interesse das grandes multinacionais farmacêuticas.

A consequência desse processo foi o lançamento de vacinas modernas e de alto valor agregado, impulsionando um mercado cada vez mais pujante, com poucas empresas farmacêuticas capazes de competir e inovar. Esse cenário impõe um grande desafio à sustentabilidade do sistema público de saúde do Brasil, por causa da necessidade constante de incorporação de novos produtos ao PNI e da pequena capacidade para o desenvolvimento interno de produtos mais avançados.

Apesar da complexa compatibilização entre o atendimento das demandas de saúde de curto prazo e a promoção do desenvolvimento da indústria de imunobiológicos, o país comporta um expressivo parque industrial de vacinas, singular entre países em desenvolvimento. Os laboratórios públicos dominam a produção de vacinas tradicionais (primeira geração) e parte dos processos de vacinas mais modernas, como conjugação (segunda geração) e vacinas recombinantes (terceira geração), contando ainda com um importante portfólio de produtos em desenvolvimento.

¹⁷ A operação foi viabilizada em razão da natureza jurídica da instituição e por o projeto ser operacionalizado pela Fundação.

Percebe-se que a estratégia de desenvolvimento interno de produtos vem ganhando importância para os produtores nacionais. O aumento do número de pedidos de patentes de vacinas no exterior e as concessões de novos registros de produtos na Anvisa corroboram o avanço tecnológico dos laboratórios nos últimos anos. Essa constatação indica que há potencial para que a indústria brasileira desenvolva e produza vacinas mais intensivas em tecnologia, com maior adensamento das etapas produtivas realizadas no país.

Entretanto, os produtores ainda não dominam plenamente o processo de P&D de vacinas, incluindo etapas importantes, como o desenvolvimento de cepas, tecnologias de purificação e novas tecnologias em vacinas. Para superação desse hiato, há três importantes questões a serem superadas, também apontadas por Temporão e Gadelha (2007).

Transferência de tecnologia: a estratégia baseada em transferência de tecnologia é insuficiente para induzir que etapas mais complexas do processo de desenvolvimento e produção de vacinas sejam realizadas no país se não for acompanhada de capacitação interna. Esse instrumento também não deve ser utilizado para produtos cuja tecnologia seja passível de domínio interno independente.

Aliança estratégica: desde o fim do Pasni, em 1998, se acentuou a baixa coordenação e complementaridade nas ações dos dois principais laboratórios públicos. Há alguns projetos “concorrentes”, como o desenvolvimento da vacina da dengue, em estágio clínico no Butantan e em desenvolvimento colaborativo entre Bio-Manguinhos e GSK. Com exceção da produção da vacina tetravalente, há poucas iniciativas de colaboração entre os laboratórios. Uma aliança estratégica entre as duas instituições poderia ampliar e tornar mais efetivo o processo de P&D no país.

Modelo institucional: o modelo jurídico-institucional dos laboratórios dificulta uma resposta mais ágil nos processos de P&D e produção de vacinas. Os laboratórios avançaram nessas alterações, visando se tornarem empresas públicas. Todavia, além da mudança do modelo, há necessidade de profissionalização da gestão e mudanças organizacionais, em especial para a retenção e estímulo de recursos humanos capacitados.

Dessa forma, é preciso repensar a política industrial do setor, de forma a priorizar a inovação, coordenar os principais atores e promover melhorias

organizacionais e de gestão. A indústria de vacinas pode ser considerada um espaço privilegiado para o planejamento e a intervenção pública, visto que o próprio Estado, por meio do Ministério da Saúde, é o maior demandante dos produtos.

O poder de compra do setor público e o financiamento às instituições podem ser utilizados para induzir o desenvolvimento de novas vacinas e para internalizar etapas mais complexas do processo produtivo no país. Uma forma possível de compatibilizar a visão de assistência à saúde com a visão de desenvolvimento industrial seria indicar que a introdução das vacinas no calendário fosse condicionada ao atendimento de critérios de desenvolvimento interno ou codesenvolvimento – nos casos de transferência de tecnologia – de vacinas cuja tecnologia (ou parte dela) não seja dominada.

Uma segunda via de ação é o estímulo à exportação para organismos multilaterais. Como observado, é preciso qualificação e atendimento a rígidos processos de certificação, em especial em Boas Práticas de Fabricação. Além de proporcionar melhor qualidade dos produtos, a exportação pode ampliar a escala e contribuir para redução de custo, tornando os laboratórios mais competitivos.

Nesse contexto, o BNDES tem um importante papel a desempenhar como indutor de atividade inovadora e do fortalecimento da indústria. Para tal, três principais condições devem ser observadas nos financiamentos da instituição: (i) devem ser priorizados projetos integrados e aderentes à estratégia de longo prazo dos laboratórios, e não operações de caráter isolado; (ii) devem-se buscar, como contrapartida, a capacitação e o desenvolvimento interno de etapas ainda pouco dominadas pelos laboratórios; e (iii) deve-se considerar a modernização da gestão como um dos principais objetivos a serem observados e cobrados.

Quanto às prioridades de apoio, é preciso considerar o estágio tecnológico da indústria brasileira na definição de orientações, visando incentivar uma trajetória setorial dirigida a produtos de maior valor agregado. Ademais, a atuação do BNDES deve buscar a consolidação dos conhecimentos já internalizados e o avanço em novos processos e plataformas tecnológicas. O Quadro 9 sugere uma estratégia para retenção e incorporação de competências na indústria de vacinas no país.

Quadro 9 | Estratégia para retenção e incorporação de competências na indústria de vacinas

Estratégia	Tecnologias	Objetivo
Desenvolvimento interno + desenvolvimento colaborativo	Combinação, conjugação e novos adjuvantes	Aprimoramento de vacinas já disponíveis no calendário básico de imunização
Desenvolvimento interno + desenvolvimento colaborativo	DNA recombinante e engenharia genética	Novas vacinas
Tranferência de tecnologia + desenvolvimento colaborativo	VLP (Virus Like Particles), vacinas terapêuticas e novos processos	Novas vacinas

Fonte: Elaboração própria.

As tecnologias de combinação, conjugação e novos adjuvantes representam o passo mais factível para o desenvolvimento interno dos laboratórios. Muitas dessas técnicas são dominadas em maior ou menor grau e poderiam contribuir para melhorar a capacidade imunogênica dos produtos, reduzindo a quantidade de aplicações e ampliando a aderência da população à imunização. Entre essas vacinas estão a tetraviral (sarampo + caxumba + rubéola + varicela), vacina combinada (BCG + hepatite B), vacina aprimorada contra febre amarela, entre outras que teriam, segundo o PNI, grande possibilidade de serem incorporadas.

A internalização do conhecimento da tecnologia de DNA recombinante, utilizada para o desenvolvimento de vacinas de terceira geração, deve ser prioritariamente incentivada. Além de ser uma rota importante para o desenvolvimento de imunobiológicos, como a vacina contra hepatite B, a plataforma tecnológica é também utilizada para o desenvolvimento de outros produtos biológicos.

Por sua vez, a estratégia de transferência de tecnologia deveria ser utilizada especialmente para vacinas modernas, como as de quarta geração e vacinas terapêuticas. A transferência de tecnologia seria justificada pelo deslocamento mais rápido na curva de aprendizado. Uma condição desejável seria o codesenvolvimento e a execução de etapas críticas no processo no país, possibilitando a internalização de competências e evitando a excessiva dependência tecnológica.

Em relação às empresas farmacêuticas nacionais, a baixa capacitação em biotecnologia e o dominante caráter público da oferta de imunobiológicos contribuíram para a limitada atuação dessas empresas no mercado de vacinas. Entretanto, o recente processo de internalização de competências para o desenvolvimento e produção de medicamentos biológicos, pode contribuir para a participação dessas empresas no mercado de vacinas de gerações mais avançadas, de maior intensidade tecnológica. A atuação no segmento de vacinas terapêuticas, por exemplo, poderia ser incentivada, uma vez que as características de mercado desses produtos são mais próximas às dos biomedicamentos.

Em resumo, a indústria de vacinas pode desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento da biotecnologia no país. A existência de uma base industrial expressiva e boa capacidade científica em conjunto com o elevado poder de indução do Estado – direcionado a uma estratégia voltada à inovação e ao acúmulo de competências internas – abrem possibilidades para ampliar o bem-sucedido programa de vacinação, com melhorias concretas na qualidade de vida da população brasileira.

Referências

- BARBOSA, A. P. R. *A formação de competências para inovar através de processos de transferência de tecnologia: um estudo de caso*. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- BARBOSA, A. P. R. *et al.* Competências organizacionais para inovar na indústria brasileira de imunobiológicos: um estudo de caso. *Revista Gestão Industrial*, v. 4, n. 3, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Programa Nacional de Imunizações: 30 Anos*. Brasília, 2003.
- BUCKLAND, B. The process development challenge for a new vaccine. *Nature Medicine Supplement*, v. 11, n. 4, 2005.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, Issue 1, p. 128-152, 1990.
- DELLEPIANE, N. *WHO Technical Specifications and Pre-Qualification*. Apresentação Unicef Vaccine Pre-Tender 2010-2012. Copenhagen, 2008.

- EMA – The European Medicines Agency. *Guideline on Adjuvants in Vaccines for Human Use*. Londres, 2005.
- ERICKSON, D. *Ten Promising Therapeutic Vaccines*, 2011. Disponível em: <www.fiercevaccines.com>. Acesso em: dez. 2011.
- EVALUATE PHARMA. World Preview 2016: Beyond the Patent Cliff. EUA, 2011. Relatório. Disponível em: <www.evaluatepharma.com>. Acesso em: ago. 2011.
- GADELHA, C. A. G; ROMERO, C. Complexo industrial da saúde e inovação: desafios para a competitividade nacional em vacinas e o papel da Fiocruz. *Inovação em Saúde: dilemas e desafios de uma instituição pública*, Rio de Janeiro, p. 317-330, 2007.
- ILCHMANN, K. *et al.* Vaccine Development & the BWC. *Science and Technology Reviews*, 2011. Briefing note. Disponível em: <hsp.sussex.ac.uk>. Acesso em: jan. 2012.
- BIO-MANGUINHOS – INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM IMUNOBIOLOGICOS DA FIOCRUZ. *Relatório Anual de Atividades*, 2010.
- KAMARA, L.; KADDAR, M. *Financial Sustainability of the current model to introduce new vaccines: What is needed to create a more enabling environment*. Genebra: Organização Mundial de Saúde, 2010.
- OMS; UNICEF; BANCO MUNDIAL. *State of the World's Vaccines and Immunization*. 3. ed. Genebra: Organização Mundial de Saúde, 2009.
- PENG, W. Drug pipeline. *Nature Biotechnology*, n. 29, p. 383, 2011.
- PHARMA – The Pharmaceutical Research And Manufacturers Of America. *Medicines in Development: Biotechnology*. 2011.
- REIS, C. *et al.* Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro: BNDES, n. 29, p. 359-392, 2009.
- REIS, C.; PIERONI, J. P.; SOUZA, J. O. B. Biotecnologia para Saúde no Brasil. *BNDES Setorial*. Rio de Janeiro: BNDES, n. 32, p. 193-230, 2010.
- REIS, C.; LANDIM, A. B.; PIERONI, J. P. Lições da experiência internacional e propostas para incorporação da rota biotecnológica na indústria farmacêutica brasileira. *BNDES Setorial*. Rio de Janeiro: BNDES, n. 34, p. 5-44, 2011.

SCARAMUZZO, M. De olho em novos mercados, suíça Novartis decide investir no Brasil. *Valor Econômico*, São Paulo, 9 jan. 2012. Caderno Empresas, p. 1.

SCHATZMAYR, H. G. Novas perspectivas em vacinas virais. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 10, p.655-669, 2003. Suplemento 2.

TEMPORÃO, J. G.; GADELHA, C. A. G. A Estruturação do Mercado de Vacinas no Brasil e a Consolidação do Segmento Público. *Inovação em Saúde: dilemas e desafios de uma instituição pública*, Rio de Janeiro, p. 349-373, 2007.

WHITWORTH, R. Therapeutic Vaccine Outlook. *BioPharm International*, v. 25, p. 25-26, 2012.

Sites consultados

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – <www.anvisa.org.br>.

DATASUS – <pni.datasus.gov.br>.

EPO – ESCRITÓRIO EUROPEU DE PATENTES – <www.espacenet.com>.

MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE – <www.saude.gov.br>.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – <www.who.int/immunization_standards>.

SANOFI PASTEUR – <www.sanofipasteur.com>.

SECEX – <www.mdic.gov.br>.

SECOM – SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – <www.secom.gov.br>.

UNICEF – FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA – <www.unicef.org.br/supply>.

VACCINESTATS – <www.vaccine-analytics.com>.

A indústria de defensivos agrícolas

Martim Francisco de Oliveira e Silva
Letícia Magalhães da Costa*

Resumo

Os defensivos agrícolas são um importante insumo para a agricultura. Atingiram um valor de vendas de US\$ 7,3 bilhões no Brasil, em 2010, o que corresponde a cerca de 7% do total das vendas de produtos da agropecuária brasileira, estimadas em R\$ 180 bilhões nesse ano.

Este artigo visa descrever as diversas oportunidades de desenvolvimento da indústria de defensivos agrícolas brasileira, que dispõe de um mercado grande, sofisticado e capaz de se consolidar como o principal do mundo nos próximos dois anos.

No primeiro capítulo, são descritas as características da agricultura mundial, da brasileira e dos defensivos agrícolas. Nos segundo e terceiro capítulos são abordadas a dinâmica competitiva e as principais tendências da indústria. O quarto capítulo lista os principais desafios e oportunidades

* Respectivamente, engenheiro e economista do Departamento de Indústria Química da Área de Insumos Básicos do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Gabriel Lourenço Gomes, Felipe dos Santos Pereira e Luciana Xavier de Lemos Capanema, respectivamente, chefe de departamento, gerente do Departamento de Indústria Química e gerente do Departamento de Agroindústria. Erros e omissões eventualmente remanescentes são, entretanto, de responsabilidade dos autores.

para a indústria brasileira diante da dinâmica global do setor. Por fim, no quinto capítulo, são expostas as principais oportunidades de atuação do BNDES para o apoio ao desenvolvimento do setor.

Agricultura mundial e brasileira

A agricultura envolve o cultivo de plantas e outras formas biológicas destinadas à produção de alimentos, fibras e outros produtos necessários para a vida. Sua história e evolução caracterizam-se por constantes desafios, tanto de restrições para a expansão de terras e o aumento de sua produtividade, pelo lado da oferta, como de atendimento à expansão do consumo, pelo lado da demanda.

Até o início do século XIX, era relativamente fácil elevar a produção de alimentos com a incorporação de terras abundantes em todo o mundo. A partir do século XX, o atendimento ao crescimento da demanda global de alimentos necessitou principalmente do aumento de sua produtividade, por meio de sua mecanização; da irrigação; do emprego de capitais humanos mais avançados em relação à educação e às habilidades dos trabalhadores; do melhoramento das plantas e do combate às pragas, com uso de defensivos agrícolas [James (2011)]. Como resultado, nas últimas quatro décadas, os ganhos de produtividade no campo traduziram-se em taxas de crescimento da produção agrícola mundial entre 2,1% e 2,3% ao ano, com os países em desenvolvimento obtendo taxas de 3,4% a 3,8% ao ano.

Entretanto, segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), ainda havia 925 milhões de pessoas subnutridas no mundo em 2010, 90% das quais localizadas na Ásia e na África subsaariana. A população mundial foi estimada pela ONU em sete bilhões ao fim de 2011, e um cenário intermediário para o crescimento populacional indica que ela alcançará nove bilhões em 2050, com a maior parte desse crescimento ocorrendo nos países em desenvolvimento [FAO (2010); James (2011)].

Além do desafio de atender ao crescimento da demanda mundial por alimentos, a atividade agrícola mundial também enfrentará pressões crescentes para a redução de seu impacto ambiental [FAO (2010); James (2011)], com destaque para as questões dos desflorestamentos e de seu alto consumo de água [CropLife (2010)].

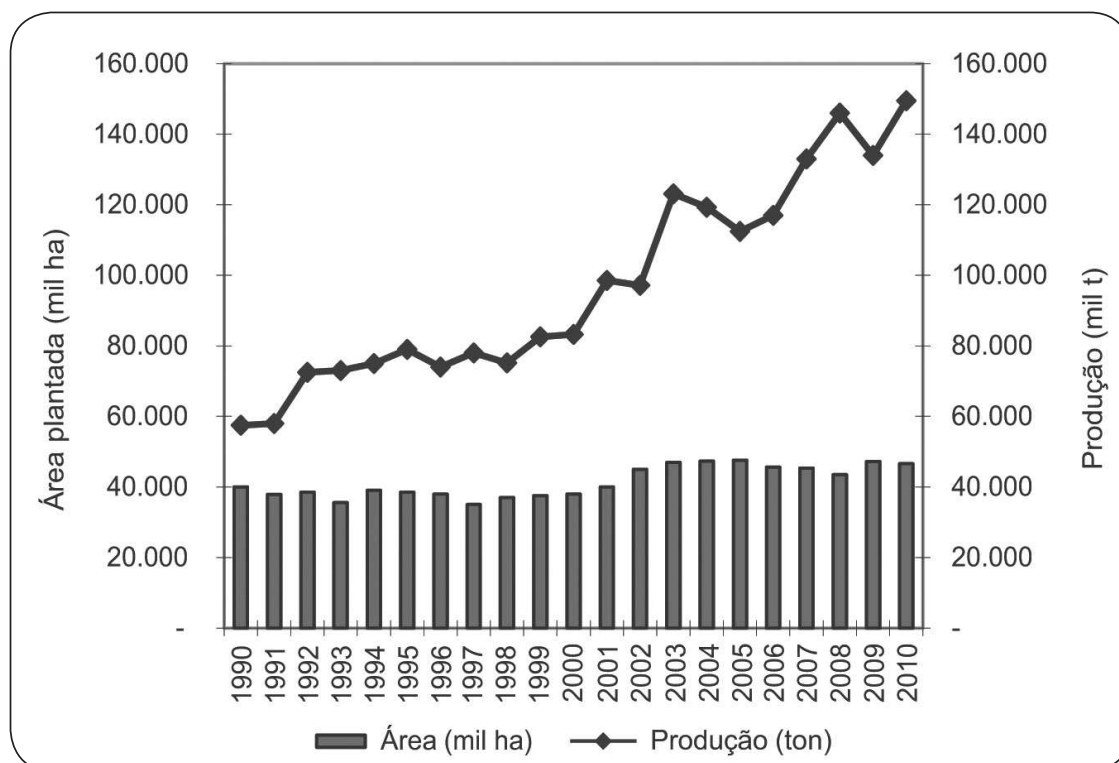
No Brasil, em 2010, o agronegócio, um conjunto de atividades comerciais e industriais que inclui a cadeia produtiva agrícola e a pecuária, contribuiu

com 22,3% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, totalizando R\$ 821 bilhões [IBGE (2011)], contribuindo de modo significativo para o crescimento econômico recente do país, tanto em razão do aumento de sua produção como da elevação dos preços das *commodities* agrícolas.

O Brasil é o terceiro maior produtor agrícola do mundo, superado apenas pelos Estados Unidos e pela União Europeia. Segundo a FAO, em 2009, o país foi o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, laranja e café, o segundo maior de soja e o terceiro em milho.

A evolução da produtividade agrícola brasileira nas últimas décadas foi expressiva. Em 1960, o país colheu 17,2 milhões de toneladas de grãos, em uma área pouco superior a 22 milhões de hectares, representando uma produtividade de 783 kg/ha. Em 2010, a produtividade brasileira na colheita de grãos totalizou 3.173 kg/ha, significando uma evolução de 305% em cinquenta anos. Entre 1990 e 2010, a produção conjunta das lavouras de cereais, leguminosas e oleaginosas aumentou a uma taxa de 4,9% a.a., enquanto a produtividade, em t/ha, cresceu a uma taxa de 4,1% a.a. no mesmo período [IBGE (2011)], como indicado no Gráfico 1.

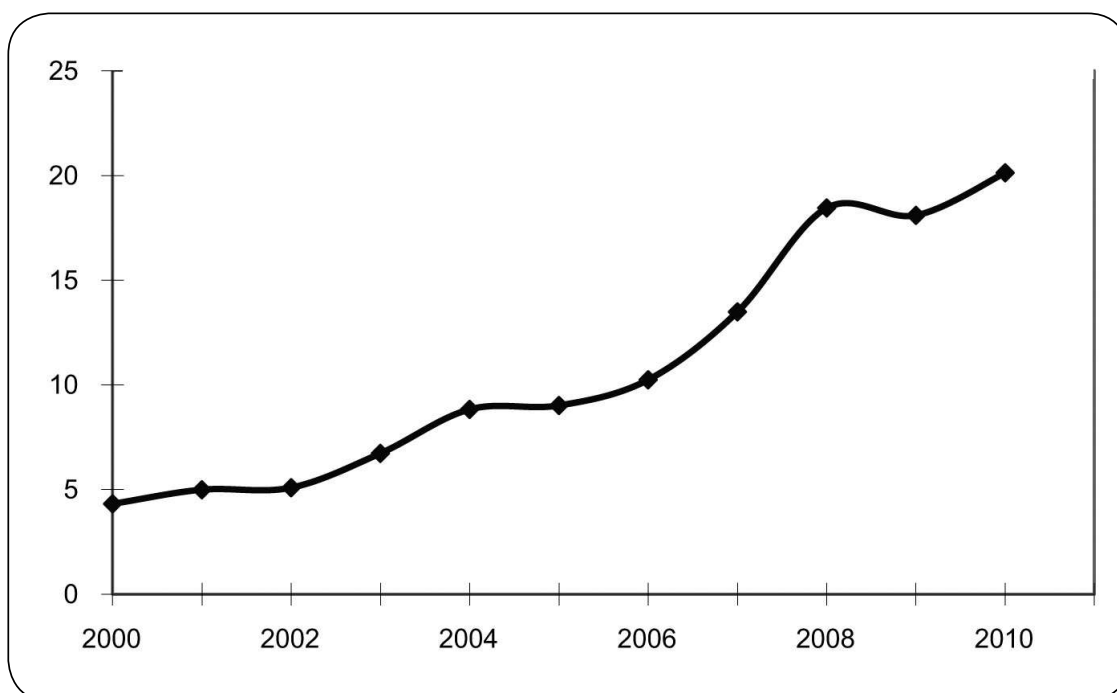
Gráfico 1 | Área plantada e produção de cereais, leguminosas e oleaginosas



Fonte: IBGE (2011).

Segundo OMC, o Brasil alcançou um superávit comercial com os produtos agrícolas de US\$ 30,6 bilhões no ano de 2009, superior ao americano, o maior produtor mundial. Apenas com produtos de origem vegetal, as exportações cresceram a uma taxa de 16,7% em valor e de 12,9% em peso entre 2000 e 2010 [MDIC/AliceWeb (2011)]. O Gráfico 2 mostra a evolução das exportações agrícolas brasileiras no período.

Gráfico 2 | Exportações de produtos agrícolas (US\$ bilhões)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de MDIC/AliceWeb.

A utilização e a importância dos defensivos agrícolas

Pestes ou pragas são organismos biológicos considerados nocivos ao interferir na atividade humana, competindo por alimentos, disseminando doenças ou prejudicando colheitas, alimentos e ecossistemas urbanos. São classificadas como [National Research Council (2000)]:

- ervas daninhas – plantas que competem por água, sol e nutrientes com os cultivos.
- insetos – invertebrados capazes de proliferar em diversos climas.
- organismos patogênicos – categoria que inclui fungos, vírus, bactérias e helmintos.

- vertebrados – animais que podem provocar perdas em culturas, como as causadas por roedores.

As perdas em razão das pestes na agricultura, na ausência de mecanismos para seu controle, são variáveis em função das flutuações de condições agroclimáticas, ecológicas, socioeconômicas e estocásticas. A maioria dos estudos científicos situa essas perdas entre 30% e 40% da cultura plantada, com seus maiores valores ocorrendo nos países em desenvolvimento [Yudelman *et al.* (1998)].

Diversas variáveis contribuem para a ocorrência de pestes na atividade agrícola, entre elas: a introdução de espécies de sementes em locais sem inimigos naturais; métodos de armazenagem; mudanças genéticas em plantas, que se tornam mais sensíveis a algumas pragas; redução no processo de rotação de lavouras, que criam condições favoráveis a determinadas pragas e desfavoráveis para outras; desequilíbrios ecológicos; e até mesmo a expansão do comércio internacional de produtos agrícolas [Yudelman *et al.* (1998)].

Há diversos mecanismos destinados a controlar as pestes, entre eles:

- rotação de culturas, com o planejamento de cultivos e colheitas distintas.
- utilização de predadores naturais, parasitas e micróbios.
- adoção de variedades de plantas com resistência genética ou tolerância a pestes.
- emprego de produtos químicos, como os defensivos agrícolas.

Os defensivos agrícolas, também conhecidos como agrotóxicos, pesticidas ou praguicidas,¹ são substâncias ou misturas de substâncias químicas utilizadas para prevenir, destruir, repelir ou inibir a ocorrência ou efeito de organismos vivos capazes de prejudicar as lavouras agrícolas [National Research Council (2000)].

Os principais tipos de defensivos são:

- Herbicidas – produtos destinados a eliminar ou impedir o crescimento de ervas daninhas. Podem ser classificados de acordo com:

¹ Os termos: defensivos, defensivos agrícolas, pesticidas e agrotóxicos são utilizados como sinônimos neste artigo. A denominação pesticida pode se referir, em outros contextos, a produtos destinados ao combate de pragas em ambientes urbanos, domésticos ou a algumas aplicações especiais, como a preservação de madeiras.

sua atividade (de contato ou sistêmicos), uso (aplicados no solo, pré-emergentes ou pós-emergentes) e modo de ação sobre o mecanismo bioquímico da planta. Podem ser também segmentados em: herbicidas não seletivos (que destroem todas as plantas) e seletivos (aqueles que atacam unicamente a praga, preservando a lavoura).

- Inseticidas – são produtos à base de substâncias químicas ou agentes biológicos destinados a eliminar insetos. Há três grandes famílias de compostos químicos: os organossintéticos, os inorgânicos e os botânicos ou bioinseticidas.
- Fungicidas – são agentes físicos, químicos ou biológicos destinados a combater os fungos. Também podem eliminar plantas parasíticas e outros organismos semelhantes.
- Acaricidas – produtos químicos destinados a controlar ou eliminar ácaros, especialmente em frutas cítricas, como a laranja.
- Agentes biológicos de controle – organismos vivos que atuam por meio de uma ação biológica como a de parasitismo ou de competição com a praga.
- Defensivos à base de semioquímicos – armadilhas semelhantes aos feromônios naturais, que emanam pequenas doses de gases capazes de atrair e capturar insetos. São específicos para cada espécie de praga e agem em concentrações reduzidas e de baixo impacto ambiental.
- Produtos domissanitários – destinam-se às regiões urbanas, com suas principais categorias de produtos divididas em: inseticidas domésticos, moluscicidas, rodenticidas e repelentes de insetos.

História da utilização dos defensivos agrícolas

Desde os primeiros dias, as culturas agrícolas foram assoladas por pragas: há registros da utilização de produtos químicos como o arsênico para o controle de pestes em escrituras gregas de cerca de três mil anos atrás, bem como esculturas em túmulos egípcios datadas de 2.300 a.C. mostrando gafanhotos comendo grãos [National Research Council (2000)].

No início do século XIX, eram utilizados compostos inorgânicos à base de metais, como cobre, enxofre e mercúrio, para combater doenças parasitárias e fungos em hortaliças na Europa [Alves Filho (2002)]. Além destes, outros compostos, à base de arsênico, selênio e chumbo, que caracterizaram

a primeira geração de pesticidas químicos e que não são mais utilizados em função de sua elevada toxicidade, foram empregados até o início do século XX para combater pestes em plantas [Alves Filho (2002)].

Com o desenvolvimento da indústria química, iniciado com a Segunda Revolução Industrial, ao fim do século XIX, e acentuado durante e após a Segunda Guerra Mundial, a indústria de defensivos agrícolas experimentou um intenso crescimento. Nesse período, foram descobertos, grande parte por empresas americanas e europeias, especialmente da Alemanha e Suíça, novos compostos que produziram expressivos impactos na agricultura e na saúde pública mundial, caracterizando a segunda geração de defensivos agrícolas.

Na década de 1960, produtos que requeriam a aplicação de menores quantidades por área cultivada e menor toxicidade para os seres humanos e para o meio ambiente começaram a surgir, caracterizando a terceira geração de defensivos agrícolas.

A quarta geração de defensivos inclui produtos desenvolvidos com base na atuação no sistema endócrino dos insetos, interferindo em seu processo de crescimento, por exemplo. Como são mais específicos e proporcionam uma melhor degradação ambiental, causam riscos menores à saúde humana [Alves Filho (2002)].

A indústria de defensivos agrícolas

A indústria de defensivos agrícolas desenvolveu-se com base na indústria química, aliando conhecimentos de química orgânica às ciências agrônômicas. Ela está incluída no segmento de química fina, caracterizado por fabricar produtos de elevado valor unitário, quando comparados aos produtos de outros segmentos, como a química básica [Frenkel e Silveira (1996)].

As vendas mundiais de defensivos agrícolas no ano de 2010 foram de US\$ 47,6 bilhões [Agrow (2011)], com as participações dos principais grupos de produtos e das regiões mundiais nos anos de 1997 e 2009 indicadas nas tabelas 1 e 2. Nesses anos, o crescimento do setor apoiou-se na expansão da utilização de herbicidas e fungicidas, assim como na ampliação do mercado latino americano, cuja participação nas vendas mundiais se elevou de 12% em 1997 para 20% em 2009 [CropLife (2010)], quando a participação das vendas no Brasil em relação à América Latina foi de 85% [McDougall (2010)].

Tabela 1 | Vendas mundiais por classe de produtos

Produto	2009		1997	
	Vendas (US\$ bilhões)	%	Vendas (US\$ bilhões)	%
Herbicidas	17.527	46,3	13.320	47,6
Fungicidas	9.726	25,7	4.893	17,5
Inseticidas	9.411	24,9	8.246	29,4
Outros	1.196	3,2	1.540	5,5
Total	37.860	100,0	28.000	100,0

Fontes: McDougall (2010) e CropLife (2010).

Tabela 2 | Vendas mundiais por região

Região	2009		1997	
	Vendas (US\$ bilhões)	%	Vendas (US\$ bilhões)	%
Nafta	11.480	30	8.337	29,8
Europa	7.930	21	7.068	25,2
Ásia	9.245	24	6.434	23,0
América Latina	7.700	20	3.353	12,0
Resto do mundo	1.505	4	2.809	10,0
Total	37.860	100	28.000	100,0

Fontes: McDougall (2010) e CropLife (2010).

Na indústria há um número grande de competidores, mas apenas parte deles com parcela significativa do mercado. Em 2010, os três maiores competidores tinham 47% do mercado, e os dez maiores 83%. Nesse ano, cerca de 25% das vendas mundiais foram originadas de empresas sediadas na Alemanha, 24% dos Estados Unidos e 19% da Suíça, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 | *Ranking* dos produtores globais

Venda mundiais de defensivos agrícolas em 2010					
Posição	Empresa	Origem	US\$ milhões	Participação (%)	Participação acumulada (%)
1	Syngenta	Suíça	8.878	18,7	19
2	Bayer	Alemanha	8.157	17,1	36
3	CropScience BASF	Alemanha	5.355	11,2	47
4	Dow	Estados Unidos	4.869	10,2	57
5	AgroSciences Monsanto	Estados Unidos	2.891	6,1	63
6	DuPont	Estados Unidos	2.500	5,3	69
7	Makhteshim- -Agan	Israel	2.180	4,6	73
8	Nufarm	Austrália	1.995	4,2	77
9	Sumitomo Chemical	Japão	1.524	3,2	81
10	FMC	Estados Unidos	1.242	2,6	83
11	Arysta LifeScience	Japão	1.174	2,5	86
12	United Phosphorus	Índia	1.140	2,4	88
13	Cheminova	Dinamarca	936	2,0	90
14	Ishihara Sangyo Kaisha	Japão	442	0,9	91
15	Kumiai Chemical	Japão	437	0,9	92
16	Mitsui Chemicals Agro	Japão	398	0,8	93
17	Nippon Soda	Japão	395	0,8	94
18	Nissan Chemical	Japão	393	0,8	94
19	Nihon Nohyaku	Japão	386	0,8	95
20	Sipcam-Oxon	Itália	369	0,8	96
21	Outros		1.940	4,1	100
Total			47.601	100,0	

Fonte: Agrow (2011).

Estratégias competitivas

A indústria de defensivos agrícolas pode ser considerada madura em razão de suas seguintes características: (i) seu crescimento de vendas é lento; (ii) os investimentos na descoberta de novos produtos têm obtido retornos decrescentes, em função da limitação do tamanho do mercado mundial, associados à elevação dos custos em P&D; (iii) os padrões ambientais e de saúde humana para a operação no setor elevaram-se, restringindo os lucros e aumentando os riscos de operação no setor; e (iv) os agricultores tornaram-se mais sensíveis aos custos dos defensivos, graças a sua experiência recente com a volatilidade de preços das *commodities* agrícolas e à pressão internacional pela redução de subsídios governamentais em seus países.

As estratégias competitivas das empresas na indústria se distinguem de acordo com dois segmentos de negócios: produtos com patentes ou genéricos.²

No segmento de produtos com patentes, busca-se a criação de barreiras aos concorrentes por meio do desenvolvimento de produtos que são compostos por ingredientes ativos,³ substâncias que exercem o desejado efeito biológico no organismo da praga e que possam ser protegidos por patentes, garantindo a exclusividade de exploração da descoberta durante um determinado período de tempo.

Como um ingrediente ativo pode ter eficácias distintas em climas ou culturas particulares, há possibilidades adicionais de diferenciação de produtos e de economias de escopo para as empresas dedicadas à pesquisa. As empresas que atuam nesse segmento também buscam investir no reconhecimento de suas marcas e no aprimoramento dos relacionamentos com sua rede de distribuição de forma a manter sua fidelidade e garantir a rápida introdução de novos produtos [Frenkel e Silveira (1996)].

Para as empresas atuantes no segmento de produtos genéricos, com patentes vencidas, perseguem-se economias de escala e eficiências operacionais que permitam reduções de custos e viabilizem o acesso a uma ampla rede de distribuição, uma vez que a competição nesse segmento se baseia principalmente em preços.

Nos dois segmentos é necessário ofertar uma extensa linha de produtos ao mercado, a fim de oferecer soluções mais completas para os clientes, o que torna importante a formação de alianças com concorrentes que possuam

² Neste artigo, os termos produtos genéricos e equivalentes são utilizados como sinônimos.

³ No texto, os termos ingrediente ativo, princípio ativo e produto técnico são utilizados como sinônimos.

produtos que complementem as limitações da linha de um competidor. Finalmente, para todos os participantes na indústria, é importante capacidade financeira para responder a danos ambientais ou à saúde humana que seus produtos possam vir a originar.

A demanda por pesticidas, de maneira semelhante a outros insumos da agricultura, depende da demanda das lavouras agrícolas, que, por sua vez, depende de seus preços e das condições de crédito para o plantio, visto que esse setor é muito dependente de financiamentos. Assim, no curto prazo, alterações de custos não são repassadas para os preços, afetando as margens e os lucros do produtor agrícola [Frenkel e Silveira (1996)].

Por essas razões, o comportamento de compra dos agricultores é sensível aos preços dos defensivos, que representam no Brasil, em média, o segundo item mais importante entre os custos em que ele precisa incorrer em uma safra agrícola, após os dispêndios com fertilizantes. Na Tabela 4, estão descritos valores típicos para a participação dos diversos custos das lavouras de algodão, milho, arroz e soja, ou apenas para a soja, em uma amostra de diversas regiões do Brasil, durante a safra de 2010-2011. A variação da participação dos itens de custos nos custos totais se associa a questões como: custo da terra; características do solo, que se relacionam à demanda por fertilizantes; ocorrência de pragas, que influencia a demanda por defensivos; intensidade da automação da lavoura; e as condições climáticas locais.

Tabela 4 | Participação das despesas nos custos totais

Despesa	% Custos totais na safra 2010-2011	
	Conjunto de lavouras (h)	Soja
Fertilizantes	14-27	20-26
Defensivos	10-19	12-15
Sementes	5-7	5-7
Mão de obra (a)	3-5	3-4
Operação de máquinas (b)	9-17	8-13
Despesas pós-colheita (c)	10-15	9-14
Depreciação (d)	6-10	7-11
Outros (f)	16-22	20-22

Continua

Continuação

Despesa	% Custos totais na safra 2010-2011	
	Conjunto de lavouras (h)	Soja
Custos variáveis	73-80	69-76
Custos fixos	9-14	11-15
Remuneração do capital (g)	8-14	13-17

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Conab.

Notas: (a) temporária e fixa; (b) avião, máquinas e serviços; (c) seguros, transporte, beneficiamento e armazenagem; (d) benfeitorias, instalações e máquinas; (f) royalties sobre sementes geneticamente modificadas, despesas administrativas, manutenção de equipamentos e seguros (g) inclui o custo pelo uso da terra; e (h) lavouras de algodão, arroz, milho e soja.

Na segmentação por produtos, há em um primeiro plano as três grandes classes de uso: fungicidas, herbicidas e inseticidas. Em um segundo plano, os produtos são agrupados de acordo com a lavoura a tratar e, finalmente, de acordo com as indicações para combate às pragas específicas em cada cultivo. É neste último nível de segmentação que os preços e eficiências relativas, dependentes das características dos produtos, são explicitados, e a competição se torna efetiva [Frenkel e Silveira (1996)].

Ao tomar sua decisão de compra, o agricultor associa os coeficientes técnicos de utilização dos defensivos, por exemplo, em quilogramas de insumo por área cultivada, a sua eficácia no combate às pragas específicas, aos preços dos produtos dos concorrentes [Frenkel e Silveira (1996)] e aos custos operacionais, decorrentes do número e métodos de aplicações necessários durante o processo de plantio até a colheita. Além destes, a qualidade da assistência técnica proporcionada pelo fabricante também desempenha um papel importante em sua decisão de compra.

Há poucas alternativas de combate a pragas agrícolas consideradas mais efetivas do que o uso de pesticidas.

Uma opção é o uso de biopesticidas, que são micro-organismos predadores de origem natural, cuja utilização ainda é limitada em função das dificuldades de comprovar sua eficácia, dos riscos ambientais resultantes de sua aplicação em uma ampla área e dos custos de seu desenvolvimento para culturas, ambientes e pestes específicas [Hartnell (1996)].

Outra opção é o emprego de técnicas integradas de gestão de pragas, que consideram interações entre plantas, pestes, solos, climas, controles

biológicos, como predadores ou insetos estéreis, armadilhas, rotação de culturas, fertilizantes, momentos para a semeadura e mesmo os pesticidas para a solução de um problema. Nesta opção, o agricultor monitora sua cultura, a população de insetos, estima seus riscos e implementa as medidas mais adequadas.

É esperado que, no futuro, o aumento da produtividade agrícola requeira maior integração de tecnologias que reúnam conhecimentos agrônômicos, sistemas de informação, equipamentos, treinamento e insumos como os defensivos agrícolas e fertilizantes.

Cadeia de suprimentos

Os defensivos agrícolas têm, em sua composição, substâncias químicas denominadas ingredientes ou princípios ativos, que podem ser obtidos diretamente de outras matérias-primas, por processos químicos, físicos ou biológicos.

Uma segmentação na indústria se associa ao grau de integração das empresas nas operações de fabricação industriais, que podem ser divididas em três fases:

- fabricação do ingrediente ativo, substância unimolecular com parâmetros físicos e químicos definidos, também denominados “produto técnico”, por meio de sínteses químicas em processos do tipo bateladas;
- formulação de produtos com este ingrediente ativo, por meio de operações físicas, como diluição, moagem e mistura com outros componentes, como solventes, emulsificantes e surfactantes, que o diluem ou estabilizam, visando otimizar seu desempenho em diferentes lavouras no campo;
- embalagem do produto.

As empresas atuantes na indústria buscam múltiplas fontes de matérias-primas, cujos gastos representam 35 a 40% das vendas de um fabricante de defensivos atuante no segmento de produtos com patentes e até 60% para uma empresa atuante no segmento de produtos genéricos.

Ao perseguir economias de escala, as principais empresas globais buscam sintetizar seus ingredientes ativos individuais em apenas uma planta de fabricação, que se torna a fonte mundial daquele item, enquanto as formulações são produzidas e embaladas em diversas fábricas localizadas próximas aos principais mercados em que os produtos são vendidos. Assim, essas empresas operam múltiplas plantas de produção de ingredientes ativos, formulação e embalagem em diferentes países, próprias ou de empresas contratadas, gerenciando redes logísticas, desde as matérias primas iniciais, como os intermediários para sínteses dos ingredientes ativos, até a embalagem final dos produtos formulados para mercados específicos, de maneira a alcançar a melhor combinação de resultados comerciais e financeiros.

Depois da formulação e embalagem, os defensivos são vendidos a distribuidores independentes ou revendedores, que normalmente atuam com linhas de produtos de diversos fabricantes, por meio de uma cadeia de distribuição com dois ou três níveis. No caso da distribuição de produtos em dois níveis, estes são vendidos pelos fabricantes para as cooperativas de agricultores ou distribuidores independentes, que os revendem ao agricultor. No caso da venda em três níveis, os produtos são vendidos às cooperativas ou distribuidores, que atuam como atacadistas e vendem os produtos a agentes independentes ou cooperativas menores, que as revendem aos agricultores. Os fabricantes de defensivos também efetuam vendas diretas aos maiores agricultores nos principais países produtores.

No Brasil, estima-se que 26% do valor das vendas dos defensivos são feitas diretamente aos grandes produtores agrícolas, 24% às cooperativas e 50% para as revendas. De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (Sindag), o financiamento das compras de defensivos é feito principalmente pelos fabricantes, com prazos associados à colheita da safra correspondente, que atingiam uma média de 183 dias no ano de 2010.

Para sua utilização, o defensivo deve ser diluído para, em seguida, ser aplicado de maneira manual (por exemplo, pelo método de *spray* usado por trabalhadores) ou mecânica (como efetuado ao se utilizarem tratores e aviões). A aplicação é uma etapa importante, em relação a seu método e a

seu momento, uma vez que dela dependem a efetividade dos resultados no controle de pragas e o impacto dos produtos sobre a saúde dos aplicadores, consumidores e sobre o meio ambiente.

Pesquisa e desenvolvimento

A atividade de inovação na indústria de defensivos busca desenvolver compostos químicos que tenham uma atividade biológica capaz de tratar pestes específicas nas lavouras e um potencial de comercialização que proporcione um adequado retorno do investimento. Ela é influenciada pela interação de quatro fatores: as necessidades dos agricultores, a concorrência, os requisitos regulatórios para o registro de novos produtos e o sistema de patentes, que define um período de exclusividade durante o qual uma empresa inovadora pode se apropriar dos benefícios de seu novo produto [Hartnell (1996)].

O processo pode ser dividido em três etapas: a pesquisa de um novo produto, seu desenvolvimento e o registro com as autoridades regulatórias.

A pesquisa de um novo ingrediente ativo dispõe de quatro pontos de partida: (1) caminhos aleatórios, quando os produtos químicos são obtidos por diversas fontes e testados em sua atividade biológica; (2) análise de moléculas semelhantes (como as dos concorrentes), para buscar melhorias em suas propriedades; (3) pesquisa de produtos naturais com alguma atividade pesticida; e (4) projeto biorracional, quando as moléculas são projetadas para atuar sobre uma associação bioquímica específica de uma praga [Hartnell (1996)].

O estágio de pesquisa na indústria foi significativamente melhorado nas últimas duas décadas, com a utilização de tecnologias apoiadas em métodos combinatoriais e na análise de produtos com equipamentos de alta velocidade (*high-throughput screening*, ou HTS). Após identificar um objetivo biológico, busca-se um composto capaz de bloqueá-lo por meio de um processo iterativo que inicia com o desenho de uma molécula no computador com base na qual são efetuadas diversas combinações de sínteses de novos produtos em alta velocidade que caracterizam novas configurações para a molécula inicial e que são testadas com equipamentos de HTS [National Research Council (2000)].

Se a avaliação da atividade biológica do ingrediente ativo no combate a pragas específicas for considerada promissora, a molécula é encaminhada para a etapa de desenvolvimento.

Essa etapa começa com a autorização pelas autoridades reguladoras para os experimentos prosseguirem com os testes em campo até que se obtenha um registro definitivo. Inicia-se a fabricação do ingrediente ativo em uma planta-piloto, destinada a produzir materiais em quantidades adequadas para a investigação da eficácia dos efeitos biológicos de sua aplicação no campo em uma variedade de cultivos, regiões, países, climas e contra diversas pragas, bem como para o desenvolvimento e a otimização dos processos de manufatura, formulação química e embalagem.

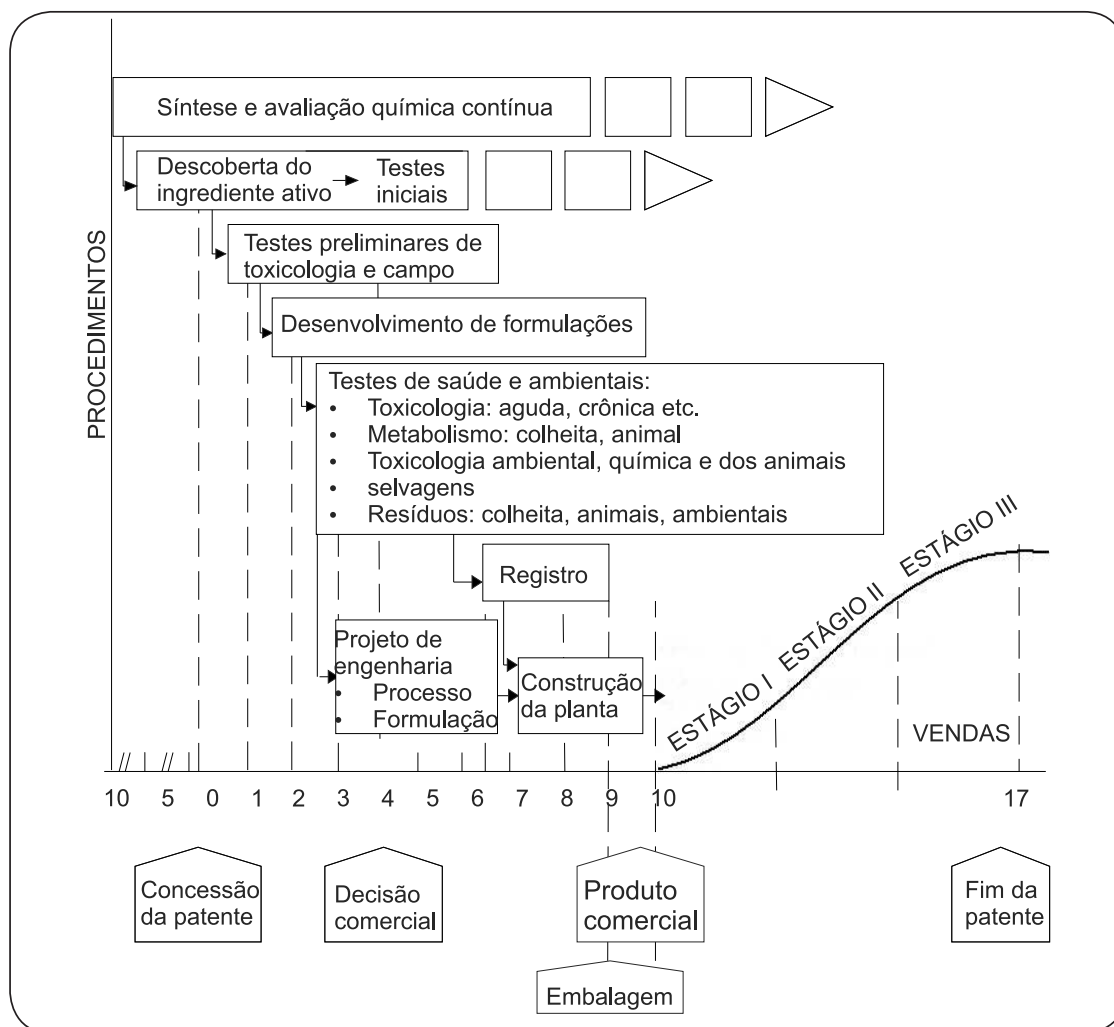
Nessa etapa de desenvolvimento são preparados os relatórios destinados às autoridades reguladoras, elaborados com base nos testes de campo, com informações sobre: os efeitos do produto contra as pragas-alvo, comparando-os com outros tratamentos e produtos já existentes no mercado; os estudos toxicológicos, com a avaliação dos aspectos de segurança do produto e de seus resíduos, visando ao bem-estar dos usuários do produto e dos consumidores de alimentos e à redução dos impactos ambientais, que envolvem estudos dos efeitos físicos e metabólicos do produto e seus resíduos, ao longo do tempo no solo, água, flora, fauna e ar.

O estágio final, de registro, inclui a elaboração e submissão de um dossiê, com os dados das etapas de P&D, às autoridades regulatórias para obter a aprovação para produção e comercialização do produto.

O desenvolvimento de um novo defensivo agrícola demora entre sete e dez anos desde sua descoberta até seu lançamento comercial, embora esse prazo possa variar de acordo com o produto e o país em que for solicitado o registro. Na Figura 1 estão representadas as etapas descritas, até o lançamento comercial do produto e a expiração de sua patente.

Durante a vida útil do produto, as empresas líderes conduzem programas de monitoramento da utilização e dos resultados do uso de seus produtos, com o treinamento em procedimentos de segurança, transporte, armazenagem e gestão de pragas conhecidos como programas de *stewardship*.

Figura 1 | Etapas de P&D e vendas



Fonte: Casarett *et al.* (2001).

Depois do lançamento do produto no mercado, podem também ser requeridos aos fabricantes, pelas autoridades reguladoras, estudos adicionais destinados à manutenção dos registros, motivados por novas informações obtidas sobre os efeitos toxicológicos e ambientais do defensivo no mercado.

As empresas atuantes com a estratégia de desenvolvimento de produtos patenteáveis investem anualmente entre 7% e 12% de suas vendas em P&D [Fulton e Giannakas (2001)]. Por serem elevados, esses investimentos as induzem a pesquisar novos ingredientes ativos em um número limitado de laboratórios localizados em poucos países, enfocando objetivos biológicos específicos e que caracterizem um problema mundial em uma cultura importante, como a da soja, ou do milho. As empresas líderes também contam com um amplo conjunto de acordos para pesquisas com universidades e

pequenas empresas de pesquisa que permitem ampliar suas possibilidades de descoberta de novas moléculas [McDougall (2010)].

Apesar das novas técnicas de pesquisa, o desenvolvimento de um novo defensivo vem sendo mais difícil. Para obter um novo princípio ativo, no início dos anos 1950 era necessário testar cerca de 1.300 moléculas; no início dos anos 1990, 45 mil moléculas; e, em 2000, cerca de 140 mil moléculas, ao custo de US\$ 184 milhões, valor elevado para US\$ 256 milhões em 2008 [McDougall (2010)]. Uma das explicações para a maior dificuldade de desenvolvimento de novos ingredientes ativos seria que os compostos mais simples já teriam sido descobertos, o que limitava as possibilidades de novos desenvolvimentos [Hartnell (1996)].

O aumento de 39% nos custos totais de P&D por molécula nova lançada no mercado, entre os anos 2000 e 2008, foram maiores na etapa de desenvolvimento, cujo custo se elevou de US\$ 79 milhões para US\$ 146 milhões, em função das crescentes exigências regulatórias, que demandam estudos mais detalhados quanto às avaliações de segurança toxicológica e ambiental dos produtos. Por outro lado, a utilização dos processos de química combinatória empregando equipamentos de seleção de alta velocidade (HTS) permitiu reduzir os custos incorridos na etapa de pesquisa em 10%.

Transgênicos

Na década de 1990, o limitado tamanho do mercado mundial, os elevados custos com a atividade de P&D e as dificuldades para obtenção de novas moléculas reduziram as inovações na indústria de defensivos, que passou a, cada vez mais, apoiar-se em melhorias incrementais, como novas formulações para ingredientes ativos já existentes, capazes de proporcionar retornos mais rápidos e menos arriscados. Assim como em outros segmentos da indústria química, com a desaceleração da velocidade das inovações foi necessário buscar uma mudança de paradigma de desenvolvimento. As oportunidades surgiram no campo da genética das plantas.

Até a década de 1970, a pesquisa de novas variedades de plantas que proporcionassem maior produtividade agrícola, tolerância a pragas e a estresses ambientais ou uma composição nutricional ou vida útil mais favorável, era efetuada por meio de abordagens tradicionais de reprodução, nas quais uma variedade de planta a ser melhorada era cruzada com outra variedade portadora das características de interesse. Esse processo era longo, demorando de sete a dez anos, em virtude da necessidade de observar

os resultados em campo e, em seguida, multiplicar as sementes para sua utilização pelos agricultores.

Os conhecimentos sobre os genomas proporcionaram uma compreensão detalhada do material genético dos organismos vivos, permitindo que avanços nos campos da engenharia, biologia e bioquímica fossem aplicados ao cultivo de plantas, com o uso de ferramentas como cultura de células e tecidos, fusão celular, biologia molecular e tecnologias de recombinação do DNA, que permitiram aos cientistas alterar as estruturas genéticas das plantas de maneira mais rápida e precisa.

O uso de marcadores moleculares, por exemplo, permitiu a observação de características particulares das sementes, como a resistência a um composto químico ou sua capacidade de sobrevivência diante da escassez de algum nutriente, economizando diversos anos que seriam despendidos no processo tradicional de cruzamento de variedades e observação das características obtidas. Foram então desenvolvidos processos que permitissem a alteração da estrutura genética das plantas, por meio da junção de fragmentos do DNA de vírus, bactérias, plantas ou outros animais. Como exemplo, um micro-organismo presente no solo, chamado *Bacillus thuringiensis*, é capaz de produzir proteínas nocivas para vários insetos presentes em culturas como a do algodão, milho e batata. Ao transferir material genético desse micro-organismo para uma semente agrícola, esta produz uma proteína que é tóxica para diversos insetos [Falck-Zepeda *et al.* (2000)], embora inofensiva a pessoas ou animais [Borlaug (2000)].

Assim, as sementes obtidas pela inserção de pelo menos um gene de outra espécie no genoma de uma planta receptora passaram a ser chamadas de transgênicas [Borlaug (2000)], ou organismos geneticamente modificados (GMO, do inglês, Genetic Modified Organism), as quais podem ser classificadas de acordo com suas gerações:

1ª geração – foram as primeiras plantas geneticamente modificadas a serem desenvolvidas. Seus plantios experimentais ocorreram na década de 1980, com características de tolerância a herbicidas ou resistência a pestes, como os insetos.

2ª geração – reúne as plantas e sementes cujas características nutricionais são melhores qualitativa ou quantitativamente e que têm maior resistência a fatores ambientais como: enchentes, calor, frio, acidez, salinidade do solo e secas [Borlaug (2000)]. Há plantios experimentais dessa geração ocorrendo hoje em alguns países do mundo.

3ª geração – reúne as plantas e sementes destinadas à síntese de produtos especiais, como vacinas, hormônios, anticorpos e plásticos, que ainda estão em fase de experimentação e sem nenhuma variedade aprovada para comercialização.

Os desenvolvimentos ocorridos no campo das sementes transgênicas, especialmente na década de 1990, eram fundamentados em benefícios esperados, como a contribuição para o aumento da produtividade agrícola, a melhoria das propriedades nutricionais das lavouras e até mesmo a redução da utilização de pesticidas [James (2011)]. Entretanto, algumas dessas propriedades dependem de novas gerações de produtos que ainda não chegaram ao mercado.

Há poucos estudos sobre os benefícios econômicos dos transgênicos nas cadeias produtivas. Uma das exceções é o trabalho de Falck-Zepeda *et al.* (2000), sobre a lavoura da soja nos Estados Unidos, que identificou que os agricultores absorviam a maior parcela dos benefícios, os desenvolvedores das sementes, a segunda maior participação, seguidos pelos consumidores americanos, os consumidores de outros países e os fornecedores das sementes.

Evolução do plantio das sementes transgênicas no Brasil e no mundo

As preocupações com as consequências da utilização de organismos geneticamente modificados, decorrentes de efeitos inesperados da transposição de genes de um organismo para outro, causaram reações em diversos países do mundo, seja pelos riscos de efeitos indesejáveis à saúde humana, por questões ligadas aos campos da biodiversidade, bio-ética, direitos do consumidor ou pelos riscos de desemprego no campo, animando longas discussões entre os defensores e críticos dos organismos modificados geneticamente e que passaram a ser cultivados em larga escala a partir de meados da década de 1990. Atualmente, não há evidências científicas de que a ingestão ou o cultivo de alimentos transgênicos seja perigoso para a saúde ou para o meio ambiente.

Estima-se que as sementes transgênicas foram empregadas em 148 milhões de hectares em 2010, ocupando 10% da área destinada à agricultura mundial. Nesse ano, a cultura da soja, com 73 milhões de hectares, foi a principal lavoura transgênica, com 50% da área plantada mundialmente, seguida pelo milho, com 47 milhões de hectares (31%), e algodão, com 21 milhões de hectares (14%) [James (2011)].

No Brasil, a Lei 11.105, de 24 de março de 2005, dispôs sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB) e criou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), uma instância composta de especialistas em saúde humana, animal, meio ambiente, direitos do consumidor e agricultura, entre outros. A CTNBio destina-se a apoiar o governo federal, de modo consultivo, na formulação e implementação da PNB em relação aos organismos geneticamente modificados e no estabelecimento de normas e pareceres técnicos destinados à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente.

Em 2005, a CTNBio iniciou a liberação das primeiras variedades de sementes transgênicas. Em 2009, cerca de 76% da soja, 44% do milho e 26% do algodão foram plantados com sementes transgênicas no Brasil, percentuais elevados respectivamente para 82%, 54% e 39% na safra 2010/2011 [Batista (2011)]. Em 2009, o Brasil, com 25,4 milhões de sua área cultivada, era o segundo país com maior área plantada com culturas transgênicas no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos (ver Tabela 5).

Tabela 5 | Área global de culturas transgênicas em 2009 por país (milhões de hectares)

Posição	País	Área (milhões de hectares)	%	Culturas transgênicas
1	EUA	66,8	45	Soja, milho, algodão, canola, abóbora, mamão
2	Brasil	25,4	17	Soja, milho, algodão
3	Argentina	22,9	15	Soja, milho, algodão
4	Índia	9,4	6	Algodão
5	Canadá	8,8	6	Canola, milho, soja, beterraba
6	China	3,5	2	Algodão, tomate, álamo, tomate, pimentão
7	Paraguai	2,6	2	Soja, milho, algodão
8	Paquistão	2,4	2	Algodão
9	África do Sul	2,1	1	Milho, soja, algodão
10	Outros	4,1	3	Soja, milho
Total		148		

Fonte: James (2011).

Um problema decorrente da utilização contínua de sementes transgênicas aliada à repetição de culturas desde 1996 nos Estados Unidos foi o surgimento, em algumas fazendas americanas, das “superervas daninhas”, que são resistentes ao herbicida correspondente, o que provoca o crescimento da demanda de herbicidas antigos e potencialmente mais tóxicos para controlá-las [Wall Street Journal (2010)]. Finalmente, alguns críticos às sementes transgênicas sustentam que as sementes transgênicas apenas tornaram mais simples a gestão das pestes pelos agricultores, que aplicam elevadas quantidades de um herbicida de amplo espectro, reduzindo as necessidades de gestão sobre a ocorrência de múltiplas ervas daninhas.

As mudanças na indústria de defensivos agrícolas com o advento das sementes transgênicas

Historicamente, a concorrência na indústria de sementes foi fragmentada, com pequenos produtores atuando em mercados predominantemente locais. A partir de meados da década de 1990, com o lançamento das primeiras sementes transgênicas, muitos produtores de defensivos que atuavam com a estratégia de desenvolvimento de produtos com patentes estabeleceram alianças ou adquiriram empresas do setor de sementes, se tornando importantes atores no segmento, em função de fatores como: (i) possibilidade de capturar os lucros proporcionados pelas patentes de sementes transgênicas, normalmente mais efetivas do que as dos produtos químicos; (ii) aplicação da biotecnologia nas lavouras, que poderia reduzir o consumo de defensivos; (iii) necessidade de garantir a aceitação de lavouras geneticamente modificadas diante das dificuldades e riscos com a legislação; (iv) perspectiva de prolongar a utilização dos produtos químicos, mesmo depois da expiração das patentes, que ainda teriam valor desde que adicionados a uma semente a ele resistente; (v) existência de um cliente comum, o agricultor, que poderia ser atendido por uma oferta integrada de pesticidas e sementes.

Como resultado, as principais empresas da indústria têm realizado vendas crescentes com sementes: em 2010, a líder mundial no setor de defensivos, a suíça Syngenta, consolidou vendas globais de US\$ 11,6 bilhões, 24% das quais com sementes, enquanto a americana Monsanto, que totalizou US\$ 10,5 bilhões em vendas globais, obteve 72% deste valor com vendas de sementes geneticamente modificadas.

Em razão de as sementes transgênicas serem matérias vivas que se multiplicam, os mecanismos empregados para garantir a apropriação dos benefícios originários de sua comercialização além das patentes incluem: marcas, licenças, segredos industriais e contratos assinados com os agricultores.

Embora a proporção exata dos gastos com a pesquisa de sementes e ingredientes ativos seja uma informação de difícil acesso, observadores indicam que as empresas líderes na indústria de defensivos despendem entre 25% e 90% de seus orçamentos de P&D com o desenvolvimento de sementes.

Regulação

No fim dos anos 1950 e início dos anos 1960, surgiram os primeiros estudos científicos observando que as características que aparentavam ser favoráveis aos defensivos químicos tornavam-se ameaças no longo prazo. A persistência, que reduzia os custos de aplicação, aumentava as chances de se desenvolverem variedades resistentes de pestes; a baixa solubilidade permitia o acúmulo dos pesticidas durante prolongados períodos em tecidos humanos e de animais, provocando danos permanentes à saúde, e a toxicidade de amplo espectro afetava também a predadores naturais, desequilibrando ecossistemas. Entre os efeitos adversos para a saúde humana, foram reportados problemas como: nascimentos prematuros e problemas endócrinos, neurológicos, cancerígenos e imunológicos [Munger *et al.* (1997)].

A exposição das pessoas aos pesticidas ocorre principalmente pelo contato dos consumidores com seus resíduos em alimentos ou água e pelo contato direto com a pele ou inalação, pelos trabalhadores envolvidos na fabricação, transporte e aplicação dos produtos químicos.

Os pesticidas também podem acarretar diversos problemas ao meio ambiente ao se acumularem no ar, água ou terra, onde podem causar danos também à biodiversidade, prejudicando outras espécies e o equilíbrio ecológico. Entre os efeitos mais sérios estão a poluição de solos, cursos e reservatórios de água, pois seu tratamento pode ser difícil, dispendioso e demorado.

Na década de 1960, o livro *Silent Spring*, de Rachel Carson, contribuiu decisivamente para uma tomada de consciência mundial sobre os riscos dos pesticidas ao indicar a necessidade de se buscarem alternativas de proteção às lavouras que causassem menor impacto ao meio ambiente e à saúde hu-

mana. Nessa época foi criado nos Estados Unidos a Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency – EPA).

Atualmente, os padrões regulatórios dos países em que as empresas do setor atuam se tornaram mais rigorosos em todo o mundo [National Research Council (2000)], o que aumentou a vigilância pública sobre toda a cadeia da indústria de defensivos.

Há diversos acordos internacionais destinados a trocar informações e elaborar normas, metodologias de avaliação, prevenção e gerenciamento dos riscos associados ao uso de defensivos agrícolas. Entre as principais instituições envolvidas nessas atividades estão a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização Internacional do Trabalho (OIT), a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento da Comunidade Econômica Europeia (OECD/CEE) e a EPA. Além destas, a União Europeia, por meio do Programa Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances (REACH), também busca criar e implementar regras que permitam identificar, mitigar e gerenciar os riscos dos produtos químicos à segurança de pessoas e do meio ambiente.

No Brasil, o Decreto 24.114, de 1934, constituiu-se no marco regulatório inicial da indústria de defensivos agrícolas, posteriormente substituído pela Lei 7.802/89, que definiu as regras para atividades como: pesquisa, experimentação, produção, transporte, armazenagem, comercialização, uso, importação, exportação, registro, controle, inspeção e destino final de seus resíduos e embalagens.

O Decreto 4.074/2002 regulamentou a Lei 7.802/89 e definiu uma estrutura de autoridade para a concessão de registros no Brasil, compartilhada entre o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o Ministério do Meio Ambiente, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (Ibama), e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). A Anvisa verifica as questões de segurança toxicológica; o Ibama, os aspectos da segurança ambiental; e o Mapa avalia a efetividade agrícola do produto e concede o registro após manifestação favorável dos outros dois órgãos.

No Brasil, uma empresa que deseja registrar um defensivo agrícola ou seu ingrediente ativo para pesquisa, fabricação ou comercialização precisa

efetuar sua solicitação nos três órgãos. Os registros dos defensivos são concedidos sem prazo definido de expiração. Entretanto, os órgãos do governo podem reavaliar seus riscos sempre que for relatada alguma evidência, normalmente baseada em estudos científicos internacionais, sobre ocorrências de danos à saúde ou ao meio ambiente. Dependendo da gravidade e potencial de reprodução dos problemas no país, o produto pode vir a ser banido.

As oportunidades de mercado no Brasil incentivaram o aumento de solicitações de registros de produtos por empresas de diversas naturezas: brasileiras, estrangeiras, fabricantes ou importadoras, que totalizaram um crescimento de aproximadamente 42% ao ano entre 2006 e 2010. A maioria das solicitações, cerca de 93% no último ano, concentrou-se em pedidos de registros de produtos equivalentes ou extensões de linhas, como indicado na Tabela 6. Esse significativo crescimento aliado a outras questões operacionais levou o tempo médio para obtenção de registros pelas empresas para cerca de cinco anos em meados de 2011.

Tabela 6 | Evolução das solicitações de novos registros

Tipo de produto	2006	2007	2008	2009	2010	Total geral	Total em 2010 (%)
Produto formulado	51	72	159	215	231	728	52
Produto técnico	45	73	108	167	180	573	41
Produto formulado novo	3	6	10	6	16	41	4
Produto técnico novo	4	4	9	10	8	35	2
Outros	4	10	18	15	9	56	2
Total	107	165	304	413	444	1.433	

Fonte: Anvisa (www.anvisa.gov.br).

Nota: A categoria “Outros” inclui, principalmente, defensivos biológicos, produtos domissanitários e preservantes de madeiras.

Assim, a exemplo de outros países, a obtenção de registros de comercialização de um defensivo tornou-se uma barreira para novos concorrentes no mercado brasileiro, inibindo investimentos produtivos.

Embora com avanços proporcionados pela Instrução Normativa conjunta do Mapa, Anvisa e Ibama, número 1, de 23 de fevereiro de 2010, um problema ainda sem solução definitiva, tanto no Brasil como em outros países, relaciona-se às culturas de menor suporte fitossanitário (*minor crops*), que incluem diversas frutas, tubérculos e hortaliças. Uma das causas da questão é a elevação dos custos de pesquisa, desenvolvimento e preparação de dossiês para solicitações de novos registros, que criam incentivos financeiros para as empresas concentrarem sua atuação em grandes culturas, como as da soja e milho e não nas *minor crops*, que têm poucos defensivos registrados para o tratamento de suas pragas. Por essa razão, alguns agricultores utilizam pesticidas não autorizados para algumas dessas culturas, o que é evidenciado pelos resultados das análises periódicas de resíduos pós-registros, por parte de autoridades reguladoras brasileiras, em algumas frutas e hortaliças.

A regulação internacional também afeta a indústria nacional. A União Europeia restringiu a utilização de diversos defensivos e revisou os limites máximos de resíduos em várias culturas no ano de 2008, com previsão de implantação até o ano de 2014, o que deverá afetar tanto a indústria de defensivos como os agricultores.

A indústria de defensivos agrícolas no Brasil

Em 2010, a indústria brasileira totalizou vendas de US\$ 7,3 bilhões. Entre 1990 e 2010, o mercado brasileiro cresceu 576%, enquanto o mercado mundial aumentou 83%. Como resultado, a participação das vendas da indústria de defensivos no Brasil, em relação às vendas globais, aumentou de 10% para 15,3% no período, como mostrado na Tabela 7. Nessa tabela, também se observa o crescente déficit comercial gerado por esses produtos, que totalizou US\$ 1,1 bilhão em 2010 correspondentes a 21% do valor das vendas internas.

A concentração das vendas na indústria brasileira é semelhante à mundial, como indicado na Tabela 8. A modesta participação de empresas brasileiras na indústria reflete sua natureza global, apoiada em elevadas barreiras à entrada mencionadas anteriormente. Entretanto, como o Brasil é um mercado relevante em termos mundiais, os movimentos das empresas estrangeiras, como lançamento de produtos, fusões ou aquisições, adquirem um papel importante em suas estratégias globais.

Tabela 7 | Vendas mundiais, vendas no Brasil, exportações e importações de defensivos

Ano	Vendas mundiais (US\$ mil)	Vendas no Brasil (US\$ mil)	% Brasil	Exportações (US\$ mil)	Importações (US\$ mil)	Saldo (US\$ mil)	Importações/vendas no Brasil (%)
2000	26.000	2.588	10,0	146	261	(114)	10,1
2001	25.800	2.355	9,1	144	305	(161)	12,9
2002	25.200	2.000	7,9	187	305	(118)	15,3
2003	26.700	3.201	12,0	174	486	(312)	15,2
2004	30.700	4.599	15,0	224	777	(554)	16,9
2005	31.190	4.328	13,9	234	655	(421)	15,1
2006	30.040	3.992	13,3	242	569	(326)	14,2
2007	33.190	5.483	16,5	370	836	(466)	15,2
2008	41.735	7.125	17,1	432	1.268	(836)	17,8
2009	37.860	6.626	17,5	332	1.301	(969)	19,6
2010	47.600	7.300	15,3	423	1.534	(1.110)	21,0

Fontes: Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades (Abifina); Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos (Aenda), Sindag, FAO e McDougall (2010).

Tabela 8 | *Ranking* de fabricantes brasileiros

Venda de defensivos agrícolas no Brasil, em 2010					
Posição	Empresa	Origem	US\$ milhões	Participação (%)	Participação acumulada (%)
1	Syngenta	Suíça	1.510	20,5	20
2	Bayer	Alemanha	1.195	16,2	37
3	BASF	Alemanha	916	12,4	49
4	FMC	EUA	510	6,9	56
5	DuPont	EUA	423	5,7	62
6	Dow Química	EUA	410	5,6	67
7	Monsanto	EUA	320	4,3	72
8	Makhteshim-Agan	Israel	311	4,2	76
9	Iharabras	Japão	268	3,6	80
10	Arysta	Japão	215	2,9	82
11	Nufarm	Austrália	212	2,9	85
12	Cheminova	Dinamarca	193	2,6	88

Continua

Continuação

Venda de defensivos agrícolas no Brasil, em 2010					
Posição	Empresa	Origem	US\$ milhões	Participação (%)	Participação acumulada (%)
13	Nortox	Brasil	185	2,5	90
14	DVA	Alemanha	115	1,6	92
17	Fersol	Brasil	90	1,2	93
15	Sipcam	Itália	86	1,2	94
16	Atanor	Argentina	80	1,1	96
18	Rotam	China	40	0,5	96
19	Helm	Alemanha	40	0,5	97
20	Outros		249	3,4	100
Total			7.368	100,0	

Fonte: Aenda (2011).

Segundo o Sindag, o valor empregado em defensivos agrícolas por área cultivada no Brasil ainda é baixo, de US\$ 88/ha, se comparado com o da França, que emprega US\$ 197/ha, e o do Japão, US\$ 851/ha. O custo da utilização média de defensivos pelo agricultor brasileiro também é menor do que em outros países, de US\$ 7,4/t de alimentos produzidos, enquanto os EUA despendem US\$ 9,4/t e a França, US\$ 22,1/t.

A Tabela 9 expõe a evolução das vendas das principais categorias de defensivos entre 2000 e 2010, havendo destaque para os herbicidas, com 33% das receitas em 2010. Ela também mostra um crescimento expressivo da indústria no período, de 10,9% ao ano, com as maiores contribuições provenientes dos fungicidas (19% a.a.) e inseticidas (13% a.a.).

O crescimento da receita com os fungicidas é explicado por fatores como a ocorrência da “ferrugem asiática” nas lavouras da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, observada no Brasil pela primeira vez em 2001. Os herbicidas, que tradicionalmente eram responsáveis pela maior participação nas vendas da indústria no Brasil, reduziram sua participação por causa da disseminação, no país, da prática do plantio direto e da redução de preços do Glifosato, o produto mais utilizado nas lavouras brasileiras.

Tabela 9 | Valor das vendas de defensivos no Brasil

Classe	Valor em US\$ milhões											%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010
Herbicidas	1.373	1.198	1.028	1.570	1.912	1.800	1.730	2.384	3.824	2.506	2.428	33
Inseticidas	698	637	471	731	1.073	1.194	1.135	1.549	2.242	1.988	2.345	32
Fungicidas	386	367	364	724	1.401	1.095	926	1.282	1.654	1.791	2.128	29
Acaricidas	66	66	72	80	78	83	70	92	114	88	92	1
Outros	65	86	65	96	134	156	131	176	222	253	307	4
Total	2.588	2.355	2.000	3.201	4.599	4.328	3.992	5.483	7.125	6.626	7.300	100

Fonte: Sindag.

O dados da Tabela 9 também demonstram a característica cíclica das vendas, explicada pelas flutuações nos mercados de *commodities* agrícolas. Além da ciclicidade, as vendas dos defensivos também têm um forte componente sazonal: dois terços delas são concentradas no segundo semestre, principalmente entre os meses de agosto a outubro, quando se inicia o plantio das safras de verão.

Em 2010, foram utilizadas 345 mil toneladas de princípios ativos, contidos em 789 mil toneladas de produtos formulados. A principal classe de produto de acordo com a quantidade de princípios ativos vendidos foi a dos herbicidas, com 55%, como indicado na Tabela 10.

Tabela 10 | Quantidade de defensivos vendidos entre 2000 e 2010

Classe	Quantidade (mil toneladas de princípio ativo)											%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010
Herbicidas	85	92	87	114	128	140	148	194	229	244	190	55
Inseticidas	20	20	19	49	67	37	34	43	56	59	59	17
Fungicidas	19	19	17	20	26	27	25	28	34	40	56	16
Acaricidas	9	10	11	10	10	7	12	15	15	8	7	2
Outros	12	15	16	19	23	25	24	31	31	38	33	10
Total	145	156	150	211	253	237	243	311	364	389	345	100

Fonte: Sindag.

A lavoura de soja é a principal consumidora de defensivos no Brasil, respondendo por 44% das vendas no país, em valor, como ilustrado na Tabela 11. Nela se observa que os defensivos destinados às seis principais culturas locais somaram 81% do valor comercializado em 2010.

Tabela 11 | Participação das vendas de defensivos por cultura

Lavoura	Vendas em 2010 (%)
Soja	44,1
Algodão	10,6
Cana-de-açúcar	9,6
Milho	9,3
Café	3,8
Citros	3,1
Outros	19,0

Fonte: Sindag.

Na Tabela 12 estão indicadas estatísticas da utilização de defensivos nas lavouras de milho, soja e trigo e os totais destas, entre 2001 e 2010. Essas lavouras têm uma elevada participação na agricultura brasileira, totalizando 114 mil toneladas produzidas e US\$ 32,1 bilhões de dólares em vendas nas safras colhidas em 2009 [Conab (2011)]. Os dados sobre a aplicação de defensivos se associam à produção agrícola do ano seguinte.

Nas partes (a) e (b) da Tabela 12, se observa a evolução na utilização de defensivos para a produção das três lavouras selecionadas no período, alcançando 44% ao considerar a quantidade de produtos agrícolas produzidos e 91% ao contemplar a área plantada para o conjunto de culturas. Esses números indicam que a esperada redução no consumo de defensivos em função da expansão da utilização de sementes transgênicas, especialmente no caso da soja, não se concretizou.

A coluna (c) mostra que os custos dos defensivos representaram uma parcela crescente da produção das lavouras colhidas pelos agricultores, com evolução de 125% no período para o conjunto das três culturas.

Tabela 12 | (a) Quantidade de princípios ativos utilizados por área cultivada, em kg/t produzida; (b) quantidade de princípios ativos utilizados por área cultivada, em kg/ha plantados; (c) valor dos defensivos utilizados por quantidade produzida, em US\$/t; e (d) valor da venda dos defensivos por valor de venda das lavouras, em %

Ano	(a) Quantidade ativo/ produção cultura (kg ativo/t)				(b) Quantidade ativo/área plantada (kg ativo/hectare)				(c) Valor defensivo/produção cultura (US\$/t)				(d) Valor defensivo/ valor cultura (%)		
	Milho	Soja	Trigo	Total	Milho	Soja	Trigo	Total	Milho	Soja	Trigo	Total	Milho	Soja	Trigo
2001	0,59	1,21	1,07	0,93	1,70	3,10	1,52	2,43	6,17	18,56	24,59	13,32	7,1	13,3	16,5
2002	0,36	1,04	0,59	0,71	1,31	2,92	1,40	2,18	3,22	14,28	11,62	9,15	3,5	8,0	4,2
2003	0,56	1,33	0,69	0,96	1,84	3,10	1,64	2,56	6,29	27,85	18,26	17,99	6,7	12,5	15,4
2004	0,68	1,59	1,01	1,21	1,96	3,56	2,15	2,95	8,82	42,48	26,69	28,84	7,9	24,9	26,9
2005	0,66	1,86	1,04	1,32	2,17	4,49	2,14	3,56	7,30	34,03	22,24	22,37	6,8	22,1	23,6
2006	0,55	1,67	2,03	1,16	1,99	4,72	2,58	3,57	5,74	25,84	33,45	16,77	3,7	11,4	7,5
2007	0,71	2,18	1,23	1,44	2,81	6,13	2,72	4,67	8,74	35,86	26,51	22,59	4,5	10,1	7,4
2008	0,89	2,46	0,95	1,68	3,20	6,46	2,33	5,00	15,29	53,20	31,14	35,11	10,4	16,0	18,1
2009	0,81	2,42	1,08	1,66	3,53	7,11	2,99	5,68	13,46	45,55	27,28	30,93	ND	11,0	ND
2010	0,84	1,76	0,91	1,34	3,54	5,46	2,25	4,65	12,13	43,08	35,08	30,00	ND	ND	ND
Crescimento (%)	40,70	45,60	(15,10)	44,30	108,20	76,40	48,10	91,20	96,70	132,10	42,60	125,20			

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e do Sindag.

Em sua parte (d), a Tabela 12 indica tendência de aumento da participação das vendas dos defensivos nas vendas das culturas analisadas entre 2001 e 2008. Isso pode indicar que, apesar da concorrência maior no setor, com a entrada de muitas importações e da evolução no preço das *commodities* agrícolas no período, as empresas do setor tem sido hábeis em capturar uma maior parcela do valor produzido nessas importantes culturas de grãos brasileiros.

O estado do Mato Grosso foi o principal destino das vendas em 2010, como exposto na Tabela 13.

Tabela 13 | Participação das vendas de defensivos agrícolas por estado

Estado	Vendas em 2010 (%)
Mato Grosso	20,4
São Paulo	15,5
Paraná	12,3
Rio Grande do Sul	10,4
Goiás	10,3
Minas Gerais	8,8
Outros	22,0

Fonte: Sindag.

De acordo com o Sindag, o segmento de produtos patenteados representou 51,5% das vendas e 19,8% das quantidades vendidas no Brasil, enquanto os produtos genéricos movimentaram 48,5% dos valores e 80,2% das quantidades vendidas em 2009.

Na representação da indústria, há três entidades de classe – Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades (Abifina); Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos (Aenda), que agrupa pequenos e médios fabricantes de produtos genéricos; e a Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef), que reúne as empresas que atuam em P&D no setor – e um sindicato, o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Agrícola (Sindag), que congrega cerca de 90% das empresas do setor e proporciona as principais estatísticas de vendas dos 84 fabricantes locais atuantes no início de 2011 no Brasil. De acordo com o Sindag, a indústria brasileira emprega cerca de 9.800 pessoas diretamente e cinquenta mil indiretamente.

A distribuição de defensivos se efetua por cerca de seis mil revendedores, representados pela Associação dos Distribuidores de Insumos Agropecuários (Andav), e aproximadamente 1.500 cooperativas agrícolas, representadas pela Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB).

Além destes, a maioria dos fabricantes é associada ao Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev) – uma entidade sem fins lucrativos criada por eles para gerir a destinação das embalagens vazias de seus produtos em cumprimento à Lei Federal 9.974/2000 e ao Decreto Federal 4.074/2002. Segundo o Inpev, em 2010, 94% das embalagens plásticas foram devolvidas para reciclagem pelos agricultores brasileiros, o que torna o Brasil uma referência na atividade de reciclagem de embalagens de defensivos, ao comparar esse valor com os resultados de países como Alemanha (76%), Canadá (73%), França (66%), Japão (50%) e Estados Unidos (30%).

Segundo observadores da indústria, um dos fatores que tem contribuído para os déficits sucessivos e crescentes no balanço de pagamentos com defensivos agrícolas são as dificuldades dos fabricantes para realizar investimentos no Brasil. Além de questões comuns a outros setores, como a tributação, o custo de capital ou a valorização da moeda local, há aspectos específicos, como as incertezas quanto aos prazos de obtenção de registros para fabricação e comercialização e a Lei do Ajuste Tributário 9.430, de 27 de dezembro de 1996, conhecida como legislação dos preços de transferência.

Assim como em outros países, as importações e exportações de insumos e produtos entre empresas associadas precisam utilizar métodos de determinação de preços de transferência. Partindo da premissa de que as transações entre empresas vinculadas podem levá-las a praticar preços irreais a fim de transferir lucros para outros países, são arbitradas margens de lucro ou preços máximos de revenda, que tornam o retorno do investimento local para diversas subsidiárias de empresas interessadas em fabricar novos produtos e em ampliar operações industriais menos atraente do que poderia ser obtido em outras filiais. Assim, de acordo com os observadores da indústria, surgiram incentivos financeiros para o deslocamento da produção, do ingrediente ativo e também dos produtos formulados, para outros países, o que reduziu os investimentos locais e tem contribuído para a continuidade dos déficits comerciais na indústria.

Tendências do setor

Entre as principais tendências do setor no mundo e no país, cinco podem ser destacadas.

Continuidade do crescimento da indústria

A necessidade de redução da desnutrição, aliada ao crescimento da população mundial, especialmente nos países em desenvolvimento, prosseguirá oferecendo oportunidades para a agricultura e, por extensão, à indústria de defensivos, que continuará sendo sua mais importante ferramenta para a proteção dos cultivos.

O Brasil continuará desempenhando um papel importante na agricultura mundial, em função de suas vantagens comparativas associadas a fatores naturais, como a ampla disponibilidade de terras e o clima favorável à atividade agrícola, além do desenvolvimento e implantação de novas técnicas agronômicas.

Segundo observadores, em 2011, as expectativas de crescimento de vendas globais na indústria situavam-se em cerca de 3% ao ano até 2014, indicando o alcance de um mercado total de US\$ 53 bilhões nesse ano. Para a América do Sul, as projeções de crescimento no mesmo período eram de 5,4% ao ano, com o Brasil apresentando perspectivas de um crescimento médio de 6% ao ano nesse período.

Crescente preocupação ambiental

A pressão da sociedade em questões relativas ao impacto dos produtos da indústria sobre a saúde das pessoas e ao meio ambiente prosseguirá aumentando, o que estimulará as empresas a desenvolver defensivos que aliem sua efetividade agrícola à maior segurança para o meio ambiente e para a saúde e a se preocupar cada vez mais com questões como a troca de informações com a comunidade científica e a educação e o treinamento de seus clientes, distribuidores e agricultores no manejo de seus produtos de forma sustentável.

Custos crescentes para o desenvolvimento de novos produtos e suporte regulatório dos produtos antigos

Em função das dificuldades de desenvolvimento de novos compostos químicos, as empresas do setor deverão se concentrar cada vez mais na busca de soluções para os problemas das principais lavouras.

As autoridades regulatórias deverão aumentar as solicitações de estudos adicionais destinados ao suporte científico para manutenção dos registros de comercialização dos produtos mais antigos.

Desenvolvimento integrado da indústria de sementes transgênicas com a indústria de defensivos agrícolas

A maior aceitação internacional e as expectativas de alcance de melhores propriedades das novas gerações de sementes transgênicas estimularão a continuidade de sua adoção. Por essa razão, os principais fabricantes de defensivos concentrarão seus esforços no desenvolvimento de novos produtos e de competências neste segmento, por meio de aprendizagem interna ou por fusões e aquisições, embora estas tendam a ser mais raras, em função de restrições com órgãos de defesa da concorrência nos principais mercados mundiais.

Crescente competição do segmento de produtos genéricos

Como resultado dos crescentes custos com o desenvolvimento de produtos, das dificuldades de desenvolvimento de novas moléculas e do maior foco das grandes empresas em P&D de sementes transgênicas, espera-se uma redução na introdução de novos defensivos no mercado e, em decorrência, uma crescente participação dos produtos genéricos no setor.

Desenvolvimento de alternativas para a gestão de pragas

Embora a utilização de defensivos seja considerada o modo mais efetivo de combate às pragas agrícolas, novas opções vêm melhorando a relação entre seus custos e benefícios. Entre elas, estão as técnicas integradas de gestão de pragas, que levam em conta as interações entre plantas, pestes, solos, climas, controles biológicos, como os predadores ou os insetos estéreis, armadilhas, rotação de culturas, momentos para a semeadura e até mesmo a utilização de compostos químicos para a solução de um problema.

Outra alternativa apoia-se na utilização de biopesticidas, cujo desenvolvimento poderá ser acelerado com a entrada de alguns fabricantes de defensivos agrícolas no segmento, por meio de aquisições de empresas de menor porte.

Posicionamento competitivo da indústria brasileira

A indústria brasileira de defensivos tem os desafios de contribuir para o segurança alimentar mundial, simultaneamente ao atendimento de padrões crescentes de qualidade e cuidados ambientais em todos os processos envolvendo seus produtos, e de elevar a parcela de agregação local de valor. Em função do porte, diversificação e sofisticação da agricultura brasileira, o mercado da indústria local é dinâmico e exhibe taxas de crescimento superiores às do mercado mundial.

No entanto, há oportunidades para melhorias. Entre elas se destacam as questões dos preços de transferência e dos processos regulatórios.

O caso dos preços de transferência se insere em um contexto amplo que envolve outros setores, mas que poderia ser discutido à luz da legislação comparada internacional, da observação dos déficits comerciais crescentes na indústria e dos diversos projetos de manufatura de defensivos deslocados para outros países.

Quanto ao processo de concessão de registros, as principais oportunidades residiriam em uma decisão de governo sobre critérios de priorização que considerassem o desenvolvimento da indústria local, contemplando algumas sugestões dos próprios órgãos anuentes, como: (i) produtos considerados inovadores ao incorporar ingredientes de melhor desempenho agrícola, ambiental e para a saúde; (ii) produtos em vias de perderem suas patentes, de maneira a incentivarem a competição; (iii) produtos de fabricantes que investem em plantas de produção no Brasil, que, por essa razão, agregam mais valor e experiência local e maior capacidade financeira para responder a danos para a saúde humana ou ambiental; (iv) produtos de empresas que praticam programas de *stewardship*; e (v) produtos importantes para o equilíbrio da balança comercial.

Seria também relevante rever a legislação para as empresas que atuam apenas importando e revendendo os produtos localmente, de maneira a garantir os padrões de qualidade e sustentabilidade ambiental necessários para o desenvolvimento da indústria, o que poderia ser obtido por meio da obrigatoriedade de auditorias nas empresas exportadoras.

Desenvolvimento da indústria

As oportunidades de crescimento do setor agrícola brasileiro, importante contribuinte para o PIB nacional e para a geração de divisas para a economia brasileira, tornam atraente o desenvolvimento de uma política industrial para incentivar investimentos, inovação e a produção de defensivos agrícolas no país.

Para as empresas brasileiras interessadas em investir na indústria, haveria duas alternativas de atuação. Na primeira, elas poderiam entrar no setor e se moverem dos segmentos mais tradicionais para os segmentos mais atraentes, que têm maiores barreiras de entrada e, em decorrência, retornos sobre os capitais investidos mais elevados. A segunda alternativa poderia ser a atuação em nichos de mercados substitutos.

Na primeira alternativa, o segmento de genéricos apresentaria menores custos de entrada. Depois da entrada bem-sucedida nesse segmento, as empresas poderiam se mover para o de misturas de ingredientes ativos, que requereria tanto a maior intensidade de capital como maiores competências para seu desenvolvimento. Há razões técnicas para a efetividade das misturas de ingredientes ativos, entre elas o aumento do espectro de atuação de um produto ou o combate a problemas de resistência [Hartnell (1996)]. O terceiro e último segmento seria o de produtos com patentes, cuja entrada bem-sucedida dependeria: (i) da atuação em mercados regionais que proporcionassem as economias de escopo necessárias; (ii) de alianças com a indústria de sementes geneticamente modificadas; e (iii) possivelmente, de aquisições.

A segunda alternativa, de atuação em nichos de mercado substitutos, poderia se desdobrar em duas opções.

A primeira se apoiaria no desenvolvimento e comercialização de agentes biológicos de controle, visando tanto à agricultura tradicional como à agricultura orgânica, cujas perspectivas de crescimento são boas em função de sua demanda crescente estimulada pelo desenvolvimento econômico no país.

A segunda incluiria uma estratégia integrada de prestação de serviços e fornecimento de produtos, destinada a auxiliar os agricultores a implementarem técnicas agronômicas e de gestão modernas que incluíssem: manejo integrado de culturas, utilização de produtos não tradicionais, como os feromônios, informações sobre os melhores momentos para o plantio e aplicação de defensivos e fertilizantes.

Inovação

No campo da inovação, considerando a aversão aos riscos por parte de muitas empresas, o setor público pode contribuir para o desenvolvimento de pesquisas na indústria.

Como as empresas líderes do mercado brasileiro são subsidiárias de multinacionais, o Brasil não desempenhou historicamente um papel relevante na configuração global de atividades de P&D na indústria, se concentrando no desenvolvimento de formulações específicas para o mercado local. Entretanto, o ambiente de negócios da indústria no Brasil é atualmente bastante atraente para iniciativas de atração de centros de P&D, em função de características como:

- O tamanho e as perspectivas de crescimento do mercado brasileiro.
- O ambiente institucional local em relação à estabilidade na legislação, judiciário independente; a disposição do poder público, em todas suas esferas, para atrair e reter investimentos estrangeiros; bem como uma longa tradição de respeito às leis de propriedade intelectual.
- Os diversos instrumentos de apoio financeiro a P&D, entre eles, a Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005 (Lei do Bem), que concede benefícios fiscais às atividades de inovação, instrumentos públicos para atividades de pesquisa, por meio de agências governamentais como a Finep e o CNPq, ou linhas de financiamento de longo prazo como as do BNDES (Inovação Tecnológica, Capital Inovador, Inovação Produção e Funtec).

Culturas de menor suporte fitossanitário (*minor crops*)

A solução da questão das culturas de menor suporte sanitário representa uma nova oportunidade para a indústria local. Os participantes da indústria acreditam que seria necessária a formação de uma parceria com o poder público, criando incentivos às atividades de P&D, por meio de medidas como: redução em riscos de passivos, ampliação da cooperação com agências internacionais que estão trabalhando na solução da questão e maior rapidez na análise dos pleitos, de maneira a levar ao mercado consumidor produtos mais adequados e seguros.

Oportunidades de atuação do BNDES e conclusões

Os financiamentos do BNDES tanto à indústria química como à indústria de defensivos agrícolas entre 2001 e 2010, em valores nominais, estão expostos na Tabela 14. Nela podem ser observadas: redução nos financiamentos ao setor de defensivos, cujos desembolsos na primeira metade da década totalizaram 74% do valor total financiado; predomínio de operações indiretas, que contribuíram com cerca de 70% dos financiamentos; e declínio dos desembolsos ao setor, quando comparados aos efetuados para todos os fabricantes de produtos químicos do Brasil.

Tabela 14 | Financiamentos do BNDES para a indústria química e de defensivos entre 2001 e 2010

Valor do financiamento por natureza da operação (R\$ milhões)							
Ano	Indústria química			Indústria de defensivos			Indústria de defensivos/ indústria química (%)
	Direta	Indireta	Total geral	Direta	Indireta	Total	
2001	387	107	494	143	0	143	29,0
2002	459	299	759	51	51	101	13,4
2003	473	446	920	0	228	228	24,8
2004	147	244	391	0	27	27	6,8
2005	617	343	960	3	147	150	15,6
2006	742	219	961	0	6	6	0,7
2007	1.024	319	1.343	0	11	11	0,9
2008	1.548	478	2.026	0	1	1	0,1
2009	1.509	615	2.124	35	75	109	5,1
2010	2.302	1.489	3.792	36	66	102	2,7
Total	9.208	4.560	13.768	267	612	879	6,4

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 15, estão mostrados os desembolsos anuais para a indústria de defensivos agrícolas, por produto do BNDES, entre 2001 e 2010. O BNDES Exim, destinado ao apoio à exportação, e o BNDES Finem foram os principais instrumentos de apoio, totalizando, em conjunto, 87% dos desembolsos do período, seguidos pelo BNDES Automático, que apresentou uma participação crescente entre 2009 e 2010.

Tabela 15 | Financiamentos do BNDES para a indústria de defensivos, por produto, entre 2001 e 2010

Valores em R\$ mil											
Produto	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total geral
BNDES-Exim		50.619	227.441	24.625	143.833		7.987				454.505
BNDES Finem	142.840	50.848			3.061				34.618	86.129	317.496
BNDES Automático	273			962	1.800	610	1.510	57	68.168	12.908	86.288
BNDES Finame	79	15	758	1.174	904	5.838	1.905	1.082	6.299	2.690	20.745
Cartão BNDES					10	31	30	37	123	146	377
BNDES Finame Leasing			52								52
Total geral	143.192	101.482	228.251	26.762	149.607	6.478	11.432	1.176	109.208	101.874	879.463

Fonte: Elaboração própria.

O histórico recente de financiamentos ao setor de defensivos e seus desafios indicam diversas oportunidades de apoio à indústria, tanto por meio de produtos tradicionais como de linhas ainda pouco utilizadas pelo setor.

Entre os produtos que a indústria já utiliza, destacam-se as linhas voltadas para o investimento produtivo, como o BNDES Finem, que poderia também contribuir para o financiamento ao capital de giro em projetos que envolvessem o tempo para aprovação de registros de novos produtos. Além dessa, a linha do BNDES Exim poderia auxiliar no esforço de exportação necessário ao equilíbrio da balança comercial na indústria.

Entre as linhas de financiamento com potencial de aumento de utilização pelo setor, se destacam as destinadas à inovação, como a linha BNDES Capital Inovador, e as destinadas aos projetos para o meio ambiente.

A linha BNDES Capital Inovador poderia ser empregada para a atração de centros de P&D de empresas internacionais, de maneira articulada com outros mecanismos existentes nas três esferas de poder público, bem como para o desenvolvimento de formulações de produtos destinados aos climas e regiões brasileiras, produtos equivalentes, misturas de ingredientes ativos e produtos destinados a culturas de menor suporte fitossanitário.

Entre as linhas voltadas para questões ambientais, o produto BNDES Finem Meio Ambiente poderia ser utilizado para apoiar as empresas interessadas em atuar com uma estratégia integrada de prestação de serviços e fornecimento de produtos, que auxiliem e treinem os agricultores em técnicas mais modernas, seguras e sustentáveis.

Embora existam muitos críticos a políticas de incentivos a fusões e aquisições entre empresas brasileiras, poucas indústrias no Brasil teriam condições mais apropriadas, e mesmo necessárias, tendo em vista o porte das empresas locais, para seu fortalecimento por esses mecanismos, o que poderia ser uma nova alternativa de atuação para o BNDES.

Embora a indústria de defensivos agrícolas seja frequentemente pressionada pela sociedade em função de seu impacto ambiental, se sustentavelmente desenvolvida, ela poderá contribuir para a maior alavancagem do agronegócio brasileiro, setor em que o Brasil dispõe de vantagens competitivas que permitem a geração de uma expressiva quantidade e qualidade de empregos, investimentos e desenvolvimento nacional.

Referências

- AENDA. *Mercado de pesticidas agrícolas no Brasil: visão sumária* – 2010. São Paulo, 2011.
- AGROW. *Mixed results for top 20 companies*. n. 621, p.2, ago. 2011.
- ALVES FILHO, J. P. *Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos*. Annablume, Fapesp: São Paulo, 2002.
- BATISTA, F. Coamo eleva produção de soja e milho transgênicos. *Jornal Valor Econômico*, 5 set. 2011.
- BORLAUG, N. E. Ending World Hunger. The promise of biotechnology and the threat of antiscience zealotry. *Plant Physiology*, v.124, p.487-490, 2000.
- CASARETT, L. J.; KLAASSEN, C. D.; DOULL, J. *Toxicology: the basic science of poisons McGraw-Hill Medical Pub. Division*, 2001.
- CONAB. Séries históricas. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 22 set. 2011.
- CROPLIFE. *Facts and figures – The status of global agriculture*, 2010. Disponível em: <www.improveagriculture.com/>. Acesso em: 9 set. 2011.
- FALCK-ZEPEDA, B. *et.al*. American surplus distribution from the introduction of a biotechnology innovation. *Journal of Agricultural Economics*, n.82, p.360-369, 2000.
- FRENKEL, J.; SILVEIRA, J. M. *Preços e a estrutura industrial dos insumos agrícolas: o caso dos defensivos* – Texto para discussão. 1996. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_412.pdf>. Acesso em: 8 set. 2011.
- HARTNELL, G. The innovation of agrochemicals: regulation and patent protection. *Research Policy*, v. 25, n.3, p.379-395, 1996.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatísticas da produção agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm>>. Acesso em: 15 set. 2011.
- JAMES, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. *ISAAA Brief*, n. 42. ISAAA: Ithaca, NY. 2011. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp>>. Acesso em: 19 de out. 2011.

McDOUGALL, P. The global agrochemical market in 2010 – preliminary review. Disponível em: <<http://www.phillipsmcdougall.com>>. Acesso em: 28 set. 2011.

MDIC/AliceWeb. Estatísticas de comércio exterior. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 16 set. 2011.

MUNGER, R. *et al.* Intrauterine growth retardation in Iowa communities with herbicide-contaminated drinking water supplies. *Environmental Health Perspectives*, n.105, v.6, p.308-14, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *The future role of pesticides in US agriculture*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.

OECD/FAO. Agricultural Outlook – 2009-2018. The Food and Agriculture Organization of the United Nations leads international efforts to defeat hunger, 2009. Disponível em: <<http://www.agri-outlook.org/dataoecd/2/31/43040036.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2011.

WALL STREET JOURNAL. Superweed outbreak triggers arms race, 4 jun. de 2010.

YUDELMAN, M.; RATTA, A.; NYGAARD, D. *Pest management and food production – looking to the future*. Washington, D.C.: International Food Policy Institute, 1998.

O déficit de produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2015: determinantes, consequências e sugestões de política

Artur Yabe Milanez

Diego Nyko

Jorge Luiz Faria Garcia

Brunno Luiz Siqueira Ferreira Soares dos Reis*

Resumo

Nos dois últimos anos, a evolução do mercado brasileiro de etanol carburante vem apresentando descompasso entre os crescimentos de demanda potencial e de oferta. No primeiro caso, o forte crescimento da demanda potencial reflete a expansão da frota de veículos *flex*. Já no segundo caso, a oferta de etanol encontra-se estagnada em razão da ausência de investimentos do setor sucroenergético em capacidade produtiva nova (expansões e *greenfields*) e em produção agrícola de cana-de-açúcar.

Nesse cenário, este artigo oferece uma estimativa dos investimentos necessários para suprir a demanda potencial de etanol carburante até 2015.

* Respectivamente, gerente, economista, engenheiro e estagiário do Departamento de Biocombustíveis da Área Industrial do BNDES.

Essa estimativa é feita com base em pesquisa que o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) realizou com seus clientes, os quais representam os principais grupos do setor. Além disso, são discutidos os principais fatores inibidores da expansão da produção de etanol e, com base neles, avaliadas medidas que possam contribuir para contorná-los em curto e em longo prazo. A reversão do atual quadro representa, além da mitigação de um cenário de dificuldade de abastecimento de combustíveis, uma excelente oportunidade de investimentos para a economia brasileira.

Introdução

Desde 2008, o mercado brasileiro de etanol vem apresentando um crescente descompasso entre a oferta efetiva e a demanda potencial por esse produto. Pelo lado da demanda, as vendas de automóveis *flex*, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), aumentaram cerca de 11% ao ano entre 2008 e 2010. Tais vendas registraram a marca histórica de aproximadamente 2,9 milhões de unidades em 2010. Como resultado, a frota de veículos *flex* em circulação já ultrapassa 12 milhões de unidades, com participação estimada de 43% na frota total de veículos leves [MME (2011)].

Já a oferta de etanol ficou praticamente estagnada no mesmo período. Enquanto em 2008 foram produzidos 27,1 bilhões de litros do produto, em 2010 foram produzidos 27,9 bilhões de litros, o que representa um crescimento de apenas 1,5% a.a. [EPE (2011)]. Esse quadro contrasta com o do período imediatamente anterior, quando a produção de etanol aumentou cerca de 13% ao ano entre 2003 e 2008.¹

A consequência mais visível desse descompasso entre oferta e demanda se dá sobre os preços do etanol. Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), houve aumento de 27% de preços médios

¹ Realizada pela União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica) (ago. 2011), a última estimativa para a atual safra aponta para uma redução da moagem de aproximadamente 8,9% em relação à safra 2010-2011. Segundo entidade, a projeção de moagem do Centro-Sul para a safra corrente é da ordem de 510,24 milhões de toneladas de cana. Até dezembro de 2011, as unidades do Centro-Sul haviam moído 492 milhões de toneladas de cana.

de venda do anidro e do hidratado² pelas usinas entre as safras 2008-2009 e 2010-2011.

Esse descompasso pode acarretar outros problemas, especialmente alguns que dizem respeito à balança comercial brasileira. A título de ilustração, houve importação de mais de quatrocentos milhões de litros de etanol para garantir o abastecimento do mercado doméstico na entressafra de 2010-2011. Cenário oposto ao verificado em 2008, no auge dos investimentos do setor, quando o Brasil exportou cerca de cinco bilhões de litros de etanol, segundo dados da MDIC/Secex. Além disso, em razão do aumento do preço do etanol hidratado, muitos consumidores passaram a optar pelo uso da gasolina,³ cujo preço é relativamente estável. Em 2011, a demanda pelo combustível fóssil superou a capacidade nacional de refino, o que levou o Brasil a importar também gasolina.

Para superar os problemas associados à oferta de etanol, é necessário reverter o atual cenário, no qual se observa a escassez de investimentos do setor sucroenergético na expansão de sua capacidade produtiva. Em função disso, por meio de uma pesquisa de intenção de investimentos com os maiores grupos do setor, o presente estudo avalia se a oferta planejada é suficiente para suprir a demanda potencial de etanol até o ano de 2015. Esse exercício é mostrado na próxima seção, quando são cotejadas a demanda potencial futura por etanol e a estimativa de nova capacidade produtiva planejada.

O resultado proveniente do cotejo entre oferta planejada e demanda potencial de etanol é analisado na terceira seção, quando também são apresentados fatores que podem agravar e outros que podem atenuar o cenário exposto. Já na quarta seção, são discutidos os possíveis fatores inibidores da expansão da capacidade produtiva e da produção efetiva desse biocombustível. Dentre esses fatores, destacam-se a atual preferência dos investidores do setor por fusões e aquisições (F&A) e a redução de rentabilidade do etanol hidratado ao longo das últimas safras.

Na quinta seção, são discutidas as dimensões de curto prazo do problema da escassez de oferta, bem como uma alternativa para contorná-lo. Por fim,

² O etanol hidratado, usado como combustível substituto da gasolina, apresenta concentração de 96%; o etanol anidro, usado como aditivo na gasolina, cerca de 99,5%, necessitando de etapas suplementares de destilação.

³ Ao longo do texto, será feita a distinção entre gasolina A, que é aquela sem adição de etanol anidro, e gasolina C, mistura de gasolina A e etanol anidro.

algumas propostas de médio e longo prazo e considerações finais encerram o estudo na sexta seção.

A oferta e a demanda potencial por etanol no período 2011-2015

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em seu Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2020, projeta a seguinte demanda potencial de etanol (Tabela 1).

Tabela 1 | Projeção da demanda potencial de etanol (em bilhões de litros)¹

	2011	2012	2013	2014	2015
Demanda doméstica por etanol carburante	23,7	27,8	31,5	36,2	40,8
Demanda doméstica por etanol não carburante	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8
Demanda internacional	1,8	2,0	2,5	3,2	3,9
Demanda total	28,2	32,5	36,8	42,3	47,5

Fontes: Ministério de Minas e Energia (MME) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2011).

¹ O cenário de referência da EPE para a demanda por etanol combustível considera a mistura de etanol anidro à gasolina constante em 25%; além disso, há um cenário macroeconômico referencial no modelo da EPE, o qual contempla, entre outras variáveis para o período 2011-2015, crescimento de 5% ao ano do PIB brasileiro, 4,5% de crescimento do PIB mundial e preço de US\$ 88,1/barril do petróleo (Brent).

Com base nos dados da Tabela 1, pode-se observar que a demanda potencial por etanol crescerá 19,6 bilhões de litros até 2015, o que representa um aumento de quase 13% ao ano. Dito de outro modo, a demanda potencial por etanol deverá refletir basicamente a expansão da frota de veículos *flex* do país, com baixa participação, no curto prazo, da demanda externa na composição da demanda total. Se concretizado, esse cenário viabilizaria uma participação média de 63% de etanol na matriz veicular brasileira, o que permitiria ao país manter o perfil renovável de sua matriz energética.

É importante lembrar que, se toda essa demanda potencial fosse plenamente atendida pela oferta doméstica de etanol, seria necessário incrementar a produção de cana e, *ceteris paribus*, incorporar novas áreas para cultivo. Dessa forma, assumindo que: (1) a produtividade agrícola média seja de noventa toneladas de cana por hectare; (2) a produtividade industrial média seja de oitenta litros de etanol por tonelada de cana; e (3) tais produtividades

sejam constantes ao longo do tempo;⁴ a Tabela 2 apresenta as necessidades da expansão da cana decorrentes da demanda potencial de etanol até 2015. Em linhas gerais, para atender plenamente à demanda potencial por etanol, seria necessário adicionar 246,3 milhões de toneladas de cana, volume de matéria-prima que representa aproximadamente 40% da cana moída na última safra.

Tabela 2 | Necessidades de expansão da produção de cana para atender à demanda potencial estimada no PDE 2020

	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Crescimento anual da demanda total por etanol (em bilhões de litros)	0,40	4,30	4,30	5,50	5,20	19,70
Crescimento anual da demanda por cana-de-açúcar destinada à produção de etanol (em milhões de toneladas)	5,00	53,80	53,80	68,80	65,00	246,30
Crescimento anual da demanda por área agrícola para cana destinada à produção de etanol (em milhões de hectares)	0,06	0,60	0,60	0,76	0,72	2,74

Fonte: BNDES.

Dada essa estimativa da demanda potencial por etanol e seus desdobramentos na moagem de cana e no uso da terra, torna-se importante avaliar a real dimensão do aumento da oferta desse biocombustível nos próximos anos. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de investimentos com os principais grupos econômicos do setor sucroenergético. Ao todo, participaram da pesquisa 21 desses grupos cuja capacidade de moagem alcançou 270,6 milhões de toneladas de cana (Tabela 3) e cuja produção efetiva de etanol alcançou cerca de 43% da produção brasileira na safra 2010-2011 (Tabela 4).

Adicionalmente, recorreu-se a anúncios veiculados na mídia, com base nos quais foi possível mapear o crescimento pretendido de outros três grupos do setor. Quanto à capacidade de moagem, o crescimento total desses grupos deverá ser de 35 milhões de toneladas de cana, que, acrescido à capacidade atual de 33,5 milhões de toneladas, permitirá

⁴ Neste estudo, assumiu-se que o padrão tecnológico vigente no setor permanecerá constante durante todo o período analisado e, portanto, que a produtividade setorial também será constante até 2015.

alcançar uma capacidade total de 68,5 milhões de toneladas na safra 2015-2016.

Tabela 3 | Relevância da amostra – capacidade produtiva (em milhões de toneladas de cana e em milhões de litros de etanol) na safra 2011-2012

	Capacidade de moagem	Capacidade de produção de etanol
Amostra pesquisada	304,1	14.629,0
Total estimado – setor	750,0	36.000,0
%	40,5	40,6

Fontes: BNDES e notícias veiculadas pela imprensa.

Na pesquisa realizada, os grupos apresentaram seus planos de crescimento da produção de etanol até a safra 2015-2016, diferenciando aumentos de capacidade por meio de fusões e aquisições (F&A) de aumentos gerados por meio de expansões em unidades já existentes e *greenfields*.⁵ Os resultados agregados dessa pesquisa são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 | Crescimento planejado da produção (por meio de expansões e *greenfields*) de etanol pelos grupos econômicos entrevistados (em bilhões de litros)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Capacidade de produção instalada	13,0	14,6	16,7	19,9	21,9	23,6
Produção efetiva	9,1	10,3	12,8	15,6	17,0	18,2
Capacidade ociosa de produção (%)	30,0	29,0	23,0	22,0	22,0	23,0
Crescimento acumulado da capacidade instalada por meio de expansões e <i>greenfields</i>		1,6	2,1	5,3	7,3	8,9
Crescimento acumulado da produção efetiva		1,2	2,5	5,3	6,7	7,9

Fonte: BNDES.

⁵ Alguns grandes grupos do setor possuem, de fato, planos de investimento referentes ao prazo solicitado pela pesquisa. Já os grupos menores, apesar de terem respondido ao questionário, não possuem necessariamente horizontes de planejamento tão dilatados, o que pode causar alguma distorção nos números da amostra, especialmente para os anos de 2014 e 2015. Ressalta-se ainda que, para que a nova capacidade produtiva entre em operação em 2015, será necessário realizar os investimentos, no máximo, nos próximos dois anos.

Até a safra 2015-2016, os principais grupos do setor planejam, por meio de expansões e *greenfields*, aumentar a capacidade de produção de etanol em 8,9 bilhões de litros. No mesmo período, 0,3 bilhão de litros deverá ser incorporado à capacidade da amostra por meio de F&A. Por não se tratar de nova capacidade produtiva para o setor, mas apenas de uma reestruturação patrimonial, esse número não está contemplado pela Tabela 4.

Outro ponto que chama atenção diz respeito à produção efetiva de etanol das empresas da amostra, que deverá atingir 18,2 bilhões de litros na safra 2015-2016. Esse valor representa um aumento da produção efetiva da ordem de 7,9 bilhões de litros. Como resultado, a capacidade ociosa de produção das destilarias aumenta em termos absolutos, mas a taxa de ociosidade diminui de 29% para aproximadamente 23% no fim do período analisado.⁶

Além disso, verifica-se grande concentração do crescimento em poucos grupos da amostra. A Tabela 5 ilustra esse quadro. As três empresas de maior crescimento planejado deverão ser responsáveis por 67% de toda a expansão de capacidade produtiva de etanol no período considerado.

Tabela 5 | Concentração do crescimento da capacidade de produção de etanol da amostra por meio de expansões e *greenfields* até a safra 2015-2016

	Crescimento (bilhões de litros)	Contribuição para o crescimento total da amostra (%)
CR3	5,96	67
Outros	2,98	33
Total	8,90	100

Fonte: BNDES.

Um quadro muito similar pode ser observado na Tabela 6, mas, em vez de exibir os dados relativos à expansão da capacidade produtiva, essa tabela mostra o crescimento planejado da produção efetiva de etanol. Novamente, os números corroboram a concentração do crescimento em três grupos econômicos da amostra.

⁶ Essa capacidade ociosa refere-se às empresas da pesquisa e foi utilizada no cálculo da produção efetiva dos três grupos cujas informações foram obtidas em anúncios na mídia.

Tabela 6 | Concentração do crescimento da produção efetiva de etanol da amostra até a safra 2015-2016

	Crescimento (bilhões de litros)	Contribuição para o crescimento (%)
CR3	4,8	61
Outros	3,1	39
Total	7,9	100

Fonte: BNDES.

No que se refere à necessidade de área agrícola e quantidade de cana, a Tabela 7, construída com base nas mesmas premissas usadas para a construção da Tabela 2, apresenta valores também significativos.

Tabela 7 | Necessidades de expansão da produção de cana requerida pela oferta planejada pelos grupos econômicos entrevistados

	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Crescimento anual da capacidade planejada de produção de etanol (em bilhões de litros)	1,00	2,10	3,20	2,00	1,70	9,90
Crescimento anual da demanda por cana-de-açúcar destinada à produção planejada de etanol (em milhões de toneladas)	12,10	26,20	39,90	24,70	20,90	123,80
Crescimento anual da demanda por terra para cana destinada à produção planejada de etanol (em milhões de hectares)	0,13	0,29	0,44	0,27	0,23	1,38

Fonte: BNDES.

Se todo o aumento planejado de produção de etanol para os próximos anos (incluindo 2011) ocorresse sobre novas áreas, seriam necessários 123,8 milhões de toneladas de cana e 1,38 milhão de hectares de área. Entretanto, essas quantidades de etanol e de cana não terão origem unicamente na ampliação do canavial e na construção de nova capacidade produtiva (expansão e *greenfield*). Parte desse crescimento poderá advir da ocupação de capacidade ociosa (industrial e agrícola, com renovação dos canaviais), de mudanças no *mix* de produção entre açúcar e etanol e de fusões e aquisições de ativos já existentes.

O déficit de oferta de etanol

A dimensão do problema

O Gráfico 1 contrapõe: (i) o crescimento total estimado da produção efetiva, que contempla o crescimento da produção efetiva planejado pelos grupos da amostra e o crescimento estimado da produção efetiva dos demais grupos;^{7, 8} e (ii) o crescimento da demanda potencial total por etanol, que diz respeito às estimativas de demanda apresentadas na segunda seção. Com base nesse cotejo, é possível estimar o volume de etanol que seria necessário (déficit de oferta) para atender plenamente a demanda potencial.

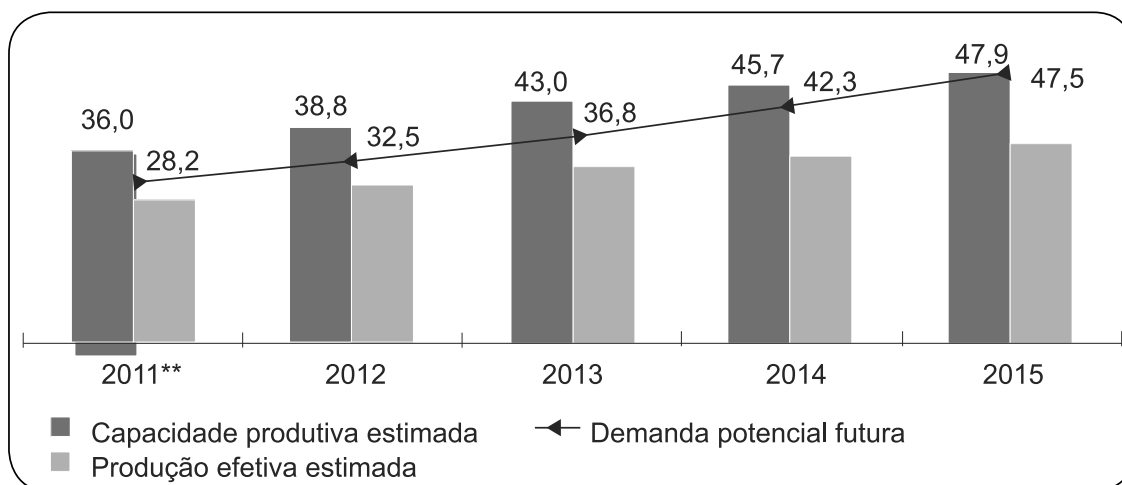
Se forem consideradas apenas as safras 2011-2012 e 2012-2013, é razoável admitir que a oferta planejada de etanol pelos entrevistados, somada ao eventual aumento da produção dos demais grupos e a um pequeno aumento das importações, deva ser suficiente para atender à demanda, gerando, no máximo, pequenos ajustes de preços.

No entanto, ao longo do tempo, o déficit de etanol tende a crescer. O esforço de produção dos grupos da amostra, a despeito de ser significativo, representa aproximadamente 35% (7,9 bilhões de litros) da oferta adicional que seria necessária para atender plenamente a demanda potencial total a partir de 2015. Em geral, os grupos que já se relacionam com o BNDES são aqueles com maior capacidade de endividamento e, portanto, apresentam melhores condições para realizar novos investimentos. Nesse sentido, vale destacar o papel que o processo de consolidação vem desempenhando sobre a estrutura do setor. Conforme evidências das tabelas 5 e 6, mesmo entre os grupos clientes do BNDES, é significativamente concentrada a capacidade de investimento em produção de etanol.

⁷ Como base para esse exercício teórico, foi utilizada a carteira recente do BNDES, que financiou nove dos 12 últimos projetos *greenfield* no Brasil. Assim, assumiu-se que 75% da nova capacidade e da futura produção efetiva serão empreendidas pelos grupos da amostra e 25% pelos demais grupos. Tal premissa também é corroborada pela crescente consolidação do setor, o que vem fazendo com que a capacidade de crescimento se concentre nos maiores grupos do setor, conforme evidenciam as tabelas 5 e 6.

⁸ Por simplificação, não está sendo considerada a entrada de novos grupos no setor. Todavia, mesmo que surjam novos entrantes, a entrada deverá ocorrer por meio de F&A. A expansão da capacidade produtiva ocorrerá apenas em um segundo momento. Logo, o período aqui considerado deve ser estreito para não contemplar nova capacidade produtiva construída pelos eventuais futuros entrantes.

**Gráfico 1 | Déficit futuro estimado no mercado de etanol
(bilhões de litros) – 2011 a 2015***



Fontes: BNDES, EPE e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

*As diferenças entre as taxas de ociosidade do Gráfico 1 e as taxas da Tabela 4 devem-se às premissas aqui utilizadas. Enquanto a Tabela 4 se baseia apenas nas informações fornecidas pelas empresas da amostra, o Gráfico 1 estima que 75% do crescimento da capacidade produtiva e da produção efetiva nacionais virá das empresas da amostra; o restante deverá ser adicionado pelas empresas que não fizeram parte da pesquisa.

**A produção efetiva de 2011 não foi calculada com base na amostra, mas estimada com base em dados da Unica; já o valor referente à capacidade instalada em 2011 foi obtido com base nos valores da amostra para o ano de 2010: em primeiro lugar, foi aplicada a taxa de ociosidade da amostra de 2010 (30%) sobre o valor da produção efetiva nacional verificada também naquele ano; em seguida, para os anos subsequentes, foi somado o crescimento anual planejado da capacidade (75% da amostra e 25% dos demais grupos).

Tendo em vista esse fato, o acréscimo restante de 14,6 bilhões de litros que seriam exigidos até 2015 é um enorme desafio para os grupos sucroenergéticos que não compuseram a amostra, mas que, conforme as premissas consideradas, teriam condições de produzir cerca de 2,63 bilhões de litros a mais até 2015. Nesse ano, o déficit poderia atingir 12 bilhões de litros e o déficit acumulado no período 2011-2015 poderia ser de 32,4 bilhões de litros (Tabela 8).

No Gráfico 1, também se verifica que a capacidade produtiva estimada em 2015 seria suficiente para atender à demanda potencial por etanol. Para a concretização desse cenário, seria necessário maximizar a produção do biocombustível e, conseqüentemente, reduzir a produção de açúcar. No entanto, é pouco provável que isso ocorra, visto que o preço desse alimento tende a se manter em patamares relativamente elevados nos próximos anos. Além disso, o surgimento de produtos de cana como butanol, diesel e bioquímicos, ainda que em escalas iniciais de produção mais reduzidas, pode acirrar ainda mais a competição pela matéria-prima, o que também dificultaria a maximização da produção de etanol.

Tabela 8 | Produção efetiva, demanda potencial e déficit estimado de etanol (em bilhões de litros)

	2011	2012	2013	2014	2015	Resultado acumulado 2011-2015
Produção efetiva – amostra	10,3	12,8	15,6	17,0	18,2	73,8
Produção efetiva – restante	14,7	15,6	16,5	16,9	17,3	81,1
Produção efetiva total	25,0	28,4	32,1	33,9	35,5	154,9
Demanda potencial	28,2	32,5	36,8	42,3	47,5	187,3
Déficit	3,2	4,1	4,7	8,4	12,0	32,4

Fonte: BNDES.

Outra forma de evidenciar o grau do desafio de crescimento hoje imposto ao setor é a quantificação financeira dos investimentos necessários. Estima-se que o esforço planejado pelo setor corresponda a investimentos da ordem de R\$ 30 bilhões até a safra 2015-2016.⁹ Contudo, como demonstrado, mesmo com esse volume de investimentos, projeta-se um déficit de etanol de cerca de trinta bilhões de litros para o período 2011-2015. Para que esse déficit seja anulado em cada ano, seriam necessários investimentos adicionais da ordem de R\$ 55 bilhões no período em questão.

Como se vê, o esforço de investimento necessário para atender a demanda potencial no período considerado é tão significativo que chega a levantar dúvidas sobre sua concretização. As novas usinas que entraram recentemente em operação e que ainda entrarão até a próxima safra são frutos de decisões de investimento realizadas há dois ou três anos. Daquele momento até hoje, foram raras as decisões de investimento em novas unidades.

⁹ Para realizar essa estimativa, recorreu-se às mesmas premissas de produtividade apresentadas na segunda seção deste artigo. Além disso, foram usados como múltiplos médios de investimento: (1) R\$ 200,00 por tonelada de cana referente aos investimentos industriais; (2) R\$ 50,00 por tonelada de cana, referentes ao investimento em plantio; e (3) R\$ 38,00 referentes ao investimento em máquinas agrícolas. Nesses investimentos também já está contemplada a estimativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o crescimento da produção decorrente da demanda total pelo açúcar brasileiro, que deverá ser de 44,8 milhões de toneladas em 2015. Para simplificar os cálculos, considerou-se que toda a expansão de capacidade produtiva virá por meio de novas usinas (*greenfields*). Para compor essas médias, além dos dados fornecidos pelo Mapa, foram utilizados os valores históricos dos projetos do BNDES, valores fornecidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP) e pela empresa Dedini, maior fornecedora de bens de capital para o setor.

Potenciais fatores agravantes

Oferta interna de gasolina

Se for concretizado o déficit de etanol, o consumo de combustíveis veiculares deve migrar para a gasolina, tal como já ocorreu em 2010 e 2011 (Tabela 9). Apesar de esse fato evidenciar a soberania do consumidor, que, com os veículos *flex-fuel*, passou a ter a opção de consumir etanol e gasolina em quaisquer proporções, ele desperta dúvidas com relação à capacidade interna de abastecimento desse combustível fóssil.

Tabela 9 | Mercado brasileiro de gasolina A (em bilhões de litros)

	2007	2008	2009	2010	2011*
Produção	20,7	20,2	19,8	21,5	21,5
Demanda	18,5	18,9	19,1	22,8	24,2
Déficit	(2,2)	(1,3)	(0,7)	1,2	2,8
Importação	0,0	0,0	0,0	0,5	1,6

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

* Valores referentes até novembro de 2011.

Entre 2007 e 2009, a produção de gasolina A sofreu reduções consecutivas. Esse movimento refletiu a ampla preferência do consumidor pelo etanol hidratado, que, à época, apresentava preços competitivos em grande parte do território nacional. Com uma demanda em queda, as importações brasileiras de gasolina A foram inexpressivas naqueles três anos.

Como visto, essa situação transformou-se radicalmente entre 2009 e 2010. Desde então, a produção de etanol vem sofrendo reveses consideráveis, o que vem resultando em preços mais elevados desse produto. Por conta disso, o consumo migrou-se para a gasolina C, cuja produção nacional voltou a crescer. Mesmo com esse crescimento, houve déficit desse produto nos dois últimos anos, o que levou o país a importar gasolina.

Se o problema de oferta de etanol persistir, é provável que haja desequilíbrios também no mercado de gasolina em curto prazo, dado que a capacidade nacional de refino não deve aumentar significativamente até 2014-2015. Em outras palavras, não está descartada a importação de gasolina A para 2012 e 2013, tal como já ocorreu nos últimos anos.

O aumento da demanda por gasolina não se restringe apenas à maior importação desse produto. A migração do consumidor também é responsável por aumentar a demanda pelo etanol anidro, que é adicionado obrigatoriamente à gasolina.¹⁰ Dada a estagnação recente da produção nacional de etanol, o país foi levado a importar o produto. Em 2011, o Brasil importou aproximadamente 1,1 bilhão de litros de etanol, segundo dados do MDIC/Secex.¹¹

Aumento de exportações para os Estados Unidos (EUA)

Em dezembro de 2010, o governo dos EUA decidiu não renovar sua tarifa sobre a importação de etanol, o que aumenta o potencial de exportação do produto brasileiro. A demanda total planejada pelos EUA de combustíveis renováveis poderá atingir, de acordo com a agência ambiental norte-americana (US EPA), cerca de 136 bilhões de litros em 2022. Como naquele país não há limitação de preço para o etanol, é factível que sejam negociados preços de venda maiores do que os praticados no Brasil. Desse modo, há possibilidade de que parcela maior da produção nacional seja direcionada para o mercado norte-americano. Esse cenário ganha força em razão de o etanol de cana ser considerado “biocombustível avançado”¹² pelos EUA e, conseqüentemente, ocupar parcela privilegiada do mandato americano de consumo de etanol. Até 2022, os EUA pretendem consumir aproximadamente oitenta bilhões de litros de etanol avançado, dos quais 15 bilhões podem ser atendidos pelo produto brasileiro.

Principais fatores atenuantes

O déficit de etanol pode ser inferior ao déficit estimado neste artigo. Para os próximos anos, alguns fatores podem contribuir para atenuá-lo. Em primeiro lugar, é importante destacar o papel do clima. Nas duas últimas safras, a cultura da cana-de-açúcar sofreu com adversidades climáticas consideráveis, situação que não necessariamente ocorrerá nas safras subsequentes.

¹⁰ A mistura de etanol anidro na gasolina pode variar entre 18% e 25%. Desde outubro de 2011, seu nível está em 20%.

¹¹ Cabe salientar que o Brasil ainda é exportador líquido de etanol, haja vista que, em 2011, foram vendidos quase dois bilhões de litros para o exterior.

¹² Um combustível é considerado “avançado” quando reduz a emissão de dióxido de carbono (CO₂) em pelo menos 50% em relação à gasolina. De acordo com os critérios adotados pela EPA, agência de proteção ambiental norte-americana, o etanol de cana-de-açúcar reduz a emissão de CO₂ em 61% quando comparado à gasolina.

Em segundo lugar, o processo de mecanização da colheita, especialmente em São Paulo, vem contribuindo para a redução da produtividade agrícola dos canaviais,¹³ tendência que deverá se reverter à medida que os produtores atinjam maiores níveis de conhecimento e destreza no manejo agrícola mecanizado.

Por fim, os elevados preços de açúcar e etanol vêm possibilitando as usinas a obterem resultados financeiros mais satisfatórios, os quais podem viabilizar o emprego das melhores práticas agrônômicas, especialmente no que diz respeito à aplicação dos tratos culturais. Como é exposto na próxima seção, a recuperação financeira do setor sucroenergético também pode contribuir para sua maior capacidade de investir em novos projetos.

É importante, considerando esse cenário de déficit de etanol e seus possíveis desdobramentos para o Brasil, discutir os principais fatores que vêm limitando o crescimento da produção nacional desse biocombustível, o que é feito na próxima seção.

Principais determinantes da estagnação da produção de etanol

Redução da capacidade de investimentos do setor

Desde a introdução dos veículos flexíveis, em 2003, até a crise financeira mundial, em 2008, o setor sucroenergético cresceu de maneira vertiginosa. Nesse período, a moagem de cana cresceu quase 80%, alcançando cerca de 650 milhões de toneladas na safra 2008-2009, e a produção de etanol cresceu quase 90%, com 27,6 bilhões de litros produzidos também naquela safra. Contudo, para viabilizar esse crescimento, os grupos econômicos do setor se endividaram sobremaneira. O crescente nível de alavancagem dessas empresas, associado ao período necessário para a maturação dos investimentos (e para a geração de caixa), tornou-se progressivamente elemento impeditivo para que se contraíssem novos débitos.

¹³ Segundo especialistas do setor, essa situação pode ser explicada por três razões: (i) a compactação do solo; (ii) a menor densidade de plantas por área plantada, já que o plantio deve se ajustar ao corte mecanizado; e (iii) a maior altura em que o colmo é cortado pelas colheitadeiras em relação à altura do corte manual, de modo a evitar que a máquina arranque as soqueiras de cana no momento da colheita.

A situação, que já era crítica, se agravou ainda mais com o advento da crise financeira internacional de 2009. Como consequência da maior aversão ao risco do setor financeiro privado, os agentes financeiros retraíram ainda mais o crédito, incluindo o giro, às empresas do setor. Premidas pela ausência de capital de giro em um momento de grande necessidade de recursos, essas empresas aceleraram as vendas de etanol durante a safra, o que deprimiu fortemente os preços. Essa situação tornou a capacidade de investimentos do setor ainda mais deteriorada.

Tabela 10 | Os 20 maiores prejuízos líquidos entre as 1.000 maiores empresas do Brasil – por setor

Setores	2007	2008	2009	2010
Açúcar e etanol	0	0	7	1
Infraestrutura	12	6	4	6
Bens de consumo	4	3	3	2
Serviços	3	0	2	5
Insumos básicos	0	11	2	5
Outros	1	0	2	1
Total	20	20	20	20

Fontes: Valor1000 (2008), Valor1000 (2009), Valor1000 (2010) e Valor1000 (2011).

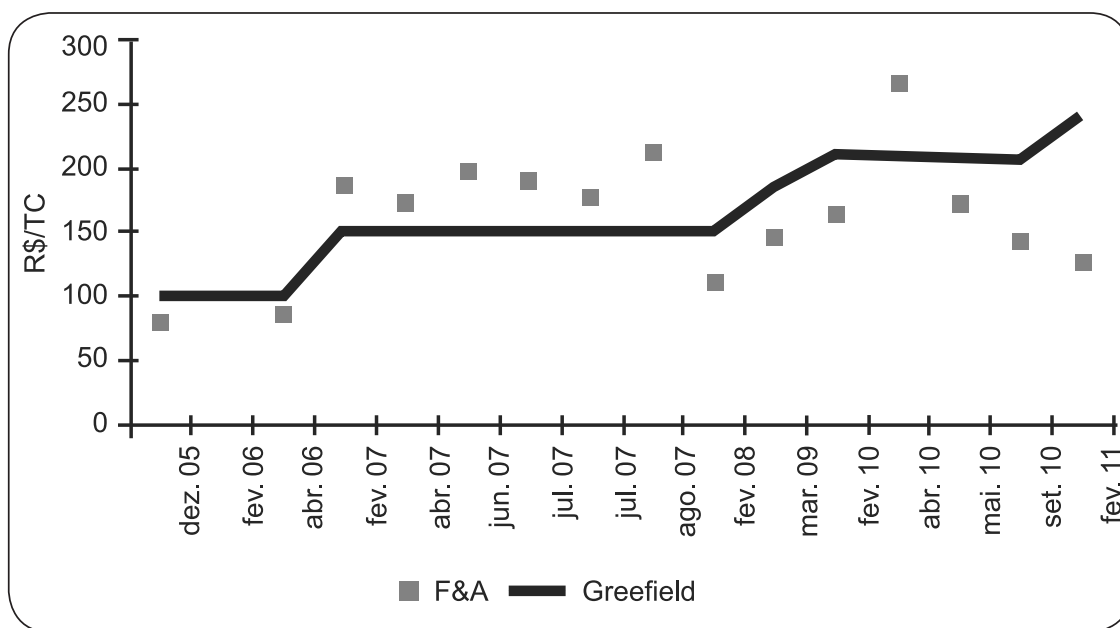
A Tabela 10 ilustra essa situação. A pesquisa nela apresentada refere-se às mil maiores empresas do Brasil. Em 2007 e 2008, não havia nenhuma empresa do setor sucroenergético entre as empresas com os vinte maiores prejuízos líquidos. Já em 2009, depois da eclosão da crise, sete empresas do setor figuraram entre os vinte maiores prejuízos líquidos, fato que evidencia o efeito deletério que a crise mundial causou às empresas do setor. Em 2010, a situação melhorou em decorrência da elevação persistente dos preços do açúcar e do etanol, o que poderá contribuir para a futura retomada dos investimentos, seja para aumento da oferta de cana, seja para expansão ou implantação de novas usinas.

Consolidação

A fragilidade financeira das empresas também intensificou o processo de F&A no setor. A crise reduziu o preço dos ativos existentes e, nesse cenário, os grandes grupos econômicos internacionais (especialmente petroleiras e *trading companies*) começaram a comprar e/ou fundir-se com empresas já estabelecidas em vez de construir capacidade produtiva nova.

O Gráfico 2 ilustra essa situação. Enquanto a nuvem de pontos diz respeito a um conjunto de operações de F&A no setor, a curva refere-se ao investimento médio em um projeto *greenfield*.¹⁴ Nota-se que, nos últimos três anos, as operações de F&A mantiveram-se mais atrativas do que a construção de novas unidades, situação oposta à verificada no último ciclo de investimentos do setor, entre 2006 e 2008, quando os *greenfields* eram mais atraentes.

Gráfico 2 | Custo de investimento em Greenfield x peços negociados em F&A



Fontes: BNDES, Banco Itaú, FG Agro, Fundo Terra Viva, Dedini; Mídia.

Além disso, a compra (ou fusão) de ativos existentes concentrou-se basicamente em unidades paulistas que já possuíam ou tinham condições de construir fábricas de açúcar, produto cuja remuneração vem sobrepujando a remuneração do etanol hidratado nos últimos anos. Por sua vez, as unidades no Centro-Oeste (fronteira de expansão), por questões logísticas, são menos adequadas para a produção desse alimento. Os projetos ali estabelecidos dependem majoritariamente da produção de energia (etanol e eletricidade). Assim, quando houve compra (ou fusão) de ativos naquela região, a ação provavelmente foi motivada por estratégias empresariais de formação de *clusters* e/ou de demarcação territorial.

¹⁴ Os valores (em R\$/TC) das operações de F&A foram levantados com consultorias, fundos, outros bancos e matérias veiculadas na mídia. Já o investimento total médio em *greenfields* foi feito com base na carteira histórica do BNDES e com dados fornecidos pela Dedini.

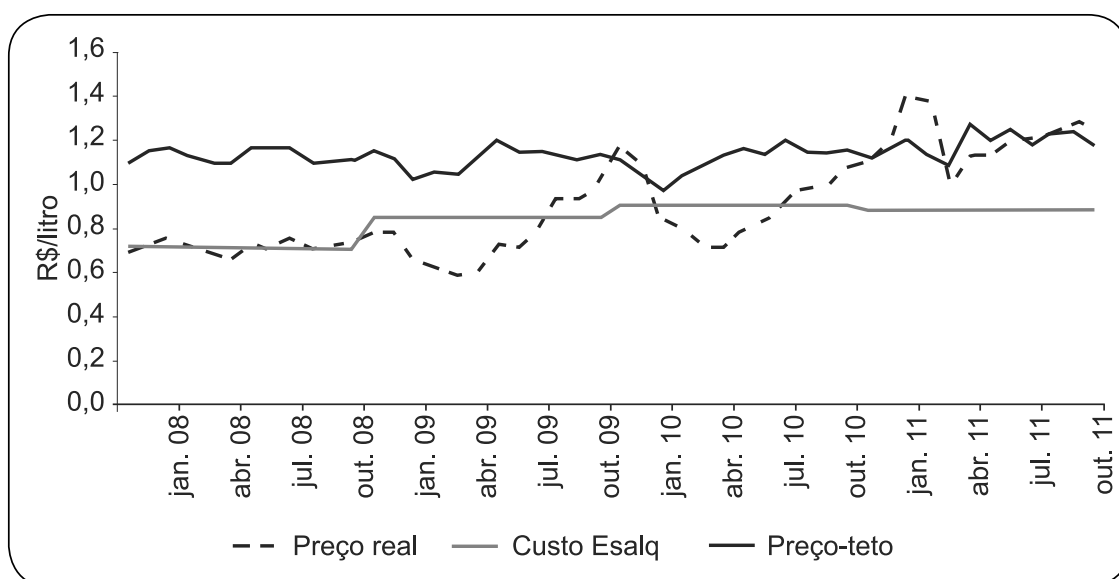
Rentabilidade limitada do etanol hidratado

A rentabilidade do etanol hidratado só ocorre em uma faixa muito limitada, situação que, conforme será visto a seguir, vem reduzindo o estímulo ao investimento em novas unidades.

De um lado, as usinas são pressionadas por custos crescentes de produção, que estabelecem um “pisso” para o preço do produto na usina. De acordo com o Cepea/Esalq, esses custos vêm aumentando nas últimas safras em virtude de: (1) redução da produtividade agrícola; (2) aumento dos custos de arrendamento e da cana fornecida por terceiros; (3) aumento do custo de mão de obra; (4) aumento do custo de fertilizantes; e (5) aumento do custo de investimento industrial.

Do outro lado, dadas as margens dos distribuidores (mercado relativamente mais concentrado) e dos postos revendedores, o preço administrado da gasolina é relativamente estável ao consumidor final, situação que estabelece um “teto” para o preço do etanol no posto revendedor e, portanto, também na usina (Gráfico 3).¹⁵

Gráfico 3 | Etanol hidratado: custo de produção x preço máximo teórico x preço real (SP)



Fontes: BNDES, Cepea/Esalq e ANP.

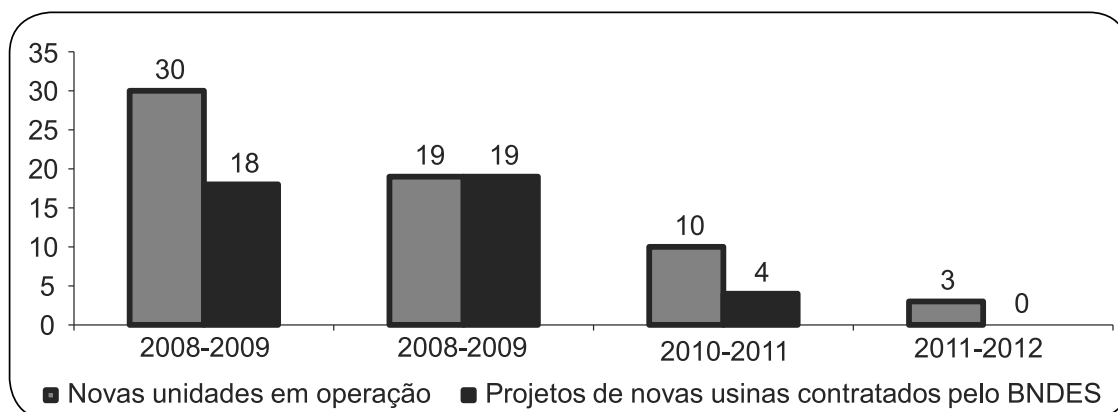
O Gráfico 3 mostra essa “faixa de rentabilidade” do etanol hidratado no estado de São Paulo. Abaixo da linha cinza, o produtor vende seu produto por um preço inferior ao custo de produção. Acima da linha preta, o produtor encontra dificuldades para vender seu produto, já que tal curva representa

¹⁵ Vale lembrar que a relação do conteúdo energético de 70% entre gasolina e etanol deve ser observada na relação de preços entre os produtos.

o preço teórico máximo¹⁶ que o distribuidor estaria disposto a pagar pelo etanol hidratado. A linha tracejada, por sua vez, representa os preços que, de fato, são praticados no mercado. No período analisado, pode-se observar que o produtor raramente conseguiu remuneração acima de seus custos. Por outro lado, o preço raramente se manteve acima do limite superior, já que tal situação não é sustentável do ponto de vista dos distribuidores.

Como apresentado, a fronteira atual de expansão da cultura da cana, por questões logísticas, não é a mais adequada para a produção de açúcar. Os novos projetos normalmente são mais focados na produção de etanol e energia. Logo, por conta do estreitamento da rentabilidade do combustível no mercado doméstico, há poucos incentivos para investimentos em *greenfields*. Em regiões tradicionais de cultivo da cana, como São Paulo e Paraná, os custos agrícolas são significativamente maiores e há menos espaço para a expansão da lavoura de cana. Tal cenário vem contribuindo para um menor investimento em *greenfields*, conforme ilustra o Gráfico 4.

Gráfico 4 | Novas unidades e carteira do BNDES



Fontes: BNDES e Unica.

Aumento da ociosidade industrial

Além da estagnação da produção de matéria-prima, a fabricação de etanol também sofreu com o aumento internacional dos preços do açúcar,

¹⁶ A expressão da curva do preço máximo é:

Pmáx = (Pgas x 0,7) – (Mdist + Mpost), onde

Pmáx: Preço máximo do etanol ao produtor (SP);

Pgas: preço médio da gasolina na bomba (SP);

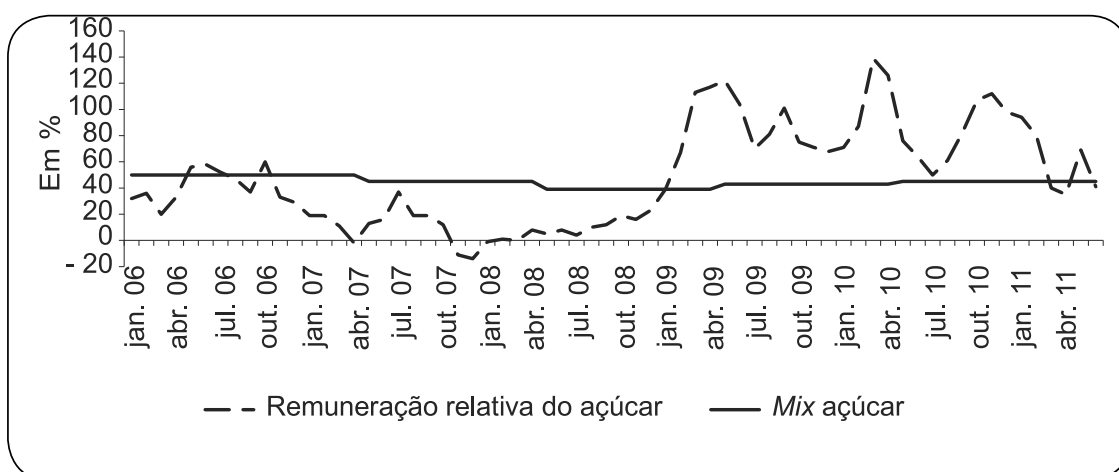
Mdist: margem média bruta dos distribuidores (SP); e

Mpost: margem média bruta dos postos revendedores (SP).

que vêm se mantendo em patamares elevados nos últimos dois anos. Como as usinas são capazes de produzir tanto etanol como açúcar, as empresas maximizaram a produção do alimento em detrimento da produção do combustível.

De acordo com dados do Cepea/Esalq, o açúcar vem remunerando mais que o etanol hidratado desde 2006 (Gráfico 5). No entanto, a remuneração relativa do açúcar deu um salto de patamar em 2009, quando quebraram as safras de cana da Índia e da Tailândia.¹⁷ Por conta disso, o *mix* de produção também se alterou em favor do açúcar, como também pode ser visto no Gráfico 5. Segundo dados da amostra, a taxa média de ociosidade nas fábricas de açúcar foi de 13% na safra 2011-2012, menos da metade da taxa média de ociosidade nas destilarias de etanol, que hoje está em 29%.

Gráfico 5 | Remuneração do açúcar em relação ao etanol hidratado e *mix* de produção do açúcar



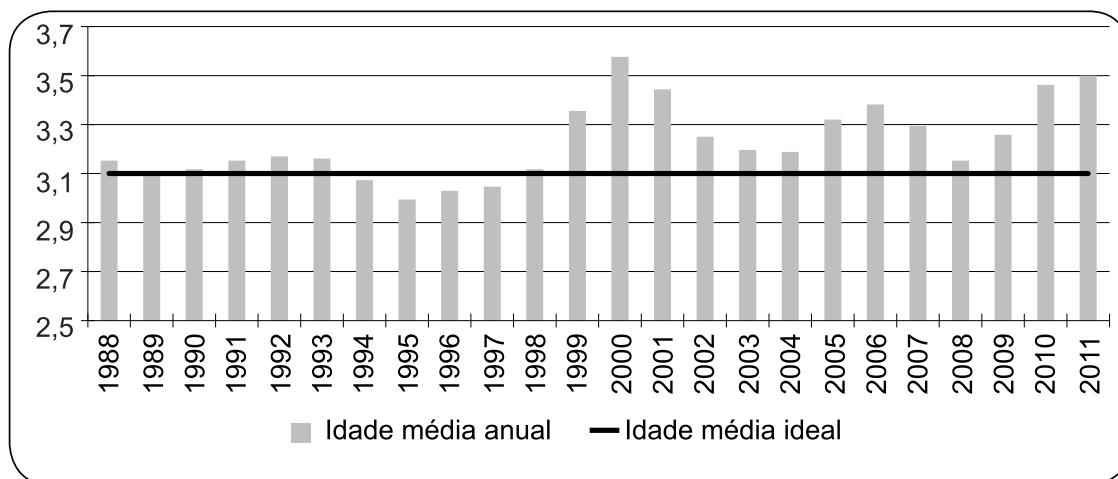
Fontes: Cepea/Esalq e Unica.

Não bastasse a produção atual das usinas estar focada em açúcar, outro fator aumenta a ociosidade das unidades: a falta de investimentos agrícolas. Com a crise financeira, cessaram os investimentos em renovação e tratos culturais dos canaviais, fato que causa impactos negativos ainda hoje. O Gráfico 6 mostra a evolução da idade média de corte dos canaviais.

¹⁷ Para mais detalhes a esse respeito, ver Nyko e Milanez (2010).

A estimativa do CTC é que a atual idade média de corte esteja em torno de 3,5 anos, quando o cenário ideal é de 3,1 anos.¹⁸ Com um canavial mais antigo, a produtividade agrícola se reduziu de modo expressivo, o que aumentou a taxa média de ociosidade das moendas, hoje em 17,3% nas unidades da amostra.

Gráfico 6 | Evolução do estágio médio de corte dos canaviais (em anos)



Fonte: CTC.

Medidas para ampliação da produção de etanol

Estímulo à produção de cana-de-açúcar

Conforme visto na seção anterior, a ociosidade da capacidade de moagem do atual parque de usinas brasileiras chega a quase 20% nos principais grupos do setor. Se for extrapolado esse nível de ociosidade para todo o setor, estima-se que poderiam ser adicionadas cerca de 120 milhões de toneladas de cana-de-açúcar à atual capacidade de moagem.

Além disso, como a ociosidade ao nível das destilarias é superior ao observado na fabricação de açúcar, um aumento da moagem de cana-de-açúcar deverá levar a um aumento mais significativo da produção de etanol.

¹⁸ Para a consultoria Datagro, a idade média ideal dos canaviais seria de 2,7 anos.

Para tanto, seria necessário renovar ao menos 16% da atual lavoura da cana, o que exigiria um replantio de aproximadamente um milhão de hectares. O BNDES, tendo em vista a elevada idade média do canavial brasileiro e seus impactos deletérios sobre a oferta de matéria-prima para a indústria, lançou no primeiro trimestre de 2012 o BNDES Prorenova,¹⁹ programa com o objetivo de estimular novos investimentos na renovação e na ampliação de canaviais, ainda que não relacionados a aumento da capacidade de moagem. Com isso, espera-se um impacto importante e de rápida resposta no aumento da oferta de etanol, conforme já indicado pelo Gráfico 1.

Ampliação da capacidade industrial

O aumento dos custos de produção do etanol hidratado aliado à estabilidade do preço doméstico da gasolina vem limitando a rentabilidade deste produto e, com isso, contribuindo para desestimular o investimento em novas usinas.

À parte a alternativa de se reajustar o preço da gasolina doméstica, uma outra forma de aumentar a faixa de rentabilidade do etanol hidratado seria por meio da redução da carga tributária em sua produção. Isso pode ser feito pela redução de impostos, tanto na etapa agrícola quanto na industrial, ou pelo aumento da diferença de incidência de impostos ao longo da cadeia de comercialização em relação à gasolina, como é o caso da Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico (Cide).

Ademais, incentivos tributários também podem colaborar para minimizar o investimento requerido em novas usinas. Conforme ilustra a Tabela 11, a carga tributária no investimento em uma nova unidade processadora de cana-de-açúcar pode chegar a até 20% do total investido. Como se vê, ainda que não se consiga alterar o ICMS em razão da dificuldade de coordenação entre os diversos estados produtores de etanol, a desoneração dos impostos federais (PIS, Cofins e IPI) representa um espaço de quase 12% de redução da necessidade de investimento em novas usinas.

¹⁹ Para mais detalhes, sobre o BNDES Prorenova, ver: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/prorenova.html>.

Tabela 11 | Impostos incidentes sobre investimentos em uma unidade de 4 milhões de toneladas*

Imposto	Alíquota %	Recolhimento (em R\$ milhões)	Imposto relativo total %
ICMS	8,80	77,44	8,80
PIS	1,65	14,52	1,65
Cofins	7,60	66,88	7,60
IPI (sobre produtos)	5,00	29,33	3,33
ISS (sobre serviços)	5,00	12,57	1,43
Total		200,74	22,81

Fonte: Dedini.

* O investimento estimado para uma planta de 4 milhões de toneladas é de R\$ 880 milhões; para o cálculo dos impostos, foi considerado faturamento de 70% com os produtos industrializados e de 30% com a prestação de serviços; além disso, os impostos foram calculados com base em seus respectivos tetos, sem considerar eventuais incentivos fiscais.

Além da ampliação da faixa de rentabilidade, outro fator que pode colaborar para melhorar a atratividade econômica do etanol hidratado é a maior previsibilidade para o produtor, tanto com relação a preços quanto ao volume de demanda.

Para o primeiro caso, é preciso estabelecer mecanismos que ajudem a conter a volatilidade e a melhorar a previsibilidade da formação de preços do etanol hidratado. Assim, é oportuno que, de um lado, se torne permanente o Programa de Apoio ao Setor Sucroalcooleiro (PASS) e que, de outro, os contratos futuros de comercialização de etanol sejam aprimorados e consequentemente ganhem maior liquidez.

Já no que se refere à previsão de demanda por etanol, seria útil a criação de um ambiente de contratação de longo prazo entre distribuidoras e usinas, em que houvesse predefinição de volumes de etanol a serem comercializados. Tal sistema, que possui similares utilizados com sucesso nos leilões de biodiesel e de energia elétrica, proporcionaria maior capacidade de planejamento de produção pelas usinas e, sobretudo, evitaria riscos de desabastecimento de combustíveis.

Inovação tecnológica

No início do Programa Brasileiro de Álcool (Proálcool), a produtividade das usinas brasileiras girava em torno de três mil litros de etanol por hectare

de cana colhido. Cerca de quarenta anos depois, fruto de evoluções tecnológicas industriais e, sobretudo, agrônômicas, a produtividade chegou a quase sete mil litros por hectare. Tal evolução levou o etanol de cana brasileiro a ser considerado o biocombustível mais competitivo do mundo.

Contudo, ganhos adicionais de produtividade exigem esforços cada vez mais intensos, principalmente pela dificuldade de aumentar a eficiência de extração e conversão da sacarose da cana em etanol [CGEE (2007)].

É de fundamental importância, portanto, o desenvolvimento de novas rotas de conversão que sejam capazes não somente de realizar o aproveitamento integral da cana, incluindo o bagaço e a palha, como também de obter novos produtos derivados da biomassa canavieira, tais como: diesel, butanol, químicos etc.

Essa foi a principal razão pela qual as diretorias do BNDES e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) assinaram acordo de cooperação para operacionalizar o Programa de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial nos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), lançado em 17 de março de 2011, que tem como objetivo principal fomentar investimentos de empresas sediadas no Brasil no desenvolvimento de sistemas industriais para produção de etanol celulósico e novos produtos obtidos diretamente da biomassa da cana.²⁰

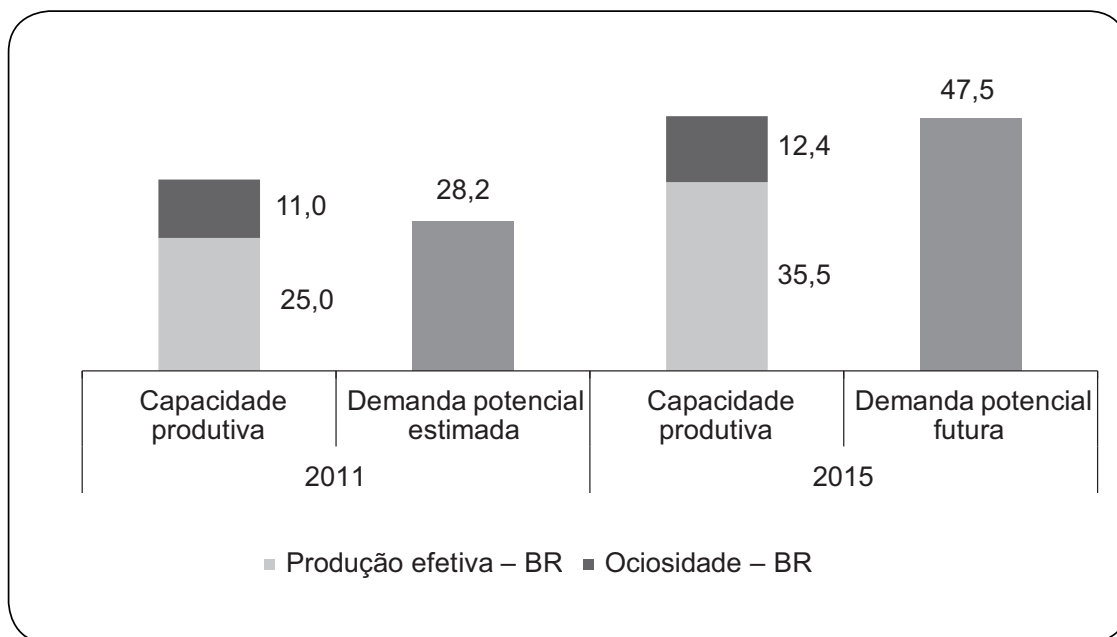
Conclusão

Este artigo procurou, por meio de uma pesquisa de campo com os principais grupos do setor sucroenergético, estimar o crescimento planejado da oferta de etanol até 2015 e, com base nele, avaliar o déficit potencial da produção nesse período.

É possível concluir pelo Gráfico 7 que o plano de crescimento do setor é insuficiente para atender plenamente à demanda potencial por etanol e que o déficit de produção acumulado no período 2011-2015 deverá atingir cerca de 32 bilhões de litros. A situação mais grave deverá ocorrer em 2015, quando a demanda potencial por etanol ficará próxima ao máximo de capacidade instalada no setor.

²⁰ Para mais detalhes sobre o PAISS, ver: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atacao/Industria/paiss/paiss.html>.

Gráfico 7 | Capacidade produtiva estimada e demanda potencial futura (bilhões de litros) – 2011 e 2015¹



Fonte: BNDES.

¹ As diferenças entre as taxas de ociosidade do Gráfico 7 e as taxas da Tabela 4 devem-se às premissas aqui utilizadas. Enquanto a Tabela 4 se baseia apenas nas informações fornecidas pelas empresas da amostra, o Gráfico 7 estima que 75% do crescimento da capacidade produtiva e da produção efetiva nacionais virá das empresas da amostra; o restante deverá ser adicionado pelas empresas que não fizeram parte da pesquisa.

Esse cenário exigiria a maximização da produção de etanol em detrimento da fabricação de outros produtos, como o açúcar, situação pouco provável dada a remuneração limitada do etanol hidratado. Além disso, o crescimento da oferta de etanol também se mostra concentrado, pois é muito dependente de apenas três grandes grupos sucroenergéticos.

Nesse contexto, não pode ser descartado um cenário de dificuldade de oferta de combustíveis líquidos no Brasil no período analisado, seja em razão da insuficiência de produção doméstica de etanol, seja pela necessidade de se ter que aumentar a importação de gasolina, cuja capacidade de produção doméstica já se encontra plenamente utilizada, seja ainda por conta da extinção da tarifa norte-americana sobre a importação de etanol brasileiro.

Por outro lado, esse cenário também deve ser interpretado como uma excelente janela de oportunidade para investimentos. Conforme este trabalho estimou, o investimento necessário para atender a demanda potencial de forma plena pode chegar a R\$ 85 bilhões. Tal inversão, além de cumprir

o papel de fornecimento energético ao Brasil, também seria decisiva para dinamizar setores importantes, como o de fornecimento de bens de capital industriais e agrícolas.

Portanto, de forma a garantir que, de um lado, o etanol continue representando parcela importante da matriz nacional de combustíveis e, de outro, que o Brasil cumpra um papel relevante no comércio internacional de etanol, é necessária a criação de mecanismos, tais como os discutidos neste artigo, que acelerem o crescimento do setor sucroenergético de forma a permitir um padrão de expansão ainda mais intenso do que o verificado recentemente.

Referências

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE (2020).

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. *Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis*, nº 17, jan. 2011.

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.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Janeiro 2010 – Dezembro 2010*. Mai. de 2011.

NYKO, D.; MILANEZ, A. Y. O Setor Sucroalcooleiro em 2009. Área Industrial. *Informe Setorial*, nº 17, abr. de 2010.

VALOR1000. 1000 maiores empresas. Ano 11, nº 11, ago. de 2011.

_____. 1000 maiores empresas. Ano 10, nº 10, ago. de 2010.

_____. 1000 maiores empresas. Ano 9, nº 9, ago. de 2009.

_____. 1000 maiores empresas. Ano 8, nº 8, ago. de 2008.

Sites consultados

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – <www.anfavea.com.br>.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – <www.anp.gov.br>.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – <www.cepea.esalq.usp.br>.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA – <www.ctcanavieira.com.br>.

DEDINI S.A. INDÚSTRIAS DE BASE – <www.dedini.com.br>.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – <www.mdic.gov.br>.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – <www.unica.com.br>.

Os dirigíveis e o Brasil: eterna promessa ou caso concreto?

Sérgio Bittencourt Varella Gomes
Márcio Nobre Migon*

Resumo

Os dirigíveis são frequentemente lembrados para fazer frente a vazios logísticos, como a Amazônia e o Centro-Oeste brasileiro. Para além das aplicações logísticas, o dirigível poderia ser utilizado no patrulhamento de fronteiras terrestres e marítimas, em segurança pública e na garantia da lei e da ordem, na vigilância e sensoriamento remoto, no turismo e na publicidade. O presente artigo pretende rever o uso de dirigíveis no país; lançar um olhar sobre estudos passados que propuseram seu uso intensivo como modal de transporte em vazios logísticos; avaliar estes e outros usos em que a tecnologia do “mais-leve-que-o-ar” poderia trazer vantagens operacionais, financeiras, econômicas e socioambientais em comparação com outros modais de transporte; propor uma metodologia de análise para

* Respectivamente, gerente do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior e PhD em Dinâmica de Voo de Dirigíveis – Cranfield, Inglaterra e chefe do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior e mestre em Engenharia de Produção pela Coppe/UFRJ. Os autores agradecem a colaboração de Vanessa de Sá Queiroz, administradora do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior e mestre em Gestão Empresarial pela FGV/Ebape na revisão do artigo.

avaliação dessa proposta; e, por fim, refletir sobre a necessidade de apoio governamental no financiamento aos projetos.

Introdução

Vastas porções do território brasileiro são caracterizadas modernamente pelo termo “vazio logístico”. Isso quer dizer que, nessas regiões, a produção, o armazenamento e a distribuição de bens e produtos, assim como a circulação de pessoas (passageiros), sofrem com a precariedade ou mesmo a inexistência de meios adequados para sua movimentação e com a impossibilidade de geração de riqueza daí decorrente. Extensas porções da Amazônia e partes da região Centro-Oeste são comumente consideradas vazios logísticos. De forma mais ampla, tal denominação também se aplica ao norte do Canadá, ao Alasca e a boa parte da África subsaariana, da Sibéria e da Austrália (*Australian outback*).

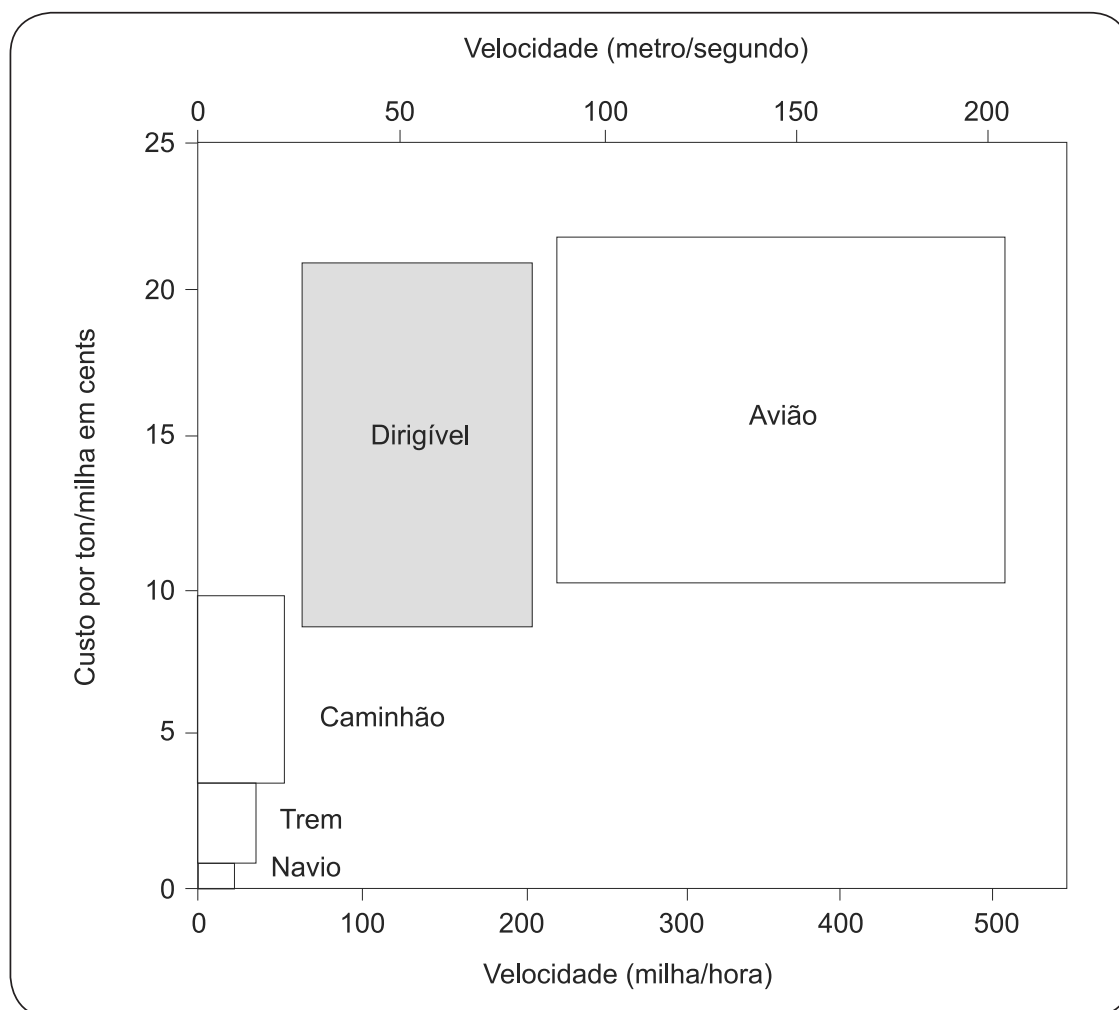
Entre as soluções frequentemente lembradas para fazer frente aos vazios logísticos, encontra-se o dirigível, cujos custos por tonelada x milha (Gráfico1) se situam entre os do caminhão e os do avião, e que poderia atuar em um nicho apropriado para alavancar o desenvolvimento de regiões com vazios logísticos. Por três motivos principais: a pequena ou mesmo inexistente infraestrutura terrestre exigida para sua operação (prescinde de “aeroportos”), o baixo custo operacional resultante do reduzido consumo de combustível (modal de transporte com alta eficiência energética) e o fato de que a atmosfera terrestre “é o único meio que ‘visita’ todos os domicílios do mundo”, nas palavras do pioneiro de engenharia aeronáutica inglês Sir George Cayley (1773-1857).

No caso do Brasil, para além de aplicações logísticas, o dirigível poderia encontrar diversos outros usos: patrulhamento de fronteiras terrestres e marítimas; segurança pública e garantia da lei e da ordem; vigilância e sensoriamento remoto; turismo; e publicidade.

O presente artigo pretende rever brevemente o uso de dirigíveis no país, lançar um olhar sobre estudos passados que propuseram seu uso intensivo como modal de transporte em vazios logísticos e avaliar este e outros usos em que a tecnologia do “mais-leve-que-o-ar” poderia trazer vantagens operacionais, financeiras, econômicas e socioambientais. O esboço de uma metodologia de análise também é proposta, de forma a se tentar sedimentar

melhor os mecanismos de avaliação que permitirão responder adequadamente à pergunta do título. O artigo baseia-se em alguns pontos já abordados em ocasião anterior [Gomes (1997)], mas os amplia e atualiza, à luz do ocorrido nos últimos 14 anos.

Gráfico 1 | Custos relativos por tonelada x milha transportada, estimados para os vários modais de transporte na década de 1970



Fonte: Adaptado de MIT (1975).

O passado: síntese histórica

A ideia de utilizar dirigíveis para o transporte aéreo no Brasil é do tipo que desperta grande interesse por parte de pesquisadores, analistas e do público em geral. Talvez algo semelhante só possa ter paralelo com o que ocorreu nas primeiras décadas do século XX, quando milhares de cidadãos

alemães tornaram-se acionistas da Zeppelin em apoio à empresa que, liderada pelo Conde Zeppelin, logrou sucesso nas primeiras viagens aéreas intercontinentais da história da humanidade (assim como nos primeiros bombardeios aéreos sistemáticos sobre cidades britânicas, ainda na Primeira Guerra Mundial, 1914-1918), utilizando dirigíveis rígidos de grande porte com estruturas metálicas de ligas leves de alumínio, precursoras de todo o desenvolvimento aeronáutico subsequente do século passado.

No Brasil, a explicação para o entusiasmo com o dirigível deve-se, provavelmente, ao pioneirismo de Alberto Santos-Dumont nos subúrbios de Paris há aproximadamente cem anos (1901). Com seu Dirigível nº 6, contornou a Torre Eiffel e retornou a seu ponto de partida, o Campo de St. Cloud (nos trinta minutos regulamentares), feito que é ensinado nas escolas brasileiras. Tal fato serviu para demonstrar a navegabilidade pelo ar: um ser humano saiu de determinado local, voou até outro local previamente designado e retornou à origem em tempo estipulado – em oposição aos balões que, ao ascenderem na atmosfera, são simplesmente levados pelo vento. Isso fez Santos-Dumont ganhar o Prêmio Deutsch, de cem mil francos, em 1901 [Botting (1981)]. O voo no aeroplano 14-Bis só ocorreu em 1906.

Em 1930, as operações regulares do Graf Zeppelin para o Rio de Janeiro (com escala técnica em Recife) foram autorizadas pelo governo brasileiro, vários anos antes que o governo dos Estados Unidos (EUA) desse sua permissão.¹ O governo brasileiro foi além: permitiu e cooperou no estabelecimento de “uma moderna base de dirigíveis, incluindo um hangar gigante, em Santa Cruz, subúrbio do Rio de Janeiro” [Rosendahl (1938)]. A partir de 1931, foram seis anos de operação regular bem-sucedida de dirigíveis Zeppelin entre a Europa e a América do Sul, um feito extraordinário para a época.

O Graf Zeppelin voava diretamente de Frankfurt para Recife, pousava lá para reabastecimento e ressuprimento e prosseguia para o Rio de Janeiro, seu destino final. Do Rio havia conexão, por avião, para Buenos Aires. O Presidente Getúlio Vargas chegou a ser passageiro uma vez, no trecho Recife-Rio. Uma mala postal era içada a bordo enquanto o Graf pairava sobre o aeroporto de Lisboa e depois era repassada para os Correios do Brasil em Recife para distribuição por todo o país. O mastro de atracação em Recife

¹ Da mesma forma como ocorreria, quase cinquenta anos depois, com o início dos voos comerciais da aeronave supersônica de passageiros franco-britânica Concorde.

e o hangar gigante no Rio (atualmente a Base Aérea de Santa Cruz) permanecem hoje como marcos de uma era quase esquecida.

O dirigível Zeppelin Hindenburg, maior e mais avançado que o Graf, foi originalmente projetado e construído para operar entre a Europa e o Brasil. Tal fato é raramente lembrado, em contraste com o terrível e espetacular acidente ocorrido com ele em Lakehurst, Nova Jersey, em 1937, menos de um ano depois seu voo inaugural para o Rio de Janeiro. O Hindenburg havia sido projetado para operar com o gás hélio, que não é inflamável. Os EUA, porém, recusaram-se a fornecê-lo para a Alemanha nazista, com receio de que dirigíveis alemães pudessem ser utilizados para bombardear Nova York. O Hindenburg utilizava, assim, o gás hidrogênio – altamente inflamável – para sua flutuação. A ironia da história é que ele veio a se incendiar justamente sobre o território americano, ao fim de uma pacífica viagem, e encerrou de forma definitiva a era dos grandes dirigíveis para o transporte regular intercontinental de passageiros.

Uma outra aparente ironia da história foi que o hangar de Santa Cruz passou a ser utilizado, durante a Segunda Guerra Mundial, como base para a manutenção dos dirigíveis menores (do tipo *blimp*)² da Marinha dos EUA. Estes foram empregados na patrulha antissubmarina ao longo da costa brasileira, operados por tripulações dos dois países, e com bases operacionais em Recife, Maceió e São Luiz [Althoff (1990)].

As crises do petróleo de 1973 e de 1979

Em consonância com o que ocorria no resto do mundo, o interesse brasileiro em dirigíveis só foi ressuscitado com as crises do petróleo de 1973 e 1979. A primeira delas fez despertar a consciência da necessidade da economia de combustíveis fósseis nos meios de transporte em geral e no transporte aéreo em particular. Houve a emblemática Conferência no Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1974 [MIT (1975)], o estudo clássico da Nasa sobre dirigíveis para o transporte de cargas [Dalton; Huang (1976)] e a primeira Conferência sobre Sistemas de Tecnologia LTA³ do American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA).

² O termo *blimp* refere-se genericamente a dirigíveis não rígidos (os zepelins eram rígidos, com estrutura metálica recoberta de tela e bolsas internas para o gás de flutuação). Os *blimps* mantêm a forma graças à pressurização: a pressão interna do gás é superior à pressão atmosférica externa.

³ LTA: sigla inglesa que designa o veículo ou tecnologia Lighter-than-Air, ou seja, “mais-leve-que-o-ar”, uma vez que o dirigível, assim como os balões, emprega um gás de flutuação que tem essa propriedade.

Já a segunda crise (1979) parece ter gerado um impacto ainda maior: a realização em Paris do Simpósio Internacional sobre Aspectos Econômicos e Tecnológicos do Dirigível Moderno (1979), seguido pela Conferência de Viena (1981), planejada pela United Nations Industrial Development Organization (Unido), braço da Organização das Nações Unidas (ONU), cuja finalidade foi avaliar especificamente o potencial do dirigível para alavancar o crescimento de nações em desenvolvimento.

Uma vez que veículos com a característica requerida – grande capacidade para o transporte de cargas e, talvez mesmo, de pessoas –, em regiões carentes de infraestrutura terrestre, não existiam (como continuam não existindo), o governo canadense optou por patrocinar uma série de pesquisas científicas e de engenharia a respeito da controlabilidade de dirigíveis de grande porte, no Institute for Aerospace Studies da Universidade de Toronto. Os resultados alcançados constituem um conjunto notável de artigos científicos publicados em diversas das já mencionadas Conferências de Sistemas LTA do AIAA. O governo canadense, porém, decidiu não levar adiante a iniciativa, preferindo, segundo se divulgou na época, apoiar a indústria aeronáutica canadense já estabelecida.

Já a agência espacial Nasa, em parceria com a empresa Goodyear – operadora de dirigíveis de publicidade desde a década 1920 –, realizou uma série de estudos sobre aspectos técnicos e econômicos do potencial representado por dirigíveis cargueiros no cenário americano. No Reino Unido, a Airship Industries iniciou, a partir de 1976, a construção de sua série de dirigíveis para publicidade Skyship, com capacidade para levar a bordo até 15 passageiros em voos de *sightseeing* e com quase sessenta metros de comprimento. Por fim, o governo do Peru contratou a Nasa para realizar um estudo sobre o uso de dirigíveis cargueiros na região de Selva Central em 1981 [Mayer (1983)].

O impacto no Brasil

O quadro delineado nas seções anteriores fez o governo brasileiro do fim da década de 1970 e início da de 1980 considerar seriamente a tecnologia LTA. Duas linhas principais de pesquisa foram então lançadas:

- a) Uma investigação sobre o estado da arte da tecnologia LTA no mundo, a qual deveria avançar até a proposição do projeto conceitual do veículo. Esse trabalho foi conduzido pelo então Centro Técnico

Aeroespacial (CTA),⁴ em São José dos Campos (SP), com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). O estudo concluiu pela necessidade do desenvolvimento e da construção de dirigíveis com capacidades para vinte, oitenta e duzentas toneladas de carga, de forma a atender às necessidades dos fluxos de carga nos diversos corredores de tráfego então levantados e mapeados. Tais aeronaves foram designadas respectivamente como VANC-20, VANC-80 e VANC-200.⁵ Em seu relatório final [CTA (1981)], o CTA concluiu que os dirigíveis representavam uma possibilidade técnica atraente para solucionar a falta de sistemas e facilidades de transporte, que prejudicava o desenvolvimento de grandes áreas do interior do país.

- b) Uma investigação com foco nos aspectos econômicos e financeiros advindos da introdução desse novo modal de transporte no cenário brasileiro. Esse trabalho foi conduzido por uma Comissão de Estudos do então Departamento de Aviação Civil (DAC),⁶ no Rio de Janeiro, em parte com recursos do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud). O foco foi a determinação da viabilidade econômica de se utilizar uma frota de dirigíveis, principalmente nas regiões Amazônica e Centro-Oeste. Os VANCs delineados no estudo do CTA seriam empregados no transporte de carga geral, isto é, produção agropecuária, mercadorias, e até algum tráfego de passageiros, em áreas onde outros meios de transporte não existiam ou eram pouco confiáveis. O objetivo final era fornecer um modal confiável no interior de tais áreas (vazios logísticos) e integrá-las com as regiões mais desenvolvidas do país (Sudeste e Sul).

Este segundo, em particular, foi de fato um estudo bastante ambicioso [Brasil (1980a)] e que fez despertar no primeiro autor deste artigo o interesse por dirigíveis. Partiu-se para a modelagem matemática das principais rotas de tráfego cargueiro, reais ou a serem estabelecidas, estimando e realizando projeções dos fluxos anuais em toneladas x quilômetro/ano. Assim, o estudo chegou ao conceito de “corredores operacionais de carga”, segundo o qual os VANCs seriam os veículos responsáveis pela movimentação de parte ou

⁴ Atualmente Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Comando da Aeronáutica, órgão do Ministério da Defesa.

⁵ Sigla de Veículo Aéreo Não Convencional.

⁶ Órgão do então Ministério da Aeronáutica (atual Comando da Aeronáutica), que em 2006 foi extinto e substituído pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac).

de toda a carga lá escoada. Entre os principais “corredores”, quatro foram apontados como sendo de grande importância, a saber: Manaus-Boa Vista, São Paulo-Manaus, São Paulo-Cuiabá e São Paulo-Tucuruí.

Mais de 95% do território nacional está abaixo de 1.500 metros de altitude (dado um determinado volume fixado para o gás de flutuação do dirigível, sua capacidade de carga será maior quanto menos ele precisar ascender na atmosfera), as temperaturas variam entre 7°C e 38°C na média anual para as diversas regiões do país e os ventos atingem normalmente entre cinco e dez nós de velocidade. Não há registros de ocorrência sistemática de nevascas, e as chuvas torrenciais da Região Amazônica são bem conhecidas em termos de duração, horários e locais afetados. Assim, o Brasil se configura território altamente compatível com a operação de aeronaves que utilizem a flutuação aerostática.

Cada um dos quatro corredores principais identificados tem características bastante específicas. A ligação São Paulo-Manaus, por exemplo, pode ser classificada como de longo curso, visto que atinge mais de três mil quilômetros. Até hoje não se dispõe de uma solução de transporte totalmente satisfatória para esse percurso. Pode-se optar pela ligação aérea, com duração de aproximadamente cinco horas e capacidade de transportar de 15 a trinta toneladas, mas que é naturalmente mais cara, ou por uma complicada ligação terrestre (que também não é barata nem rápida) em que as mercadorias vão de barco até Belém (uma viagem que normalmente dura de três a cinco dias e, no sentido inverso, de sete a dez dias, conforme as condições climáticas e a capacidade das embarcações utilizadas) e de lá prosseguem de caminhão até Brasília (ou Goiânia), onde são distribuídas para o resto do país. A rota terrestre alternativa São Paulo-Cuiabá-Porto Velho-Manaus é considerada inferior, pois sofre anualmente com o período de chuvas, gerando estradas intransitáveis ou só permitindo passagem por certos trechos pela navegação fluvial. Como o estado de Mato Grosso ainda comporta áreas de fronteira agrícola, os desafios logísticos desse crescimento não são desprezíveis, especialmente quando se trata da ligação com São Paulo.

A ligação São Paulo-Tucuruí também continua a apresentar desafios, mas diversos dos anteriores, apesar de ser também um longo corredor que abarca expansão de atividades econômicas. Embora já conte com uma navegação fluvial de certa importância e seja atravessada por uma das mais importantes estradas brasileiras – a Belém-Brasília – contém ainda grandes vazios no que tange a estradas secundárias ou vicinais confiáveis.

O estudo tentou identificar, para cada uma das quatro ligações de maior interesse, os tipos e quantidades de mercadorias que seriam transportadas. Isso, no entanto, provou ser um exercício carregado de ambiguidades, por se tratar o Brasil de um país em desenvolvimento. Embora houvesse um mínimo de dados históricos disponíveis, e projeções com base em modelos econométricos pudessem então ser – e foram – produzidas, a experiência prática foi de outra natureza. Uma série de visitas às regiões em questão, complementadas por entrevistas com autoridades locais e com negociantes e empresários, revelou que o fluxo real em toneladas x km em muito excederia aquele projetado matematicamente se um sistema de transporte adequado se tornasse de fato disponível. Porém, a equipe encarregada da pesquisa não introduziu nenhum dado novo ou variável matemática para tentar quantificar essa possível demanda extra não considerada.

Portanto, conscientizando-se de que o mercado de transporte delineado tinha uma natureza muito mais indicativa do que de projeção numericamente robusta, o estudo partiu para tentar estabelecer o que foi chamado de “redes esqueleto” para operações com VANCs, associadas a cada uma das quatro ligações mencionadas. Tais redes seriam compostas novamente de corredores de tráfego, com projeções para a tonelagem a ser transportada anualmente (total e a parcela a ser transportada pelos dirigíveis). Para a ligação São Paulo-Tucuruí, as projeções estão indicadas na Figura 1. A ideia era que as rotas principais fossem atendidas com veículos VANC-80 e VANC-200 e que os VANC-20s atuassem nas rotas menos densas, alimentando as primeiras.

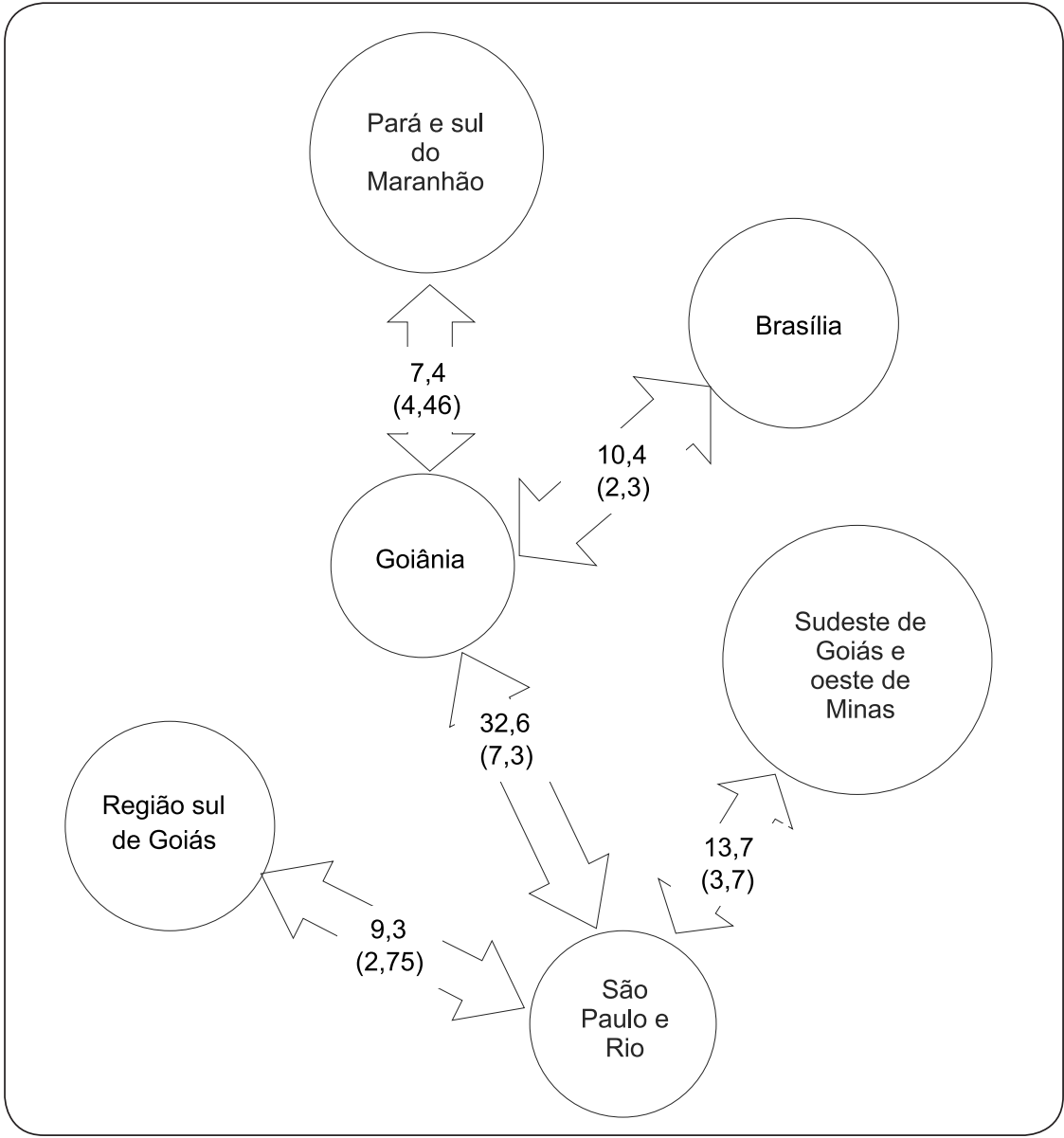
Foi possível, repetindo-se esse processo para as três ligações restantes, obter uma estimativa quanto ao número de dirigíveis requeridos para capturar as fatias de mercado que poderiam ser atendidas por esse tipo de veículo (Tabela 1).

Portanto, uma frota totalizando 329 dirigíveis teria sido capaz de, cinco anos depois da realização daquele estudo, atender a uma demanda bastante conservadora de carga. Isso para as quatro ligações previstas e suas respectivas “redes esqueleto” alimentadoras, alavancando sobremaneira o desenvolvimento do interior brasileiro.

Em uma segunda fase do estudo [Brasil (1980b)], foi feito um esforço concentrado para se tentar determinar os custos totais de implementação do sistema de VANCs acrescidos de seus custos operacionais. Tomando-se, a princípio, a segunda ligação, São Paulo-Manaus, o exercício consistiu em determinar os custos de instalar o sistema de transporte por dirigíveis previsto e, além disso, os custos de manter tal sistema operando por um período de

vinte anos. Indo, porém, mais além do que a maioria dos estudos desse tipo, foi elaborada uma comparação com os custos correspondentes à alternativa representada pelo transporte terrestre: o sistema rodoviário que vai de São Paulo a Cuiabá, prossegue para Porto Velho e chega a Manaus. Embora no início da década de 1980 tal sistema fosse considerado em geral precário, seu elo fraco era o segmento Porto Velho-Manaus, que hoje tem essa dificuldade amenizada em parte pela navegação ao longo do Rio Madeira (requerendo naturalmente o transbordo da carga entre os modais envolvidos).

Figura 1 | Corredor operacional de carga São Paulo-Tucuruí



Fonte: Brasil (1980).

Nota: Fluxos de carga anuais projetados para o ano 2000 (em 1980), em milhões de toneladas (valores em parênteses significam o potencial para os dirigíveis VANC).

Tabela 1 | Frota de dirigíveis (VANCs) requeridas em função da ligação aérea e da carga paga (20, 80 ou 200 toneladas)

Ligação	Frota de VANC-20	Frota de VANC-80	Frota de VANC-200
Manaus-Boa Vista	---	2	---
Manaus-São Paulo	---	---	31
Cuiabá-São Paulo	44	73	24
Tucuruí-São Paulo	48	59	48
Total	92	134	103

Fonte: Brasil (1980a).

Nota: Projeções para o ano de 1985, feitas em 1980.

O estudo conseguiu produzir uma estrutura de custos relativamente bem detalhada para as duas soluções modais, a aérea com dirigíveis e a terrestre rodoviária. Para a segunda, por exemplo, considerou-se o caminhão-padrão em uso no país (Mercedes-Benz L1113/48). Os custos e a duração de cada viagem foram estimados juntamente com custos de capital, construção e manutenção rodoviária etc. Já para o sistema de VANCs, foram calculados os custos de projeto e construção de hangares, *overheads* administrativos etc., juntamente com custos unitários de capital relativos aos veículos aéreos e a sua operação (combustível, tripulação etc.), mas não foram elaboradas estimativas para o esforço de pesquisa e desenvolvimento, que resultaria na disponibilização dos dirigíveis propriamente ditos, a serem projetados, construídos e certificados.

Entre as várias conclusões apresentadas destacava-se a de que o sistema de VANCs demandaria um investimento, ao longo do período de vinte anos, cujo Valor Presente Líquido (VPL) alcançaria US\$ 1,5 bilhão (considerando uma taxa de juros de referência de 15% ao ano). Estima-se que o sistema rodoviário demandaria aproximadamente US\$ 2,3 bilhões, de forma a produzir o mesmo nível de movimentação de carga no período considerado. A variável representada pelo impacto ambiental não era considerada naquela época. Mas não resta dúvida de que, qualquer que fosse – ou seja – a avaliação feita, provavelmente o meio aéreo sairia vencedor, uma vez que, além de ele não produzir qualquer impacto no solo, é muito mais econômico na emissão de gases do efeito estufa (CO₂ e NO_x) – característica, aliás, na qual o dirigível é absolutamente sem concorrentes.⁷

⁷ Em virtude de só consumir combustível para vencer o arrasto aerodinâmico e a inércia, em contraste com as aeronaves convencionais que, além disso, ainda precisam consumir combustível para gerar sustentação aerodinâmica nas asas.

Muito embora uma análise detalhada do estudo possa revelar inconsistências e uma ou outra hipótese errada em função da falta de dados confiáveis (especialmente no caso de dirigíveis sem similares em existência), há um grande mérito: a proposta de avaliação de sistemas de transporte completos. Ao se proceder dessa forma, o “sistema de dirigíveis” pode ser comparado com sistemas de transporte que já existem, mas que são precários e pouco confiáveis, ou com sistemas futuros em fase de concepção. Assim, pode-se chegar a uma decisão mais ponderada/balanceada no que diz respeito a investimentos de tão elevado porte.

Infelizmente, em 1981, depois da conclusão do estudo, o governo brasileiro da época cancelou todas as atividades ligadas ao desenvolvimento de dirigíveis, apesar de ter chegado a considerar o projeto detalhado de um sistema-piloto de transporte por VANCs, com custo de desenvolvimento estimado em US\$ 6 milhões. Muito embora houvesse, na época, especulações de que o cancelamento se deveria ao fato de que o Orçamento da União não teria capacidade para apoiar, simultaneamente, a então nascente indústria aeronáutica brasileira e os dirigíveis, o fato é que estes – ou, antes, sistemas de transporte baseados nestes – só se viabilizariam em uma concepção inteiramente nova e original em relação à logística desenvolvimentista para o interior do país. Mesmo para o Brasil de então, ainda no chamado “período autoritário”, o leque de políticas públicas que seria requerido, além da coordenação em sua implementação, estava muito provavelmente acima da capacidade disponível.

Uma oportunidade de reavaliação

O simples cancelamento das iniciativas ligadas ao desenvolvimento de dirigíveis no país não fez com que os problemas, para os quais tais tipos de veículos poderiam representar uma solução, também desaparecessem. Assim, ao longo da década de 1980, a Comissão de Estudos do DAC continuou a investigar o tema, com recursos aportados pelo PNUD. Isso permitiu trazer consultores europeus para a realização de seminários e o desenvolvimento de estudos de viabilidade adicionais, modelando o transporte de diversos tipos de carga ao longo de corredores selecionados, gerando um acervo bastante relevante de documentos naquela instituição [sucédida pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac)].

Em dezembro de 1994, o DAC organizou um seminário sobre dirigíveis em sua sede no Rio de Janeiro, ao qual compareceram empresários e

representantes de diversos órgãos governamentais e até de fabricantes de dirigíveis [Airship (1995)]. O evento quase coincidiu com a data do início da operação de um dirigível de publicidade Lightship A60+ no Rio, provavelmente a primeira operação comercial desse tipo de aeronave nos céus da cidade desde os tempos dos zepelins.

O interesse assim gerado em 1994 provocou a ocorrência de um evento bem maior em Brasília, em novembro de 1995. Na sede do Ministério dos Transportes foram reunidos representantes de oito ministérios, empresários de diversos setores da economia, acadêmicos e pesquisadores do tema [Airship (1996)].

A participação nesse tipo de evento (no Brasil e, ocasionalmente, no exterior) conduz à constatação de que o potencial de emprego da tecnologia dos dirigíveis (LTA) no Brasil, em aplicações comerciais, parece ser bem maior do que foi vislumbrado na década de 1980. Embora o uso essencial para os dirigíveis tenha ficado na esfera dos voos de publicidade e de turismo ao longo das três últimas décadas em todo o mundo e não tenham faltado propostas e projetos para dirigíveis cargueiros, os seminários citados tiveram um denominador comum, que foi gerar pedidos de pesquisa e investigação científica para o emprego de dirigíveis nas seguintes aplicações, entre outras:

- a) Transporte de toras de madeira: pedido de investigação feito por representantes de empresas dedicadas à extração de madeira em áreas de manejo florestal. O uso de helicópteros é considerado caro demais, e os meios puramente terrestres são lentos, propícios a acidentes e, ainda, dependem de estradas geralmente precárias ou não confiáveis. Em 2008, a Boeing lançou o projeto do Skyhook JHL-40, sob encomenda de uma empresa canadense de mesmo nome, que resultaria em um dirigível capaz de levar até quarenta toneladas de madeira (ou grandes cargas indivisíveis em geral) como carga externa, em percursos de até duzentas milhas, mas não se conhecem desenvolvimentos concretos desse projeto (ver AirshipHangar.com).
- b) Vigilância radar e monitoramento ambiental: pedido de investigação feito por consultores independentes, ligados à área ambiental. Embora tais tarefas possam ser desempenhadas por um conjunto de aeronaves existentes, até mesmo os R99 fabricados pela Embraer (utilizando a plataforma do jato regional ERJ-145) e entregues à FAB no âmbito do Projeto Sivam (Sistema de Vigilância da Amazônia),

um dirigível que viesse a ser desenvolvido para tal função teria um custo de aquisição e operação muito inferior, permitindo seu uso mais amiúde por entidades da sociedade civil (ex: ONGs) e outros órgãos de governo, como aqueles afeitos à fiscalização ambiental, à proteção de áreas indígenas, ao combate a atividades ilegais etc.

- c) Logística nas fronteiras e apoio médico: pedido de investigação feito por representantes das Forças Armadas. Seriam aplicados principalmente para as áreas englobadas pelo Projeto Calha Norte, na fronteira norte do país. O incentivo aqui é a possibilidade de apoio logístico pesado, pelo meio aéreo, sem a necessidade de se contar com infraestrutura terrestre significativa. Tal interesse veio a gerar uma linha de pesquisa dentro da Escola de Comando e Estado Maior do Exército (Ecemar), produzindo-se afinal uma monografia que contou com a colaboração do primeiro autor [Silva (2004)].
- d) Patrulha oceânica: pedido de investigação feito por representantes das Forças Armadas. O ensejo aqui foi retomar a função já desempenhada pelos dirigíveis *blimps* da Marinha dos EUA nos 16 anos subsequentes à Segunda Guerra Mundial, na costa leste desse país. O incentivo seria o custo muito inferior quando comparado ao de navios de patrulha, a velocidade superior à das embarcações, além da autonomia de voo que poderia ser medida em dias em vez de horas, quando comparado ao emprego de aeronaves convencionais. Isso seria especialmente relevante quando se consideram operações não só sobre o mar territorial brasileiro, mas se inclui também a chamada Zona de Exploração Econômica (ZEE).
- e) Voos turísticos: pedido de investigação feito por representantes desse setor. Esse foi um uso consagrado pelos dirigíveis Skyship, que, em determinados períodos das décadas de 1980 e 1990, propiciavam voos de *sightseeing* sobre cidades tão diversas quanto Tóquio, São Francisco, Paris, Londres e Sidnei. Mais recentemente, voos desse tipo têm sido realizados por dirigíveis Zeppelin NT-07 sobre o Lago Constância no sul da Alemanha (fronteira com a Suíça e a Áustria) e sobre Londres. Conjugando-se sempre as tarifas cobradas aos passageiros com a publicidade nas laterais do dirigível, esse tipo de operação pode tornar-se um negócio lucrativo para regiões de

beleza espetacular, como o Pantanal, partes da Bacia Amazônica, Cataratas do Iguaçu etc. Os principais aspectos envolvidos, assim como um modelo econômico-financeiro de avaliação e tomada de decisão, foram incorporados em dissertação de mestrado do IME [Sandoval (2004)].⁸

O século XXI

Apesar de todo o entusiasmo despertado pela tecnologia do dirigível, no Brasil e no mundo, na década de 1980, conforme mencionado nas seções anteriores, não houve o surgimento de nenhum novo veículo desse tipo que pudesse causar mudanças profundas nesse nicho da engenharia aeronáutica. Em vez disso, o que ocorreu foi um contínuo desenvolvimento tecnológico que ajudou a trazer a tecnologia LTA para o estado da arte atual e, em alguns casos, levá-la além.

A primeira metade da década de 1990 viu o desenvolvimento do dirigível anglo-americano Sentinel 1000,⁹ uma verdadeira plataforma tecnológica para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de várias aplicações. Entre estas, estão os comandos de voo com acionamento por fibras óticas (tecnologia *fly-by-light*) e o aperfeiçoamento de propulsores vetoráveis, ou seja, que podem ser direcionados ao longo de amplos arcos de círculo, atribuindo grande manobrabilidade ao veículo. Tal desenvolvimento foi patrocinado pela agência Darpa¹⁰ de pesquisas militares do governo dos EUA.

Já a segunda metade da década de 1990 assistiu ao desenvolvimento do dirigível alemão Zeppelin NT-07, patrocinado pela fundação originalmente fundada pelo Conde Zeppelin e ligada à empresa ZF de Friederichshafen. O NT-07 permitiu o desenvolvimento de novos materiais estruturais mais adequados a veículos desse tipo, assim como levou a controlabilidade dos dirigíveis a seu ponto máximo. Por essa razão, as equipes de terra, que normalmente requeriam dez a 15 pessoas para as operações de atracação e desatracação do mastro, foram reduzidas a apenas três (no tempo do Graf Zeppelin, chegavam a ser necessárias até duzentas pessoas no solo).

⁸ O autor Sérgio Bittencourt Varella Gomes colaborou com a dissertação de mestrado de Sandoval (2004).

⁹ O autor Sérgio Bittencourt Varella Gomes participou do projeto de construção.

¹⁰ Sigla de Defense Advanced Research Projects Agency, que financiava também estudos acadêmicos. Fruto desta pesquisa foi a tese de PhD em Dinâmica de Voo, apresentada por Sérgio B. Varella Gomes à College of Aeronautics de Cranfield University, Inglaterra, em 1990, e que foi em parte custeada por esse programa e o restante pelo CNPq [Gomes (1990)].

No Brasil, o desenvolvimento mais notável ocorreu na parte da tecnologia dos sistemas diretores e gerenciadores de voo para dirigíveis, em função de longa pesquisa – iniciada ainda na década de 1990 – conduzida pelo Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, órgão do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, localizado em Campinas (SP). Seu projeto Aurora resultou em um dirigível robótico (não pilotado) autônomo, o primeiro no mundo a alcançar esse estágio [Gomes (2010)].

O caso CargoLifter

O maior projeto de dirigíveis dos últimos vinte anos foi o do CargoLifter. Lançado na Alemanha, em 1996, era voltado exclusivamente para o transporte de carga com a utilização da tecnologia do dirigível. A origem do projeto foi um estudo, realizado em 1994 e 1995 com a Associação Alemã de Fabricantes de Máquinas e Equipamentos (VDMA), sobre a capacidade de transporte de grandes itens, ou seja, equipamentos com massa superior a cem toneladas, ou com mais de 25 m de comprimento, ou ainda com mais de 4 m de diâmetro. O estudo visava determinar a competitividade da indústria de máquinas alemã em um contexto de globalização e em que o tamanho e o peso dos equipamentos estão aumentando, os custos de transporte subindo e os processos logísticos ficando cada vez mais complexos.

Uma base de dados de trezentos casos de transporte realizados com tal tipo de “grande item”, utilizando-se os melhores meios de transporte disponíveis em cada caso, revelou um custo total unitário de aproximadamente US\$ 37,5 milhões, considerável impacto ambiental em termos da energia consumida e velocidade média durante o percurso origem-destino de apenas 8 km/h. Este último resultado serviu para embasar um dos motivos que levaria ao surgimento do Projeto CargoLifter: independentemente do custo do transporte de um grande item, o fato de ele levar um tempo excessivo para chegar a seu destino, principalmente quando grandes distâncias estão em jogo, e a relevância do impacto sobre o retorno dos investimentos realizados. A logística é assim um de seus principais gargalos nessa cadeia de valor [CargoLifter AG (2001)].

A essa conclusão do estudo juntou-se uma outra, mais familiar aos países em desenvolvimento: o fato de haver frequentemente pouca, nenhuma ou inadequada infraestrutura terrestre de transportes em áreas que deverão receber os grandes itens industriais, normalmente produzidos a grande dis-

tância dali, até em outros países ou continentes. Em diversas situações já enfrentadas por industriais alemães, chegou-se ao cancelamento do negócio por falta de viabilidade técnica no transporte requerido.

O nascimento do Projeto CargoLifter resultou, assim, da constatação de que somente a utilização de uma outra tecnologia de meio de transporte poderia solucionar tais problemas: a tecnologia do “mais-leve-que-o-ar”. E mais, de que a essa tecnologia aeronáutica deveria ser agregada e adaptada àquela essencialmente mecânica dos guindastes e gruas de precisão de forma a atingir o objetivo oficialmente traçado: ser capaz de pegar uma carga paga – por exemplo componentes de uma planta geradora de energia – de 160 toneladas na fábrica onde foi produzida, transportá-la pelo ar até o outro lado do mundo superando incontáveis obstáculos, e depositá-la em um sítio que tem apenas as fundações para recebê-la e localiza-se em uma região remota [CargoLifter (2001)].

O perfil operacional traçado para o dirigível CargoLifter (vide a configuração básica na Figura 2) foi definido como sendo o de um veículo capaz de:

- a) ter uma capacidade de carga paga de até 160 toneladas;
- b) ter um alcance (distância voada origem-destino) de dez mil quilômetros;
- c) ter uma velocidade de cruzeiro de até 135 km/h; e
- d) voar, em regime de cruzeiro, a uma altitude de dois mil metros.

Para efeitos de comparação, note-se que o Boeing 747 (“Jumbo”) mede aproximadamente 69 metros (comprimento), levando uma carga paga de aproximadamente cem toneladas (porém com uma velocidade de cruzeiro de novecentos km/h). Já o Zeppelin Hindenburg apresentava 240 metros de comprimento (e apenas trinta metros de diâmetro) e levava uma carga paga máxima de quarenta toneladas, com ambas as aeronaves – B747 e Hindenburg – tendo alcance da mesma ordem de grandeza do CL160 (Quadro 1 e Figura 2).

O grande apelo ecológico, na medida em que pretendia vir a se constituir um sistema de transporte importante, era resumido na afirmação de que este guindaste voador global requer aproximadamente um metro cúbico de gás hélio para levantar cada quilograma transportado, ao passo que aeronaves convencionais a jato queimam um quilograma de combustível para cada quilograma transportado, por exemplo, entre a Europa e a Ásia

[CargoLifter (2001)]. Caso fosse fabricado, o CargoLifter teria sido a maior aeronave construída.

Quadro 1 | Dados de projeto do dirigível de carga CL 160

Volume de gás de flutuação (hélio):	550.000 m ³	Velocidade máxima:	135 km/h
Carga paga:	até 160 toneladas	Velocidade de cruzeiro:	80-100 km/h
Dimensões da carga paga:	até 50 m x 8 m x 8 m	Alcance máximo:	10.000 km
Comprimento do dirigível:	260 m	Diâmetro máximo:	65 m
Altura máxima (cauda):	78 m	Preço de venda:	US\$ 75 milhões
Potência máxima nominal (grupo motopropulsor):	9.330 kW (12.500 HP)	Consumo de combustível (100 km/h a 2.000 m de altitude):	4,5 l/km

Fonte: Extraído e adaptado de www.cargolifter.com.

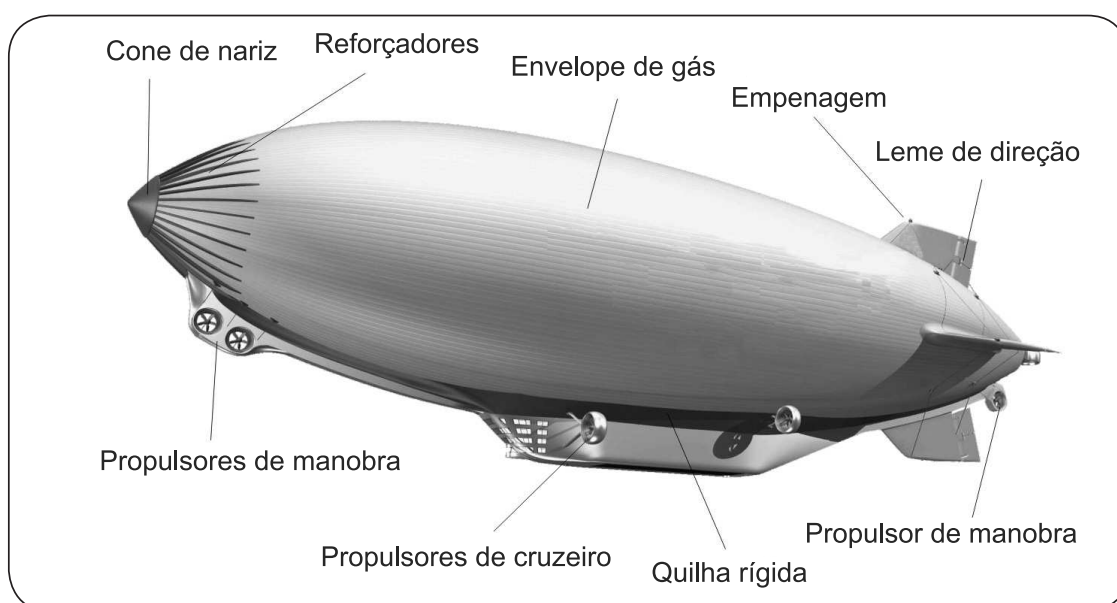
No Brasil, chegou a ser constituída uma empresa especificamente para ser operadora de CL160 em rotas do Mercosul.

O Projeto CargoLifter foi descontinuado por falta de recursos financeiros, em 2002, mesmo depois de levantar mais de US\$ 600 milhões com seus acionistas, com a emissão pública de ações na Bolsa de Frankfurt, e receber um pacote de incentivos fiscais e creditícios da municipalidade de Brand, localizada sessenta quilômetros a sudoeste de Berlim. Deixou como legado o maior prédio em volume do mundo, que foi o hangar construído para a futura fabricação do CL160, que consumiu US\$ 90 milhões, além de extenso acervo técnico do desenvolvimento realizado. A empresa chegou a adquirir um dirigível Skyship-600 para treinamento de pessoal e a construir o CL70, um balão esférico para levantar setenta toneladas de carga estática, que poderia então ser rebocada por helicóptero. O CL70 foi oferecido para Petrobras para o trabalho de construção do gasoduto Coari-Manaus, mas, com a falência da CargoLifter, tal iniciativa foi descontinuada.

A falência da CargoLifter deixou lições importantes para o setor de projetos aeronáuticos de grande porte. Entre outras, destaca-se seu *funding* ter sido obtido quase exclusivamente por emissão de ações ordinárias em bolsas de valores, com capital pulverizado entre os investidores, sem bloco de controle (regras do Novo Mercado). Isso é absolutamente inédito no mundo

da construção aeronáutica, ainda mais por se tratar de uma empresa *start-up* e, portanto, sem tradição no ramo. Mas, embora tenha conseguido levantar mais de US\$ 600 milhões entre 1997 e 2002, o valor final requerido, dado o porte do projeto, era claramente superior a isso, uma vez que, ainda em 2001, estava em curso um contínuo esforço de captação de recursos, via emissões de ações em bolsa. No entanto, esse processo cessou repentinamente no fim de 2001, o que foi atribuído na época à retração global de investimentos a risco na esteira do chamado “estouro da bolha” da internet, conjugada com a retração adicional de investimentos em indústria aeronáutica em geral motivada pelas consequências dos eventos trágicos de 11 de setembro de 2001. Em longo depoimento por escrito, o ex-presidente da empresa cita um amplo leque de desafios que não foram adequadamente enfrentados, que iam da reduzida equipe de engenharia disponível a, até mesmo, tentativas de malversação de recursos [Gablenz (2004)].

Figura 2 | Concepção do dirigível CargoLifter CL 160



Fonte: Elaboração própria, com base em imagem cedida pela CargoLifter.

A proposta do dirigível híbrido

Atualmente, e até onde é possível determinar, não há programas de desenvolvimento de dirigíveis para transporte aéreo civil no mundo. Em curso, há alguns programas militares e apenas um projeto conceitual para

dirigível de carga, baseado na experiência operacional obtida com o dirigível híbrido P791 (protótipo demonstrador desenvolvido originalmente para um programa militar já descontinuado). As mais relevantes dessas iniciativas em curso estão resumidas no Quadro 2.

Quadro 2 | Quadro-resumo das principais iniciativas em projetos de dirigíveis na atualidade

Dirigível	M1400 (Blue Devil 2)	LEMV*	SkyTug
Fabricante	MAV6	Northrop Grumman/ Hybrid Air Vehicles	Lockheed Martin
Cliente	Força Aérea dos EUA	Exército dos EUA	Em prospecção
Valor do contrato	US\$ 80 milhões	US\$ 517 milhões	—
Missão	Vigilância	Vigilância	Carga
Sustentação	Flutuação aerostática	Aerodinâmica e flutuação aerostática	Aerodinâmica e flutuação aerostática
Comprimento	113 m	92,1 m	76,2 m
Volume da carga paga	46,6 m ³	76,5 m ³	1.920 m ³
Carga paga	1.134 kg a 3.402 kg	1.589 kg	50 t
Velocidade para vigilância & observação	—	30 nós	20 nós
Velocidade de cruzeiro	—	80 nós	80 nós
Teto de serviço	20 mil pés	> 22 mil pés	20 mil pés
Potência elétrica	120 KVA	16 KVA	—
Autonomia de voo	3 a 6 dias	> 21 dias	5 a 7 dias
<i>Status</i>	Entrega do protótipo em fev. 2012	Entrega do protótipo no início de 2012	Projeto conceitual com base no dirigível híbrido P791

Fonte: Adaptado de Flightglobal (2011), com dados de Nayler (2011).

* Sigla de Long Endurance Multi-intelligence Vehicle, que significa veículo de longa autonomia para missões de inteligência múltipla.

Constata-se que, mesmo com os vultosos investimentos sendo realizados, os desenvolvimentos em curso não têm ainda assegurada a fase pós-protótipos. No entanto, eles trazem importantes indicações sobre o estado da arte da tecnologia aeronáutica aplicada a dirigíveis, a saber:

- a) Na primeira coluna do Quadro 2, trata-se de um dirigível do tipo *blimp* convencional, em que o interesse é utilizar longa autonomia de voo (medida em dias), possível apenas em veículos com flutuação aerostática (LTA), para desenvolver os sensores de vigilância e observação. É, essencialmente, uma plataforma de vigilância e sensoramento.
- b) Nas demais colunas, emprega-se o conceito de dirigível híbrido, ou seja, são veículos que fazem uso da flutuação aerostática tradicional, propiciada pelo gás mais leve que o ar (hélio), e da sustentação aerodinâmica para se elevarem e deslocarem na atmosfera. A sustentação aerodinâmica é gerada graças ao formato especial do casco, que funciona parcialmente como asa, e depende da velocidade atingida e do ângulo de incidência comandado para o veículo em relação ao escoamento do ar em torno do veículo.

Dos pontos de vista econômico e de engenharia aeronáutica, o desenvolvimento do dirigível híbrido reveste-se de grande importância pelos seguintes motivos:

- a) O aspecto híbrido refere-se à característica de que, nesse tipo de dirigível, entre 35 e 50% da força de sustentação (que mantém o veículo em voo) provém da aerodinâmica do veículo, que para isso tem seu casco desenhado no formato de um aerofólio. O restante da sustentação é de natureza aerostática, fornecida por gás mais leve que o ar (hélio), como nos dirigíveis tradicionais e balões em geral. Com isso, estima-se que, para um dado volume fixado de gás, pode haver até o triplo de volume de carga paga [Nayler (2011)]. Dessa forma, um dirigível sendo projetado para transportar determinada carga paga seria menor, e, portanto, mais barato, que outro que seguisse os cânones históricos com 100% da sustentação sendo de origem aerostática.
- b) A outra inovação presente na concepção híbrida é a utilização da tecnologia do *hovercraft* na parte inferior do casco, que gera um colchão de ar com duas finalidades: permitir o pouso e o deslocamento suave da aeronave sobre superfícies tão diversas quanto água, grama ou concreto; e, nas operações de carga e descarga, invertendo-se o fluxo de ar, permitir que o veículo atinja elevada aderência ao solo, mesmo na presença de ventos. Com isso, dispensa-se o mastro de

atracação dos dirigíveis tradicionais, e o pessoal de terra requerido para a operação de atracação. A independência assim lograda de infraestrutura terrestre passa a constituir um grande apelo mercadológico do dirigível híbrido.

- c) Ainda mais além na linha de independência da infraestrutura terrestre, a concepção híbrida dispensaria a necessidade de relastrear o dirigível, com água, por exemplo, toda vez que sua carga paga fosse descarregada, como ocorre nos dirigíveis tradicionais. Grosso modo, no dirigível híbrido a sustentação aerodinâmica (que pode ser modulada pelos comandos de voo) é a responsável por fazer frente à carga paga, enquanto a sustentação aerostática é a que “levanta” o resto do veículo. Dessa forma, o desembarque da carga paga não implica a necessidade de repor sua massa com lastro, como ocorre nos dirigíveis convencionais.

A combinação dessas duas últimas características da concepção híbrida possibilita que esse tipo de dirigível opere em praticamente qualquer tipo de terreno, sem a necessidade de preparação prévia ou da instalação de equipamentos de lastro e de torres de atracação. Precisa-se assim apenas de áreas desimpedidas e, em um raio de poucas centenas de metros do local de pouso, da ausência de obstáculos tais como colinas, prédios ou cercas. Para os grandes vazios logísticos do planeta, isso tem um apelo considerável.

É provável que esse seja um dos motivos pelo qual, dos três projetos indicados no Quadro 2, dois incorporam a concepção híbrida. Na verdade, essa concepção já se materializou no dirigível protótipo P791, que voou pela primeira vez em janeiro de 2006 [Airship (2006)] e foi construído com recursos próprios pela empresa Lockheed Martin, na esteira do Projeto Walrus (posteriormente cancelado), de logística militar, patrocinado pela Agência de Pesquisa de Projetos Avançados de Defesa (Defense Advanced Research Projects Agency – Darpa). Com a experiência obtida, a Lockheed Martin propõe atualmente o SkyTug para cinquenta toneladas de carga paga.

Já o outro projeto, do consórcio de empresas Northrop Grumman e Hybrid Air Vehicles (Figura 3), embora patrocinado pelo Exército dos EUA e voltado para fins de vigilância e observação, não perde de vista o mercado civil. O gestor do projeto chegou a declarar que:

se forem removidos os sensores e os tanques de combustível especiais para a longa autonomia de voo [de 22 dias], o mesmo veículo poderia transportar 20 toneladas de carga sofrendo modificações mínimas. Os dirigíveis não são para todas as tarefas, mas existem oportunidades para as quais eles são apropriados: tudo se resume na questão econômica [Warwick (2010)].

Figura 3 | Concepção de dirigível híbrido proposta pela Hybrid AirVehicles



Foto cedida por Hybrid Air Vehicle Ltd.

A iniciativa canadense

Tais desenvolvimentos não escaparam à atenção de países que parecem ter deficiências de cobertura logística, semelhantes ao Brasil, ainda que por outros motivos. Parece ser o caso do Canadá em sua região norte, em sua parte ocidental (região do Rio Yukon) e do Alasca. A iniciativa do Professor Barry Prentice da Universidade de Manitoba, denominada “ISO Polar – Airships to the Artic”,¹¹ visa atrair a atenção de investidores para o

¹¹ Ver <www.isopolar.ca>.

potencial mercado representado pelas atuais deficiências e precariedades logísticas daquela parte do país. A ideia é que o interesse assim gerado possa alavancar os investimentos necessários para se construir dirigíveis cargueiros de grande porte. Seria possível implantar-se, dessa forma, todo um inédito sistema logístico para atender as populações nativas, assim como as atividades de exploração e produção de petróleo e gás que lá se desenvolvem [Spectrum (2011)].

Apesar dessa iniciativa e dos estudos realizados, o governo canadense ainda não foi sensibilizado a aportar recursos para os desenvolvimentos pretendidos. Contudo, o fato de o mercado ter sido apontado e, até certo ponto, dimensionado, poderá servir de indutor de investimentos quando os projetos de dirigíveis relacionados no Quadro 2 atingirem a fase pós-protótipos e a tecnologia, especialmente a da concepção híbrida, estiver adequadamente demonstrada e consolidada.

A questão do financiamento

Em vista do quadro atual dos projetos de dirigível no mundo, uma questão central é como um projeto dessa natureza poderia ser financiado no que tange às fases de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), construção do protótipo, testes e ensaios de certificação e posterior industrialização para a fabricação em série. Como qualquer novo projeto aeronáutico, seu período de maturação é relativamente longo, da ordem de quatro a cinco anos, até que as primeiras unidades sejam comercializadas e comece o período de recuperação do investimento efetuado. Além disso, o valor de tal investimento poderá alcançar algumas centenas de milhões de dólares ou reais, dependendo do porte do veículo pretendido, do período requerido para a fase de P&D, das inovações que ele venha a incorporar e das facilidades fiscais e creditícias (valor e custo médio de capital) que o empreendimento venha a atrair.

Para o mercado privado de crédito é provável que os riscos percebidos ainda sejam altos demais, independentemente das lições aprendidas com o caso CargoLifter. Assim, algum tipo de participação governamental será provavelmente necessário, de forma a mitigar os riscos e passar, aos investidores privados, um sinal do comprometimento do governo com o sucesso do projeto. Tal participação poderá assumir diversas formas conhecidas, tais como o financiamento para o deslanche do projeto (conhecido no meio

aeronáutico como *launch aid*),¹² a garantia de um certo número de compras governamentais, a participação acionária minoritária, o fornecimento de bolsas e recursos não reembolsáveis para atividades de P&D etc.

De qualquer forma, uma análise cuidadosa dos riscos envolvidos será provavelmente o papel central da análise. O Quadro 3 contém uma amostra dos principais riscos mapeados, do ponto de vista dos investidores financeiros no projeto de um novo dirigível.

Quadro 3 | Principais riscos inerentes a um projeto de construção e comercialização de dirigíveis de grande porte para transporte de carga

Natureza do risco	Tipo	Mitigantes
Técnico	- <i>Performance</i> - Segurança - Ambiental	(a) Use tecnologias e materiais já testados (b) Utilize reputados fornecedores/operadores (c) Verifique a conformidade com requisitos ambientais internacionais
Desenvolvimento & Construção (pré-entregas das aeronaves)	- Estouro do orçamento - Atrasos - Problemas técnicos	(a) Exija contratos com preço fixo e <i>turnkey</i> (b) Imponha garantias/penalidades/bônus (c) Mantenha as especificações do projeto fixas (d) Utilize fornecedores sólidos
Operações (já na fase de entregas das aeronaves)	- Projeções das receitas - Custos operacionais - Geração de receitas - Falhas de gestão - Infraestrutura	(a) Procure obter contratos de compra e venda sólidos (b) Avalie o mercado e a concorrência (c) Garanta a disponibilidade dos equipamentos, gás etc. (d) Procure lidar com operadores sólidos (e) Obtenha garantias de <i>performance</i> (f) Garanta a disponibilidade de infraestrutura
Regulação (política)	- Estabilidade regulatória - Força maior - Tributação	(a) Garanta a conformidade com regulamentos e licenciamentos (b) Providencie seguro para o investimento (c) Obtenha apoio de IFIs* para operações em mercados emergentes (d) Revise o planejamento tributário

Continua

¹² Utilizado rotineiramente pela Airbus, no âmbito do apoio oficial da União Europeia a cada novo projeto de aeronave. É reembolsável, mas com taxa de juros moderada e prazo de pagamento elástico, dependendo do sucesso das vendas.

Continuação

Natureza do risco	Tipo	Mitigantes
Estruturação financeira	- Razão dívida/capital próprio - Retorno sobre o capital (ROC)	(a) Revise detalhadamente o fluxo de caixa (b) Atenda às expectativas de ROC dos investidores: 15%-30%?
Financeiro	- Risco das receitas - Disponibilidade de <i>funding</i> - Taxas de juros	(a) Projeções de fluxo de caixa sólidas (b) Receitas em moedas fortes (c) Índices aceitáveis de cobertura do serviço da dívida e de taxa interna de retorno (TIR) (d) Aporte de capital próprio antes da dívida (e) Contas de reserva e <i>escrow</i> (fiduciária) para o serviço da dívida (f) Imposição de restrições ao pagamento de dividendos (g) Credores farão empréstimos sindicalizados (h) Seguro ou derivativos financeiros (i) Provisão de <i>funding</i> de reserva (<i>standby</i>)
Legal	-Jurisdição legal -Documentação	(a) Contrate advogados com grande experiência

Fonte: Adaptado de Blaiklock (2000).

* *International financial institutions*, tais como o FMI, Banco Mundial, BID etc.

Conclusão

A utilização de dirigíveis no Brasil teve início com o transporte de passageiros (zepelins), prosseguiu com os *blimps* navais antissubmarinos na Segunda Guerra Mundial e chegou aos tempos recentes na forma de veículos de mídia para a publicidade. A Secretaria de Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro empregou um *blimp* tripulado e equipado com diversos tipos de sensores pelo período de alguns meses no fim de 2002 com algum sucesso.¹³

¹³ Conhecido na época como o “dirigível da Benedita”, em referência ao nome da então governadora, destacou-se na captura de notório criminoso, conhecido como “Elias Maluco”, em razão de sua capacidade de vigilância noturna contínua (16 horas/dia) sobre áreas utilizadas como esconderijo nos morros cariocas.

Hoje em dia, antevê-se um amplo leque de aplicações em função das características e especificidades do país. Assim, em aditamento aos cenários delineados para a utilização de dirigíveis no Brasil, é importante que se adicione um aspecto complementar: trata-se da “essencialidade” da tecnologia LTA que permeia as aplicações vislumbradas. Isso significa que a maior parte dessas tarefas não apresenta outras opções técnicas para sua consecução, ao menos com os resultados equivalentes para custos e/ou desempenho técnico-operacional propiciados pela tecnologia LTA, o que não é surpreendente em vista de cada país emergente ter necessidades específicas em relação ao desafio do desenvolvimento, requerendo a proposição de soluções dedicadas/específicas.

Apesar dos riscos inerentes a todo projeto inovador baseado em novos padrões tecnológicos e do recente insucesso da CargoLifter, há grande vantagem na utilização de dirigíveis como modal de transporte: a capacidade de transportar cargas volumosas (de até duzentas toneladas) a um custo menor que o do transporte aéreo convencional e com mais rapidez que o transporte rodoviário, alcançando pontos em locais de difícil acesso, sem necessidade de infraestruturas terrestres específicas, e, sobretudo, com baixo impacto ambiental.

Com isso, chega-se ao ponto central da questão levantada no título do presente artigo, a respeito da utilização de dirigíveis no Brasil: o fato de tal modal ser proposto não para concorrer com outro(s) existente(s), e sim para atuar em nichos ainda não preenchidos. O caso dos chamados ‘vazios logísticos’ no território nacional, já apontados, são a demonstração clara de tal possibilidade de emprego da tecnologia dos dirigíveis.

Um típico exemplo para corroborar tal conclusão encontra-se no mercado de carga geral, aqui considerado de importância central para o Brasil. Em um estudo levado a cabo há quase quarenta anos [Coughlin (1973)], tentou-se estimar se haveria um nicho de mercado para dirigíveis cargueiros no Reino Unido. O ponto de partida foram os sistemas de transporte já existentes e bem desenvolvidos na época, compreendendo o transporte aéreo, o rodoviário por caminhões, o ferroviário etc. O hipotético sistema LTA dos dirigíveis representava, portanto, um modal adicional e ficou demonstrado que tal alternativa tinha algumas características econômicas atraentes, porém não a ponto de se revestir da ‘essencialidade’ anteriormente mencionada.

No caso do Brasil, como já apontado, dificilmente existe escopo para essas escolhas amplas entre diversos tipos de modais, já implantados ou a implantar. No entanto, para além dos formidáveis desafios financeiros, de governança e técnicos inerentes ao hipotético futuro estabelecimento no país de um novo modal de transporte baseado em dirigíveis, permanece a constatação de que na eventual solução encontrada haverá a participação da tecnologia dos dirigíveis no novo sistema em implantação.

Referências

- AIRSHIP. *Brazilian Technical Seminar 9 December 1994. Report by Dr. Sergio B V Gomes*. In: *AIRSHIP – The Journal of the Airship Association*, Londres, mar. 1995.
- AIRSHIP. *Brazilian Seminar*. In: *AIRSHIP – The Journal of the Airship Association*, Londres, mar. 1996.
- AIRSHIP. Lockheed Martin P-791 Hybrid Air Vehicle (HAV) First Flight. In: *AIRSHIP – The Journal of the Airship Association*, Londres, mar. 2006.
- ALTHOFF, W. F. *SkyShips – A history of the Airship in the United States Navy*. New York: Orion Books, 1990.
- BLAIKLOCK, T. M. Airship Financing – What are the issues? – Where is the finance?. In: *Proceedings of the 3rd International Airship Convention and Exhibition*, Paper G-1, Friedrichshafen: The Airship Association, 2000.
- BRASIL. Ministério da Aeronáutica. *Análise do mercado para veículos aéreos não convencionais – Projeto Dirigível – Relatório Final*. Rio de Janeiro: Departamento de Aviação Civil (DAC), Comissão de Estudos e Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica (Cecia), 1980a.
- _____. *Análise do mercado para veículos aéreos não convencionais – Estudo comparativo de custos & Estudo de caso*. Rio de Janeiro: Departamento de Aviação Civil (DAC), Comissão de Estudos e Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica (Cecia), 1980b.
- BOTTING, D. *et al. The giant Airships*. Alexandria-Virginia: Time-Life Books, 1981.
- CARGOLIFTER AG, B. *The power of zero gravity*. Apresentação feita ao BNDES. Rio de Janeiro, fev. 2001.

COUGHLIN, S. *An Appraisal of Rigid Airship in the UK Freight Market*. Cranfield: Cranfield University, mar. 1973.

CTA. *Projeto de pesquisa sobre balões dirigíveis – relatório final*. Convênio Finep/M. Aer-CTA529/CT. São José dos Campos: CTA, dez. 1981.

DALTON, C.; HUANG, C. J. Cargo transportation by Airships: A Systems Study. In: *NASA Contractor Report CR-2636*, Washington: NASA, mai. 1976.

GABLENZ, C. V. If I had my time over again. In: *Airship – The Journal of the Airship Association*, Londres: mar. 2004.

GOMES, S. B. V. *An Investigation of the Flight Dynamics of Airships with Application to the YEZ-2A*. Tese de PhD em Dinâmica de voo. Cranfield: Cranfield University, 1990.

_____. *Airships in Brazil: The past, present & prospects for the future*. Apresentado na AIAA 12th Lighter-than-Air Systems Technology Conference. San Francisco, jun. 3-5, 1997 (AIAA paper n. 97-1432).

_____. Recent Airship Technology Developments in Brazil. In: *Airship – The Journal of the Airship Association*, Londres: mar. 2010.

MAYER, N. J. A Study of Dirigibles for Use in the Peruvian Selva Central Region. In: *Proceedings from the AIAA Lighter-than-Air Systems Technology Conference*, Anaheim, California, jul. 25-27, 1983, (paper # 83-1970).

MIT. *Proceedings of the Interagency Workshop on Lighter-than-Air Vehicles*, MIT Flight Transportation Laboratory, FTL Report R75-2, jan. 1975 (edited by J. F. Vittek Jr.).

NAYLER, A. W. L. SkyCat – The Origin. In: *Airship – The Journal of the Airship Association*, Londres: mar. 2011.

ROSENDAHL, C. E. *What about the airship? – The challenge to the United States*. Nova York: Charles Scribner's Sons, 1938.

SANDOVAL, A. B. *Modelo econômico para viabilização do uso de dirigíveis no transporte turístico*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, F. L. *A Utilização de Dirigíveis na Amazônia: Solução ou Problema?* Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2004.

WARWICK, G. Rise of the Airship. In: *Aviation Week & Space Technology*, v. 172, n. 25, jul. 5, 2010.

GOMES, S. B. V. Exemplo de um moderno *blimp* Sentinel 1000. 1991. 1 foto, color. Coleção particular.

Sites consultados

AIRSHIPHANGAR – www.airshiphangar.com/directory/airship-companies/92-skyhook-international-inc.html>.

ALLPOSTERS – www.allposters.com/-sp/Graf-Zeppelin-Flying-over-Rio-Posters_i5279246_.htm>.

CARGOLIFTER – www.cargolifter.com>.

FLIGHTGLOBAL – www.flightglobal.com/articles/article.aspx?liArticleID=360211&PrinterFriendly=true>. Acesso em: 16 de agosto de 2011.

HYBRIDAIRVEHICLES – www.hybridairvehicles.com/imagegallery.aspx>.

SPECTRUM – www.spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/airships-for-the-21st-century>.

Design estratégico: inovação, diferenciação, agregação de valor e competitividade

Job Rodrigues Teixeira Junior
Paulo Fernandes Montano
João Paulo Martin Faleiros
Hugo Bertha Bastos*

Resumo

Entre os inúmeros fatores que determinam a competitividade geral de uma economia, este artigo traz reflexões sobre um aspecto ainda pouco explorado: o design. O texto procura mostrar que fatores ligados a custos, diferenciação e qualidade podem ser afetados positivamente por investimentos em design, que desse modo ganham um valor estratégico. Associadas a essa questão,

* Respectivamente, gerente, economistas e estagiário do Departamento de Bens de Consumo, Comércio e Serviços da Área Industrial do BNDES (AI-DECOS). Este texto é resultado de um esforço coletivo. Os autores agradecem a todos os colegas das gerências operacionais do AI-DECOS pelas sugestões de empresas que poderiam ser estudadas e pelas contribuições às discussões. A pesquisa não teria sido possível sem a ajuda das empresas, que abriram suas portas e concederam seu tempo aos economistas do BNDES. Lamentavelmente, a necessidade de guardar sigilo sobre os entrevistados impede que os sinceros agradecimentos constem aqui nominalmente. Os autores agradecem ainda à chefe do AI-DECOS, Ana Cristina Rodrigues da Costa, pelos comentários, pelo apoio às iniciativas e pelo bom ambiente de trabalho, e ao ex-chefe do AI-DECOS, Carlos Eduardo Castello Branco, que dedicou parte de sua carreira aos setores aqui estudados e compartilhou com todos sua intuição a respeito da importância do design.

as discussões relativas ao papel do design no âmbito da inovação e as possibilidades de implementação de políticas públicas específicas são também abordadas. O trabalho mostra ainda os resultados de uma pesquisa sobre o modo como o design se apresenta na indústria brasileira. Tal pesquisa foi baseada em uma pequena amostra de empresas médias e grandes dos setores têxtil e de confecções, calçadista e moveleiro e em dados relativos a registros de desenho industrial e a patentes de modelo de utilidade.

Introdução

Competitividade é um tema que sintetiza um amplo conjunto de vetores, envolvendo desde o protecionismo mais duro até as mais abstratas vantagens comparativas. O propósito deste artigo é mostrar que os investimentos em design industrial devem ser incluídos no conjunto de fatores macro ou microeconômicos que ajudam a determinar o grau de competitividade de uma economia, ao lado de outras variáveis importantes, como as oscilações cambiais, o nível das taxas de juros, o grau de capacitação da mão de obra e o comportamento inovador das firmas.

Embora reconhecendo as interseções entre o design e o campo das artes, tal dimensão não se inclui entre os propósitos deste artigo, voltado ao design industrial. Aplicado à produção em massa, o design revela um grande potencial econômico, uma vez que projetar adequadamente um produto pode simplificar detalhes do processo produtivo, eliminando tarefas e facilitando o manuseio, o transporte e a armazenagem de peças e mercadorias. Também pode economizar materiais e viabilizar a substituição de componentes excessivamente caros por outros igualmente eficazes, ou ainda determinar o padrão de qualidade atingido, visto que o conforto, a compatibilidade com o corpo humano e a facilidade de uso dependem de escolhas feitas pelo projetista.

Na disputa pela atenção dos consumidores, a mercadoria vencedora tende a ser a que melhor compreende o complexo universo da moda, dos gostos e da estética. Além disso, o design é um possível indutor do comportamento inovador, pois à medida que uma empresa se torna mais consciente dos desafios que a concepção de um produto impõe, tende a buscar meios cada vez mais complexos de aprimorar sua atuação. Tais considerações exemplificam o tema central deste artigo: o papel do design na determinação da competitividade de uma empresa.

Dada a importância do design, muitos países já despertaram para a pertinência de políticas públicas especificamente direcionadas a essa atividade. O Brasil não é uma exceção, mas oferece espaço para grandes aperfeiçoamentos. Diversas iniciativas já foram tomadas ao longo das últimas décadas no país, como organização de feiras, disponibilização de crédito em melhores condições, realização de estudos e criação de cursos específicos, mas é possível redobrar os esforços, aprimorar as políticas e intensificar o apoio.

No que se refere ao BNDES, este tem apoiado o design de modo crescente nos últimos anos, utilizando-se de várias linhas, programas e produtos, como o Cartão BNDES, o Programa BNDES de Revitalização de Empresas (Revitaliza) e suas linhas de inovação.

O artigo se divide em duas partes. A primeira seção, de natureza mais conceitual, examina o valor do design enquanto variável estratégica. Depois de algumas definições preliminares, as contribuições do design à competitividade e à inovação são estudadas em subseções específicas. Além de buscar referências no Manual de Oslo, no arcabouço institucional ligado ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e na literatura, o texto também se baseou em informações obtidas com empresas que constam na carteira do Departamento de Bens de consumo, Comércio e Serviços da Área Industrial do BNDES (AI-DECOS). A primeira parte se encerra com uma discussão sobre políticas de apoio ao design, em que são apresentadas algumas iniciativas brasileiras e internacionais. Defende-se que a atuação do BNDES nesse campo, que já vem se expandindo, pode ser aprimorada por meio da criação de um programa ou pela ampliação de programas existentes.

A segunda parte, por sua vez, trata da questão do design no Brasil, trazendo os resultados de uma pesquisa realizada no segundo semestre de 2011. O esforço empírico da pesquisa se concentrou nos setores de calçados, móveis, têxteis e confecções, ligados ao AI-DECOS e intensivos em design. Algumas empresas foram visitadas especificamente para que seus profissionais de design revelassem o modo como seu trabalho se desenvolve. Com base nas percepções obtidas nessas visitas, elaborou-se um questionário simplificado que foi aplicado a uma amostra de 23 empresas,¹ tratando de temas como os gastos em design, o depósito de solicitações no INPI e o modo de inserção

¹ Foram obtidas 16 respostas.

do design na estrutura organizacional da empresa. A base de dados do INPI também foi consultada e, no caso dos registros de desenho industrial, foi possível obter subtotaís para os setores estudados. Os resultados revelam um quadro que mistura desafios e boas perspectivas para os investimentos em design.

Na conclusão, defende-se que a maturidade da indústria brasileira em relação ao design encontra-se em posição intermediária: os resultados aqui apresentados mostram que já há iniciativas públicas, mas que há espaço para aperfeiçoamentos; que as empresas já efetuam investimentos significativos em design, mas podem incrementar seus esforços; que o uso de instrumentos que garantem os direitos de propriedade industrial é modesto e carece de mudanças na cultura das empresas; que a competitividade dos setores estudados parte de um histórico favorável, mas encontra-se ameaçada; e que o país vem tomando consciência do valor estratégico do design, embora ainda se trate de um tema relativamente negligenciado.

O valor estratégico do design

Definições

O design ocupou um lugar de grande relevância na história mundial recente, sendo um dos destaques do século XX. Seus conceitos encontraram aplicações diversas e se espalharam por inúmeros ramos da atuação humana, desde as considerações pertinentes ao uso do aço tubular na fabricação de cadeiras às mais abstratas experimentações visuais típicas da *pop art*. Como forma de evitar as confusões conceituais que decorrem da ampla difusão do design na sociedade contemporânea, suas principais aplicações industriais serão resumidas nesta seção.

Este artigo não trata do design enquanto manifestação artística. Embora a produção artesanal de designers de renome se situe entre a arte e a manufatura, posicionando-se no segmento de alto luxo de certos setores tradicionais, como o moveleiro, a análise de tal mercado também não integra o escopo deste texto.

O tema principal do artigo é a importância dos investimentos em design para a produção em massa de bens de consumo como calçados, vestuários e

móveis,² tanto no que se refere aos atributos físicos relacionados à funcionalidade e à qualidade dos produtos quanto no que diz respeito às características estéticas associadas a estratégias de marketing. Desse modo, termos como “design”, “design industrial”, “desenho” e “projeto” serão utilizados alternativamente para denominar um conjunto específico de aspectos relativos ao desenvolvimento de produtos, a ser aqui delimitado.

Até fins do século XIX, o termo design era utilizado para descrever qualquer atividade ligada a projetos, acepção que ainda hoje persiste na língua inglesa. De todo o universo que inclui arquitetura, moda, engenharia, decoração, design de interiores, design gráfico e desenho industrial, o que mais se segregou foi o campo da engenharia: quando um engenheiro detalha as especificações técnicas de turbinas, motores e vigas, os métodos e princípios empregados partem de uma tradição própria, constituindo-se em um ramo do conhecimento à parte. Até meados do século XIX, contudo, quando a complexidade dos produtos se restringia basicamente à mecânica, era comum que um único profissional se envolvesse em todas as etapas do processo de concepção.

Embora os aspectos mais técnicos, em especial os que envolvem inovações ligadas a pesquisas em áreas como química e eletrônica, constituam-se antes em uma outra disciplina, ainda que correlata, do que em um sub-ramo do design industrial, não é correto o entendimento de que este se limita ao campo da estética. Em geral, quando os aspectos mecânicos de um produto se sobressaem, volta-se à situação do século XIX, com profissionais de desenho industrial podendo responder pela totalidade de um projeto. Uma definição apropriada lembra que o design industrial “tenta corrigir as omissões da engenharia, dando forma e ordem visual ao hardware”.³ Nessa definição, se insere o respeito às dimensões, às respostas instintivas e às necessidades emocionais dos usuários.

Os aspectos estéticos, por sua vez, não podem ser vistos como algo de menor importância. Em alguns setores, são eles que têm o maior valor estratégico, uma vez que embalagens, moda e segmentação cultural são

² Os exemplos são inúmeros. Uma lista restrita a bens de consumo incluiria itens como automóveis, bicicletas, geladeiras, fogões, panelas, talheres, copos, varais, pregadores, computadores, relógios, canetas, telefones celulares e joias. Tudo que envolve embalagens também diz respeito a design, como remédios, alimentos, bebidas, perfumes e cosméticos. Marcas e logos, por sua vez, fazem com que a economia se envolva ao menos com o design gráfico, por exemplo serviços bancários e de telefonia.

³ Walsh (1996).

fatores determinantes para a decisão de compra, em especial quando se trata de tecnologias maduras. Por seu turno, as questões estéticas são altamente complexas e envolvem investimentos significativos. Um amplo conjunto de conhecimentos, tácitos ou codificados, é empregado na solução de problemas aparentemente simples, como definir a cor que melhor ajustará um produto às preferências de cada tipo de consumidor. Erros relativos a cores e estampas podem condenar um trimestre de vendas, havendo necessidade de monitorar as constantes variações das preferências, o que exige investimentos em prototipagem, pesquisa de tendências e contratação de colaboradores muito específicos, cujas competências se formam com o ensino universitário, a experiência profissional e o talento. Conforme será visto na seção sobre o design no Brasil, os gastos anuais em design⁴ podem ser da ordem de 1,6% da receita operacional bruta de uma empresa.

Neste estudo, considera-se design industrial toda atividade relativa à concepção de um produto, o que inclui as especificações que definem logotipos, embalagens e formatos. Assim definido, o design industrial passa por questões técnicas que dizem respeito à experiência de uso, como conforto, ergonomia e facilidade de manuseio, e também por questões estéticas que se ligam a várias possibilidades de segmentação (idade, gênero e faixa de preço, por exemplo) e à necessidade de redesenhar os produtos de acordo com a evolução dos gostos (*i.e.*, da moda). Conceitualmente, a segregação da engenharia será respeitada,⁵ deixando-se esse tema fora do escopo do artigo.

Design e competitividade

São diversas as maneiras pelas quais investimentos em design podem gerar ganhos de competitividade. Alterações simples no desenho de um objeto podem resultar em reduções de custos, vantagens logísticas e maior valor agregado, seja pelo aumento da qualidade, seja pela diferenciação e melhor adequação aos segmentos de mercado mais relevantes. Esta seção descreve os principais aspectos que podem ser otimizados por uma estrutura

⁴ Já desconsiderados os gastos com P&D, marketing e propaganda. Adverte-se que as fronteiras não são nítidas. Neste texto, em linha com as definições do Manual de Oslo, os gastos em design associados a inovações de produto são incluídos em P&D.

⁵ Um exemplo pode ajudar a definir as fronteiras entre engenharia e design: o design determina que o controle remoto de um aparelho de televisão ajuste-se facilmente à mão do espectador, que seu peso não seja excessivo, que a disposição dos botões seja prática, que seu uso seja intuitivo e que sua aparência seja agradável; a engenharia determina que o aparelho de televisão efetivamente responda aos comandos do usuário.

profissionalizada que se dedique ao desenvolvimento minucioso dos produtos de uma empresa, preferencialmente em conjunto com o planejamento de marketing.

Agregação de valor: a relação entre design e qualidade

Normalmente, a um aumento de qualidade corresponde um acréscimo nos custos, em especial quando se trata de substituir insumos mais simples por componentes sofisticados. No entanto, alguns aspectos podem afetar a qualidade de um produto sem envolver elevação de custos, já que, via de regra, a quantidade de insumos empregados não depende do atendimento a certos princípios gerais do design.

Um objeto deve ser funcional em vários aspectos de sua utilidade. A qualidade de uma cadeira de escritório, por exemplo, pode variar amplamente: a presença de rodas adequadas dispensa que pequenos esforços sejam constantemente despendidos pelo usuário, ajudando a definir o grau de conforto que o produto proporciona; o mesmo princípio se aplica à possibilidade de giro e de reclinção; permitir regulagens relativas à altura do assento e à dos braços é uma forma de atender de modo personalizado às necessidades de um público variado sem abrir mão da produção seriada; a satisfação do consumidor também depende da facilidade com que tais ajustes são operados, bem como da rapidez com que seu modo de funcionamento é compreendido intuitivamente; e o material utilizado em cada componente determina a durabilidade do produto, o conforto do assento e o nível de ruído. Obter bons resultados em todos esses aspectos exige que profissionais especializados sejam contratados e tenham acesso a condições de trabalho que lhes permitam projetar cada detalhe do produto adequadamente.

Para ganhar a preferência dos consumidores, um produto deve respeitar as características do corpo humano. O emprego dos conceitos da Ergonomia no desenvolvimento de uma linha de produtos garante melhor interação entre o usuário e o objeto, evitando lesões e fadiga muscular e proporcionando maior conforto. Além disso, há técnicas antropométricas que permitem que as considerações ergonômicas levem em conta especificidades dos consumidores de determinado país, gênero ou idade. Naturalmente, haverá diferença entre os produtos de uma empresa que inclui tais considerações em seus processos de desenvolvimento e os de outra que simplesmente as ignora.

É inegável que a qualidade de um produto também depende da matéria-prima empregada. Além do apelo estético, o uso de materiais nobres está,

de fato, relacionado a conforto, desempenho e durabilidade. Cabe aos desenvolvedores, contudo, avaliar a relação entre ganho de qualidade e aumento de custo: muitas vezes, o problema se apresenta de maneira inversa, de modo que, dada a faixa de preço a ser respeitada, o profissional é instado a determinar o tipo de material a ser empregado.

A pesquisa e o desenvolvimento de novos materiais vêm avançando muito nas indústrias têxtil e calçadista, principalmente nos segmentos esportivo e de uso técnico. Os chamados tecidos inteligentes, por exemplo, interagem com o corpo humano de diversas formas, atuando na troca de temperatura e na transpiração, liberando bactericidas, evitando os efeitos dos raios ultravioletas ou contendo propriedades antichamas. No setor calçadista, por sua vez, há modelos para a prática esportiva que empregam materiais mais leves, contam com sistemas de amortecimento, têm solados e travas que auxiliam o movimento, permitem melhor respiração dos pés e inibem a proliferação de fungos e bactérias. Todo esse avanço tecnológico alia desenvolvimento científico a pesquisas em design.

Marketing: a relação entre design e diferenciação

Em alguns mercados, vantagens de custo ou mesmo de qualidade são elementos secundários na determinação da competitividade. Muitas vezes, os produtos, para serem escolhidos pelos consumidores, antes de tudo devem ser atraentes e construir uma identidade, conectando-se com seu público-alvo. Há circunstâncias em que, para obter certas características imateriais, uma expressiva parte dos consumidores se mostra disposta a pagar um pouco mais e a se conformar com um nível de conforto mais baixo.

Em setores da economia mais ligados à moda, esse esforço se mostra recorrente e demanda investimentos elevados. Para manter seus produtos atraentes, as empresas devem acompanhar as tendências cíclicas e temporais, geralmente ligadas às estações do ano e às complexas dinâmicas culturais que regem os gostos e as preferências. Enquanto um engenheiro se baseia em parâmetros tabelados ao definir a composição de uma construção, um estilista conta apenas com sua intuição inata, suas pesquisas constantes e suas viagens a outros centros, lançando-se em um processo de tentativas e erros, experimentações e esboços, que envolve conhecimentos não codificados e subjetivos. A meta é desenhar um produto vencedor, ou seja, um produto que, disposto ao lado das alternativas disponíveis no mercado, seja escolhido pelo consumidor.

Além de acompanhar as variações da moda, é preciso adequar cada produto às especificidades do segmento de mercado ao qual ele se destina: dado um público-alvo bem definido, certas apostas se mostram mais promissoras do que outras. Nesse aspecto, a criação e a gestão de marcas fazem parte do processo de desenvolvimento de produtos diferenciados, funcionais, esteticamente atraentes e alinhados às tendências da moda no processo de fortalecimento da competitividade. É por meio da marca que os consumidores registram cada experiência de compra, o que permite que seu consumo futuro se direcione rapidamente ao fornecedor que se revelou capaz de atender a suas preferências.

Tais esforços envolvem investimentos expressivos, exigem planejamento e só fazem sentido quando os benefícios superam os custos e são reconhecidos pelo mercado, ou seja, podem se refletir nos preços cobrados. Sem profissionalização e planejamento técnico, portanto, o design improvisado e meramente instintivo pode levar a inúmeras ineficiências.

Logística e produção: a relação entre design e custos

Um projeto tecnicamente correto pode reduzir custos de diversas maneiras, que vão desde a economia de materiais até vantagens logísticas, passando por ganhos de escala e pela otimização do processo produtivo.

Cabe à equipe de desenho industrial otimizar o emprego dos materiais. Por exemplo, uma estante pode ser incorretamente fabricada com matérias-primas excessivamente resistentes, dotando-lhe de uma capacidade de carga desnecessária e encarecendo o produto inutilmente.

Outro modo de gerar economia por meio do design é a padronização dos componentes. Ao conceber um produto em módulos, um projeto pode proporcionar ganhos de escala: em vez de desenhar um móvel com vários tipos de portas, por exemplo, um projeto mais padronizado permite a fabricação de um único tipo de porta, ganhando-se escala.

A inclusão de certos adornos, o formato dos componentes e o número de operações necessárias à conclusão de um processo industrial são exemplos de variáveis afetadas pelo desenho. Se aspectos desse tipo forem considerados durante a elaboração do projeto, diversas fontes de ineficiência podem ser eliminadas, uma vez que a circulação na linha de montagem e o fluxo de trabalho dos operários podem ser facilitados, a proporção de erros pode ser reduzida e a geração de sobras e resíduos pode ser minimizada.

A redução de custos também pode ser alcançada caso o projeto leve a uma simplificação do transporte das mercadorias. A possibilidade de desmontar, dobrar, empilhar ou ao menos embalar de modo prático e seguro facilita o transporte, permite que maiores quantidades ocupem menores espaços, agiliza o manuseio e reduz quebras e desperdícios, garantindo que uma quantidade maior de produtos chegue aos pontos de venda por meio de uma frota menor, apenas pelo ganho de velocidade no manuseio, melhor aproveitamento dos espaços de caminhões e contêineres e redução do percentual de perdas.

Esta seção resumiu algumas das contribuições à competitividade que o design pode oferecer, ao afetar custos, qualidade e diferenciação. Foi mostrado que os investimentos em design se incluem no conjunto de variáveis estratégicas capazes de definir o desempenho de empresas e setores. Não se trata de um esforço isolado, sendo importante integrar design, marketing e inovação.

Design e inovação

Considera-se que o desenvolvimento econômico de um país passe pelo desempenho inovador de suas empresas. Essa hipótese ultrapassou o campo puramente acadêmico em fins da década de 1980, ganhando espaço de destaque no debate sobre política industrial. Quando se trata de propor políticas de apoio à inovação, contudo, torna-se necessário dar contornos mais exatos à definição do que seja um projeto inovador, dado que a implementação de políticas públicas exige intervenções concretas que, ao contrário da investigação científica, não são capazes de conviver com o caráter subjetivo que o tema às vezes apresenta.

Não há consenso quanto à inclusão de todos os tipos de investimentos em design no rol das iniciativas inovadoras: enquanto abordagens mais amplas⁶ defendem que qualquer alteração pode representar uma inovação, bastando para isso que haja um nítido propósito competitivo, outras visões procuram estabelecer critérios mais rigorosos. Embora esse debate não esteja entre os focos deste artigo, esta seção examina de modo preliminar a relação entre design e inovação, baseando-se nos conceitos do Manual de Oslo e nas modalidades de proteção à propriedade intelectual existentes

⁶ Em Stoneman (2010), por exemplo, explora-se o conceito de *soft innovation*, adotado pelo National Endowment for Science, Technology and the Arts (NESTA), Reino Unido.

no INPI, para mostrar que a tendência geral aponta para o entendimento de que investimentos em design guardam uma estreita relação com o comportamento inovador.

Embora os estudos sobre progresso técnico perpassem toda a história do pensamento econômico, foi sobretudo a partir da década de 1980 que a economia da inovação começou a se firmar como um sub-ramo das ciências econômicas. O incremento da produção acadêmica sobre esse tema fez a necessidade de se gerarem estatísticas confiáveis, comparáveis internacionalmente e conceitualmente coerentes, mobilizar pesquisadores de vários centros. O Manual de Oslo, cuja primeira edição foi publicada em 1992, é um dos principais resultados desse processo. Trata-se de um documento da OCDE,⁷ atualmente em sua terceira edição, que oferece orientações gerais sobre a geração de dados estatísticos sobre inovação. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) procura basear sua série de pesquisas industriais de inovação tecnológica (Pintec) em tais orientações.

Por ser um dos documentos mais difundidos sobre o tema, o Manual de Oslo também cumpre um papel no debate conceitual sobre inovação. Não se trata de um material elaborado por um restrito grupo de pesquisadores, mas de uma construção coletiva de certa representatividade, de modo que suas definições são indicativas da formação de consensos mínimos. Por isso, as evoluções conceituais observadas no decorrer de suas três edições (1992, 1997 e 2005) podem ser úteis à análise do tema aqui explorado, em especial porque as principais alterações envolveram a questão do design.

As duas primeiras edições concentram-se nas inovações tecnológicas de produtos e processos (inovações TPP). A edição de 1997 introduziu discussões sobre inovações em serviços, embora tenha deixado as inovações organizacionais e de marketing para anexos ou seções complementares. O trecho a seguir ilustra o entendimento que caracteriza a segunda edição:

(...) a inovação tecnológica de produto, conforme definida neste Manual, exclui mudanças em produtos que dêem apenas maior satisfação ao cliente, em grande parte subjetiva e baseada em gosto pessoal e julgamento estético e/ou derivada do desejo de estar na moda, e/ou que sejam compradas principalmente por influência do marketing. Contudo, como tais mudanças são extremamente importantes em certas indústrias e envolvem as mesmas

⁷ Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

características da inovação TPP (desenho, marketing, etc.), ou características similares, elas foram identificadas separadamente sob o título de “outras melhorias criativas de produtos [OCDE (2004), p. 21].

Esse entendimento não foi mantido. Ao lado de outras modificações, a terceira edição (2005) traz explicitamente o conceito de inovação de marketing já em seus capítulos introdutórios, quando enumera, lado a lado, os quatro tipos de inovação considerados, conforme mostra o seguinte trecho:

Uma empresa pode realizar vários tipos de mudanças em seus métodos de trabalho, seu uso de fatores de produção e os tipos de resultados que aumentam sua produtividade e/ou seu desempenho comercial. O Manual define quatro tipos de inovações que encerram um amplo conjunto de mudanças nas atividades das empresas: inovações de produto, inovações de processo, inovações organizacionais e inovações de marketing [OCDE (2007), p. 23].

Portanto, marketing e métodos organizacionais passam a constar no corpo principal do documento. O trecho a seguir, por sua vez, mostra que a definição proposta para inovação de marketing faz referência direta ao design estético:

As inovações de marketing envolvem a implementação de novos métodos de marketing, incluindo mudanças no design do produto e na embalagem, na promoção do produto e sua colocação, e em métodos de estabelecimento de preços de bens e de serviços [OCDE (2007), p. 23].

Mais adiante, o Manual de Oslo apresenta suas definições para o termo:

O termo design do produto, usado na definição das inovações de marketing, refere-se à forma e à aparência dos produtos e não a suas especificações técnicas ou outras características funcionais (...)

(...) Todas as atividades de design para o desenvolvimento e a implementação das inovações de produto (incluindo o trabalho na forma e na aparência) e das inovações de processo devem ser incluídas na rubrica P&D ou em outras preparações para as inovações de produto ou de processo.

O trabalho relacionado a mudanças no design do produto que configuram inovações de marketing (e não inovações de produto, isto é, quando as características funcionais ou os usos previstos do produto em questão não foram significativamente melhorados) deve ser incluído em preparações para inovações de marketing [OCDE (2007), p. 111].

O exame das três edições do Manual de Oslo indica uma percepção crescente de que alterações baseadas em design, ainda que meramente estéticas, cumprem importante papel econômico e, de fato, devem ser estudadas no âmbito das pesquisas sobre inovação.

As definições utilizadas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), por sua vez, também podem contribuir para a discussão sobre o caráter inovador do design.

O amplo campo da propriedade intelectual pode ser dividido em dois grandes grupos: direitos autorais (mais associados ao campo das artes) e propriedade industrial. No Brasil, o INPI é o responsável pela parte ligada à propriedade industrial, cujas modalidades de proteção mais tradicionais tratam de marcas e patentes. Nessa divisão entre arte e indústria, é na indústria que o design é situado, havendo para as criações desse campo tipos específicos de instrumentos de proteção à propriedade intelectual.

Criadores podem depositar no INPI dois tipos de pedidos de patentes: patente de invenção (PI) e patente de modelo de utilidade (MU). Quando um novo objeto ou processo é concebido, ele pode merecer a proteção de uma patente de invenção, não importando se a criação dependeu de ações estritamente ligadas a design. Assim, a modalidade PI não é conceitualmente vedada às criações do design, embora atualmente seja raro o surgimento de invenções baseadas principalmente na forma, como foi o caso da hélice, do parafuso ou da caneta de ponta esferográfica. Em geral, patentes de invenção não se aplicam a design. Caso um novo desenho introduza melhorias funcionais a determinado produto, a solicitação de uma patente de modelo de utilidade poderá ser depositada no INPI. Nesse caso, a inovação é atribuída ao design na maioria das vezes.

O design pode gerar um direito de propriedade industrial mesmo quando o novo desenho mantém inalteradas as características funcionais do produto, envolvendo apenas aspectos estritamente ornamentais, de valor meramente estético. Nesse caso, não se trata de depositar um pedido de patente, mas de um registro de desenho industrial (DI). A inclusão dos registros de desenho industrial entre as atribuições do INPI (fora, portanto, da esfera dos direitos autorais) denota a percepção de que elementos estéticos têm valor econômico, embora lidem com as mesmas considerações visuais, intuitivas e subjetivas que caracterizam o mundo da arte, concernentes a cores, dimensões, formas e texturas.

É possível identificar uma certa ordenação das categorias PI, MU, DI e marcas, uma vez que as definições vão se distanciando dos elementos mais técnicos e funcionais para se aproximarem de aspectos mais estéticos, chegando-se por fim ao registro de marcas, que sequer existem concretamente, sendo apenas um nome ou uma representação simbólica. O registro de marcas é o último direito de propriedade industrial a ser aqui destacado como fortemente ligado a investimentos em design (o design gráfico, nesse caso), já que concepção de logos é um serviço específico que apoia as várias ocupações de uma equipe de marketing.

O arcabouço conceitual da economia da inovação, portanto, não deixa de abordar a questão do design. O reconhecimento do caráter inovador das iniciativas estritamente ligadas a design, mesmo quando de natureza puramente estética, é crescente, embora o debate permaneça em aberto. Acrescente-se que a literatura enfatiza que a diferença entre inovações e meras invenções reside em sua viabilidade econômica, cabendo destacar que o design é um dos mais importantes elos desse esforço de aprimorar a utilidade, humanizar e dar sentido mercadológico aos inventos. Quando se deixam de lado as preocupações mais teóricas, contudo, e quando se ignoram as discussões semânticas, o valor estratégico do design mostra-se um tema menos polêmico: investir em design significa aprimorar as características de cada produto que é levado ao mercado, buscando excelência e segmentação mais precisa.

Apoio ao design

A análise comparativa das diversas iniciativas de apoio público ao design ultrapassa o escopo deste artigo, já que é um tema merecedor de um estudo à parte. No entanto, a apresentação de algumas iniciativas pode ilustrar o estágio em que esse tema se encontra.

O apoio ao design pode ocorrer de quatro formas principais: organização ou patrocínio a grandes eventos; ações ligadas ao ensino e à pesquisa; proteção à propriedade intelectual; e políticas de indução e apoio ao investimento privado em desenho industrial. A seguir, será resumido o panorama geral desse tipo de política pública, envolvendo experiências estrangeiras e brasileiras. A atuação do BNDES também será abordada.

Experiências internacionais de apoio ao design

A criação de mecanismos de apoio ao design é um fenômeno que vem sendo liderado pela Europa. Em 1944, é fundado no Reino Unido o Council

of Industrial Design, uma iniciativa governamental que, em seus primeiros anos, concentrou-se em temas como educação especializada e organização de eventos, como a exposição Britain Can Make It (1946) e o Festival of Britain (1951). A partir de então, criou-se um Design Centre⁸ (1956), instituiu-se um prêmio, o hoje tradicional Prince Philip Designers Prize (1959), e passou-se a prestar serviços às empresas, como concessão de selos de qualidade e consultorias. A partir de 1959 deu-se início a uma fase mais ligada à tecnologia e ao design de engenharia, com o nome se alterando para Design Council no início da década de 1970. A estratégia britânica priorizou, por meio de campanhas públicas, o desenvolvimento da consciência sobre a importância do bom design, tanto de empresas quanto do público em geral, elevando o nível de exigência dos consumidores ao mesmo tempo em que estimulava os produtores a buscarem a excelência.

O Dansk Design Center,⁹ de Copenhagen, também figura como uma das principais referências mundiais nesse campo. Sua criação, iniciativa do Danish Design Council, ocorreu em 1978. Ao definir sua missão, o centro dinamarquês enfatiza a relação entre design e competitividade, como pode ser observado na descrição encontrada em seu *site* oficial: “O Centro Dinamarquês de Design foi fundado (...) com o propósito de aumentar a competitividade da indústria dinamarquesa por meio de investimentos em design”.¹⁰

Feiras e eventos ocorrem em todo o mundo e vão além dos grandes desfiles de moda, como o Salone Internazionale del Mobile, organizado anualmente na cidade italiana de Milão desde 1961 e referência no setor moveleiro. Iniciativas no campo da educação também contam com ampla difusão, cabendo à Alemanha duas iniciativas históricas que marcaram o design ao longo do século XX: a Bauhaus (1919-33) e a Escola de Ulm (1952-68). Quando crises e tensões políticas levaram ao fechamento da Bauhaus, seus professores e ex-alunos espalharam-se por vários países, com destaque para a iniciativa de László Moholy Nagy de criar uma escola em Chicago (EUA) denominada New Bauhaus, em 1937. Quanto à Escola de Ulm¹¹ – uma tentativa alemã de retomar a tradição da Bauhaus –, sua ampla influência inclui o Brasil, visto que a pioneira criação, em 1962, da Escola Superior de Desenho Industrial

⁸ www.designcouncil.org.uk.

⁹ www.ddc.dk e www.designraadet.dk.

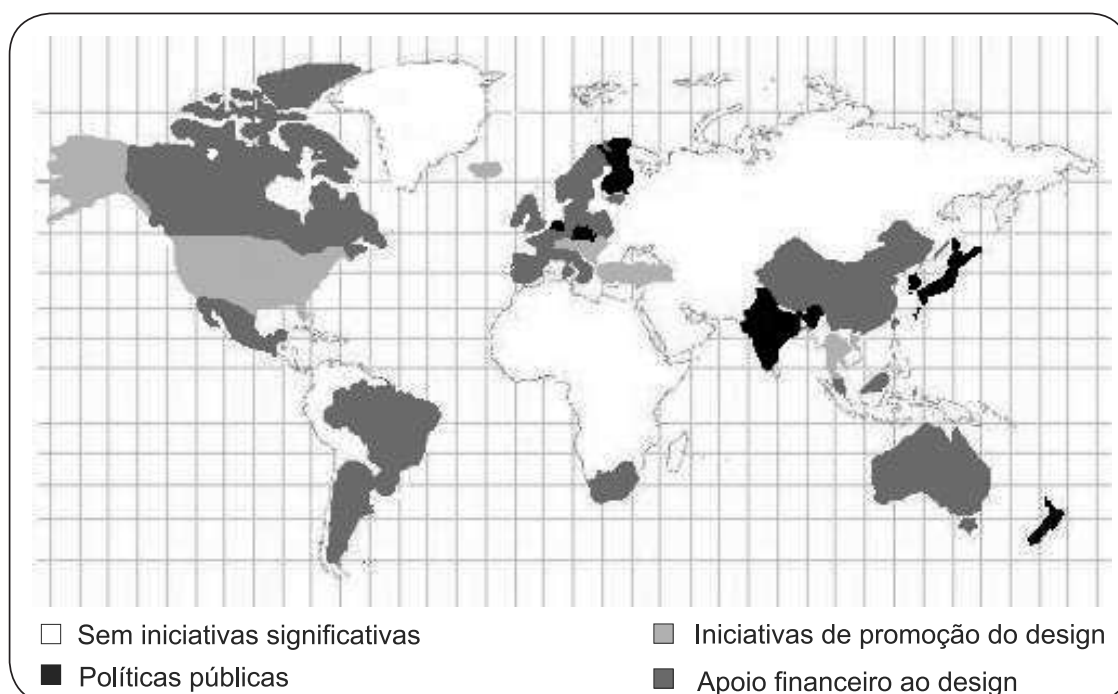
¹⁰ www.ddc.dk.

¹¹ Ulm é uma cidade alemã situada nas proximidades da fronteira tríplice entre Alemanha, França e Suíça.

(Esdi), atualmente incorporada à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), se deu sob sua inspiração.

A Figura 1 mostra a distribuição mundial das iniciativas públicas de apoio ao design. Observa-se que economias menos industrializadas, notadamente na África, na América Latina e na Oceania, não apresentam nenhum tipo de iniciativa significativa. Por outro lado, em grande parte dos países, o design conta com algum tipo de promoção e apoio, embora em apenas alguns casos se chegue à elaboração de políticas institucionalizadas e explícitas (Finlândia, República Tcheca, Holanda, Índia, Coreia do Sul, Japão e Nova Zelândia).

Figura 1 | Panorama mundial do apoio ao design (2010)



Fonte: Disponível em: <www.designcouncil.org.uk/our-work/Insight/2011-Design-Forum/International-Design>.

Há nos EUA uma organização privada, a U.S. National Design Policy Initiative,¹² que se mobiliza para propor uma política federal sobre o tema. Em estágio mais avançado, o Innovation Union da União Europeia organizou sua European Design Innovation Initiative com o objetivo de difundir o design como um indutor da inovação e reforçar seu papel como uma disciplina-chave para trazer ideias para o mercado.

¹² www.designpolicy.org.

Finlândia, Coreia do Sul e Nova Zelândia também têm referências nesse campo, como ilustram a inclusão de questões concernentes a design na Finnish National Innovation Strategy,¹³ lançada pelo governo finlandês em 2008, a atuação dos institutos coreanos Korea Institute of Design Promotion (KIDP, desde 1970) e Seoul Design Foundation,¹⁴ e a formação de um grupo de especialistas com foco em empresas *export-oriented*, denominado Better by Design,¹⁵ instituído pela agência de desenvolvimento da Nova Zelândia.

Noruega (Norsk Designråd), Espanha (Barcelona Centre de Disseny), França (Agence pour la promotion de la création industrielle), Cingapura (Design Singapore Council) e Austrália (Australian Design Alliance) também oferecem exemplos que ajudam a ilustrar o alcance mundial da preocupação com o design.

O apoio ao design no Brasil

Em relação ao desenvolvimento de uma estrutura de apoio ao design, o Brasil apresenta um quadro intermediário. Embora ainda haja espaço para avanços nessa área, o país já conta com iniciativas importantes que vêm experimentando um contínuo processo de aprimoramento.

Em 1995, o governo federal lançou o Programa Brasileiro de Design (PBD).¹⁶ Aglutinando programas já existentes, buscou-se dar destaque ao tema e empreender um esforço de coordenação. O PBD vem sendo mantido em vários ciclos presidenciais, com iniciativas que incluem a organização de três edições da Bienal Brasileira de Design,¹⁷ o lançamento, em 2003, do programa Design & Excellence Brazil (DEBrazil), que dá suporte a empresas brasileiras que concorrem ao IF Design Awards,¹⁸ e a manutenção, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e

¹³ www.tem.fi.

¹⁴ www.seoul.design.or.kr/eng.

¹⁵ www.betterbydesign.org.nz.

¹⁶ Disponível em <www.mdic.gov.br>.

¹⁷ A IV BBD se realizará, em 2012, em Belo Horizonte (MG). As três primeiras ocorreram em São Paulo (2006), Brasília (2008) e Curitiba (2010).

¹⁸ O Industrie Forum Design, sediado em Hannover, concede anualmente, desde 1953, um dos principais prêmios relativos ao design. O IF Design mantém um ranking de excelência em design baseado no histórico recente (últimos três anos) dos seus principais prêmios. As dez primeiras empresas do ranking de 2012, com as respectivas pontuações e nacionalidades, são: Samsung (primeira, 3080, Coreia do Sul), Sony (segunda, 2380, Japão), Philips (terceira, 2200, Holanda), Siemens (quarta, 2160, Alemanha), Apple (quinta, 1520, EUA), Hansgrohe (sexta, 1080, Alemanha), Panasonic (sétima, 1080, Japão), Bosch (oitava, 1080, Alemanha), Qisda (nona, 960, Taiwan) e Asustek Computer (décima, 940, Taiwan). Entre as 100 primeiras empresas do ranking, 45 são da Alemanha, 11 de Taiwan, 9 do Japão, 8 da Coreia do Sul, 5 da China e 5 dos EUA.

o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), da Rede Design Brasil, um portal dedicado ao tema.¹⁹

Em 2009, o MDIC lançou, no âmbito da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), o Sistema Moda Brasil (SMB), um instrumento de articulação entre as cadeias produtivas relacionadas ao setor da moda que congrega associações empresariais e representantes do governo federal.²⁰

Em 2011, dando continuidade ao processo de aprimoramento dos instrumentos de política industrial iniciado em 2003 com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE),²¹ o governo federal lançou o Plano Brasil Maior (PBM). O PBM, a exemplo da PDP, passa pela criação de grupos temáticos e setoriais, entre os quais se incluem o Conselho de Competitividade de Têxteis, Confecções e Calçados e o Conselho de Competitividade de Móveis. Tais conselhos contam com a participação de representantes do governo e da sociedade, em composições semelhantes à exemplificada pelo Sistema Moda Brasil.

A atuação do BNDES

O potencial do design não é negligenciado pelas diversas modalidades de apoio financeiro do BNDES. O Cartão BNDES, por exemplo, inclui serviços de design em sua lista de itens financiáveis, beneficiando tanto as consultorias independentes quanto as micro, pequenas e médias empresas que demandam tais serviços. O Cartão BNDES vem se ampliando conforme demonstram os dados da Tabela 1.

Visto que projetos de inovação podem incluir fases que dizem respeito a testes, prototipagem e outros esforços que pertencem ao universo do design, as estatísticas das linhas especiais do BNDES destinadas ao apoio a projetos de inovação (inovação tecnológica, capital inovador e inovação

¹⁹ Ver <www.designbrasil.org.br>.

²⁰ Fazem parte do SMB a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit), a Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (Abicalçados), a Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos (Assintecal), a Associação Brasileira de Estilistas (Abest), a Associação Brasileira de Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas (Abrafas), o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB), o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), o Instituto da Moda (Inmod), o Sebrae, o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac), o Senai, a Agência brasileira de promoção de exportação e investimentos (Apex-Brasil), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o BNDES, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, o Ministério das Relações Exteriores, o Ministério da Cultura e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

²¹ Lançada oficialmente em março de 2004.

produção) também refletem, ainda que indiretamente, a atenção do Banco ao tema aqui estudado. Nos últimos três anos, os desembolsos das linhas de inovação evoluíram conforme indica a Tabela 2.

Tabela 1 | Desembolsos do Cartão BNDES

				(em R\$ mil)
Tipo de desembolso	2009	2010	2011**	Taxa de crescimento anual (%) *
Geral	2.479.000,0	4.314.000,0	5.961.000,0	55
Inovação	78,6	333,6	790,5	217
Design	5,0	60,8	583,3	978
Design de produto e ergonomia	5,0	23,8	357,2	744
Desenvolvimento de embalagens	-	15,4	192,0	1.147
Prototipagem	-	21,6	34,1	58

Fonte: BNDES.

* Taxa de crescimento anual entre 2009 e 2011. No caso de Prototipagem e Desenvolvimento de embalagens, entre 2010 e 2011.

** Dados de 2011 até outubro.

Tabela 2 | Evolução dos desembolsos das linhas de apoio à inovação do BNDES

				(em R\$ mil)
Linha	2009	2010	2011*	Taxa de crescimento anual (%)
Finem – Linhas de Inovação**	159.565,0	209.827,0	266.187,0	29
Outros***	432.288,0	1.304.744,0	1.710.323,0	99
Total	591.853,0	1.514.571,0	1.976.510,0	83

Fonte: BNDES.

* Dados até outubro.

** Principais linhas atualmente disponíveis: Inovação Tecnológica, Capital Inovador e Inovação Produção.

*** Proengenharia, Profarma, Prosoft, Funtec, Inovação PD&I, PSI Inovação e Cartão BNDES.

Em 2009, foi lançado o Programa BNDES de Apoio à Engenharia (Proengenharia).²² Trata-se de modalidade de crédito que procura “fortalecer as áreas de engenharia das empresas e estimular o aprimoramento das

²² Em 2007, foi criado um programa de apoio à engenharia automotiva, que em 2009 foi ampliado, dando origem ao Proengenharia.

competências e do conhecimento técnico no país, atualmente com foco nos setores de bens de capital, defesa, automotivo, aeronáutico, aeroespacial, nuclear e na cadeia de fornecedores das indústrias naval e de petróleo e gás” (Portal do BNDES). Aqui, o apoio é direcionado especialmente ao design de engenharia. Os desembolsos do BNDES no âmbito do Proengenharia totalizaram R\$ 1,16 bilhão nos últimos três anos,²³ dos quais R\$ 470,2 milhões em 2011.

Em 2011, foi lançada uma nova versão do Programa BNDES de Revitalização de Empresas (Revitaliza), que se caracteriza pela inclusão de uma ampla gama de gastos ligados a design e a marketing em sua lista de itens financiáveis. Com taxa de juros prefixada em 9% a.a. (mais favorável do que as condições gerais do Banco) e abrangendo diversos setores,²⁴ como o de têxteis e confecções, o calçadista, o moveleiro, o de cerâmicas e o de joias, a versão atual do Revitaliza financia investimentos voltados à agregação de valor do produto nacional, à adoção de métodos de produção mais eficientes e ao fortalecimento da marca das empresas. Trata-se de um programa que demonstra uma visão global de apoio ao design industrial, conforme ilustram os seguintes itens financiáveis:²⁵

- capacitação, treinamento e participação em feiras e eventos no exterior;
- estudos, consultoria e projetos de certificação;
- infraestrutura, incluindo suporte ao desenvolvimento de produtos, serviços e processos;
- investimentos em marketing, incluindo desenho industrial, elaboração de marcas e logotipos, registros no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), estudos de mercado, planejamento de campanha publicitária, elaboração de peças publicitárias e introdução de novos produtos no mercado; e
- pesquisa, desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos, embalagens, processos e serviços, modelagem, prototipagem, desenho industrial e design de moda, incluindo mão de obra e materiais necessários, associados a ergonomia, concepção, conforto, estilo etc.

²³ Já incluídos R\$ 239,9 milhões referentes ao Engenharia Automotiva nos anos de 2009 e 2010.

²⁴ A lista de setores apoiáveis (especificados pelos respectivos códigos CNAE) pode ser encontrada em www.bndes.gov.br.

²⁵ Lista não exaustiva.

A política de crédito do BNDES caracteriza-se por um processo ininterrupto de avaliação e revisão. Nos últimos dez anos, observa-se uma tendência geral de aumentar os estímulos à inovação e a esforços que procuram aumentar a excelência dos processos produtivos da indústria brasileira, daí resultando uma expansão do apoio do BNDES ao design.

Ampliar o escopo dos programas que tratam de inovação e design, com inclusão de alguns setores e expansão da lista de itens financiáveis, pode ser uma forma de aprimorar os instrumentos de apoio do BNDES a investimentos em design. Ao mesmo tempo, espera-se que lançamentos desse tipo despertem a atenção das empresas para a prioridade atribuída pelo BNDES ao tema.

Dadas a dimensão continental do país, a complexidade de sua estrutura política, o grau de organização democrática da sociedade brasileira e a grande diversidade de seu parque industrial, situa-se além do escopo deste artigo um exame completo de todas as iniciativas ligadas à promoção dos investimentos em design no Brasil. Outros exemplos poderiam ser mostrados, como ações de governos estaduais, de universidades e de entidades de classe.²⁶

Esse quadro demonstra a vitalidade do tema. Entretanto, avanços no que tange a coordenação, ampliação e aperfeiçoamento dos instrumentos brasileiros de apoio ao design atualmente existentes ainda se mostram possíveis e necessários.

Design no Brasil

Entre a grande variedade de setores nos quais o design cumpre um papel estratégico, como o automobilístico, o de equipamentos domésticos e o de joias, este estudo optou por se concentrar em móveis, calçados, têxteis e confecções, por serem intensivos em design e estarem no âmbito do AI-DECOS. As próximas seções destinam-se a investigar alguns aspectos da realidade do design em uma pequena parte da indústria brasileira, baseando-se em dados de registro de desenho industrial obtidos no INPI e em pesquisa de campo realizada com um restrito grupo de empresas dos setores escolhidos.

²⁶ Podem ser citados o Programa São Paulo Design (SPDesign), do governo do Estado de São Paulo, o Programa Mineiro de Design, coordenado pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), e o Programa Design no Setor Moveleiro, da Abimóvel (Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário).

Os setores selecionados: calçados, móveis, têxteis e confecções

A importância dos setores selecionados na economia brasileira

Os setores de calçados, móveis, têxteis e confecções têm grande tradição na economia brasileira, caracterizando-se por expressiva geração de empregos e faturamento significativo.

O setor calçadista, que envolve um universo de 8.200 empresas,²⁷ foi responsável por 348,7 mil postos de trabalho²⁸ em 2010, ano em que suas vendas atingiram US\$ 12,3 bilhões.²⁹ Em relação ao comércio exterior, trata-se de uma indústria superavitária,³⁰ com saldo comercial de US\$ 1 bilhão e exportações de US\$ 1,5 bilhão em 2011 (FOB).

As cerca de 15 mil empresas do setor moveleiro³¹ também apresentam bons números:³² 259,7 mil empregos foram sustentados e um faturamento de US\$ 13,1 bilhões foi atingido em 2009. A balança comercial do setor ficou positiva em US\$ 162,7 milhões em 2011, com exportações de US\$ 1 bilhão (FOB).

Quanto a têxteis e confecções, seu faturamento³³ atingiu a cifra de US\$ 60,5 bilhões em 2010, resultado para o qual contribuíram trinta mil empresas e 1,7 milhão de trabalhadores. No entanto, apesar de ter exportado o equivalente a US\$ 3 bilhões, em 2011 o setor apresentou um déficit de US\$ 3,5 bilhões.³⁴

Grau de competitividade dos setores selecionados: evolução recente

O recrudescimento da competição internacional vem impactando os setores aqui destacados. Setores manufatureiros caracterizados por importantes

²⁷ Fonte: IEMI.

²⁸ Fonte: Rais/Caged.

²⁹ Fonte: IEMI.

³⁰ Os dados referentes ao comércio exterior apresentados nesta subseção foram obtidos no MDIC (www.aliceweb2.mdic.gov.br).

³¹ Fonte: IEMI.

³² Fonte: IEMI.

³³ Fonte: ABIT.

³⁴ Entre 2001 e 2011, as importações de tecidos foram multiplicadas por 4,3 (passando de US\$ 1,05 bilhão para US\$ 4,6 bilhões), enquanto as de vestuário aumentaram 11 vezes (de US\$ 0,18 bilhão para 1,95 bilhão). Nesse período, as exportações de tecidos cresceram significativamente, embora a ritmo inferior ao do crescimento das importações (foram multiplicadas por 3,5, passando de US\$ 0,77 bilhão para US\$ 2,72 bilhões), enquanto em vestuário elas caíram quase para a metade (de US\$ 0,54 bilhão para US\$ 0,29 bilhão). Os déficits observados, portanto, se explicam mais pelo aumento das importações do que pelo comportamento exportador. Os autores estimam, tendo por base dados da PIA (2001-2009) e da PIM (2010-2011), que a produção desses setores cresceu a taxas superiores à variação do PIB, o que indica que, apesar de aumentar a produção, não foi possível acompanhar a explosão de consumo observada sobretudo na segunda metade da década de 2000.

economias de escala, elevado emprego de mão de obra e uso de tecnologias maduras estão entre os mais expostos à escalada asiática. O quadro se completa com fatores macroeconômicos ou comerciais, como as diferenças entre as políticas cambiais e as dificuldades que as iniciativas antidumping têm encontrado para serem eficazes.

Dada a complexidade do tema, que envolve uma rica discussão³⁵ a respeito de conceitos e métricas que foge ao escopo deste estudo, o texto se restringirá a um dos mais simples indicadores de competitividade doméstica, qual seja, o *market share* detido pelas empresas nacionais no mercado interno.

O Gráfico 1 estima o consumo interno pela soma entre a produção local e as importações, descontado o montante exportado; por seu turno, as vendas das empresas nacionais ao mercado interno são estimadas pela diferença entre a produção local³⁶ e as exportações.³⁷

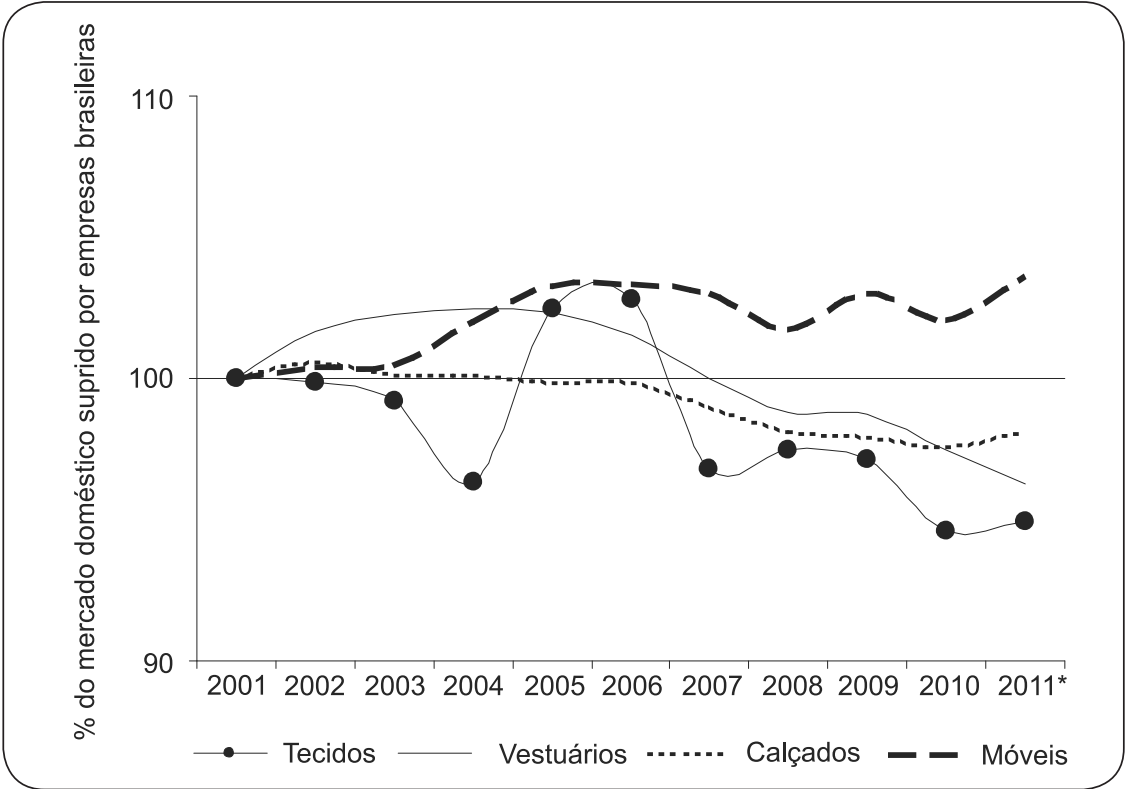
Com exceção do setor moveleiro, todos mostram perda de competitividade. A competitividade dos produtores de tecidos foi a que apresentou maior queda e volatilidade: entre 2001 e 2006, seu *market share* aumentou de 86,5% para 88,9%, mas em 2011 (no acumulado até setembro) esse número caiu para 82,1%. O movimento observado em calçados e vestuários é de queda constante, sendo esta menos significativa no setor calçadista, que viu seu *market share* cair de 96,9% para 95% (no caso dos vestuários, essa queda foi de 91,9% para 88,5%). O caso de móveis, talvez por envolver itens volumosos para os quais a logística entre a Ásia e a América do Sul se mostre mais desafiadora, envolve um pequeno ganho de competitividade, com o *market share* passando de 91,9% para 95,2%. A Tabela 1 mostra os dados referentes à evolução do *market share* de cada um dos setores estudados.

³⁵ Ver, por exemplo, Haguenauer (1989).

³⁶ Com base em dados da PIA até 2009 e da PIM para 2010 e 2011.

³⁷ $Market\ share = (Y - X) / (Y + M - X)$, onde Y é o valor da produção, X o total exportado e M corresponde às importações. A expressão é equivalente a $1 - [M / (Y + M - X)]$, ou seja, ao complemento do coeficiente de penetração das importações (CPM): $Market\ Share = 100\% - CPM$.

Gráfico 1 | Índice de competitividade* da indústria brasileira nos setores selecionados (Índice 2011=100)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE (PIA até 2009 e PIM em 2010 e 2011) e do MDIC.

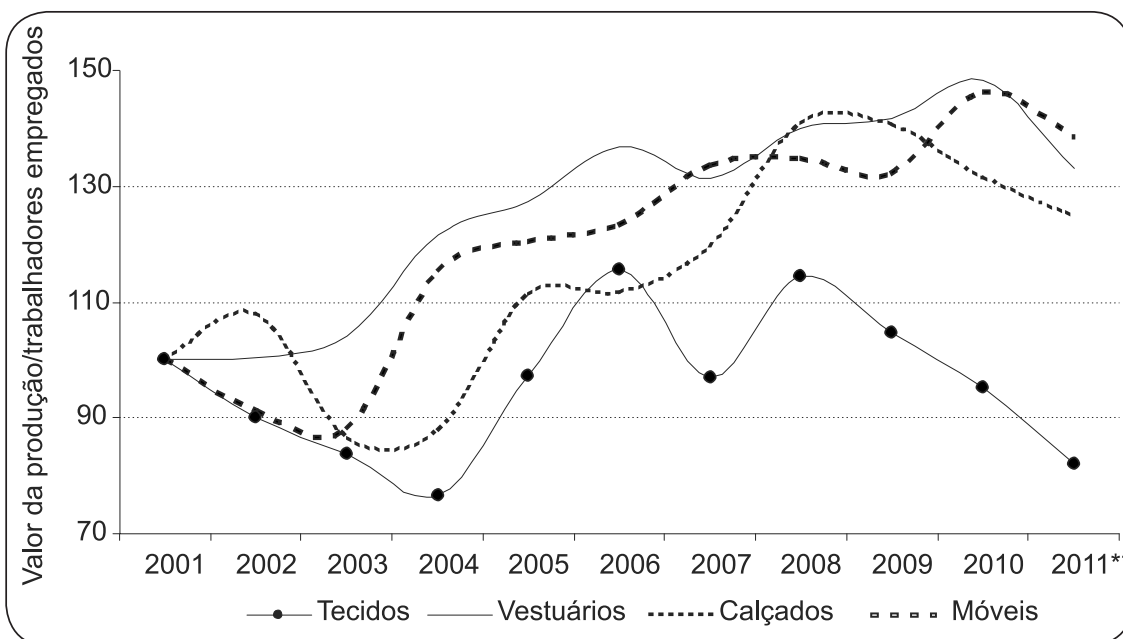
Tabela 3 | Evolução do *market share* da indústria brasileira de tecidos, vestuários, calçados e móveis no mercado doméstico

Ano	Tecidos (%)	Vestuários (%)	Calçados (%)	Móveis (%)
2001	86	92	97	92
2002	86	93	97	92
2003	86	94	97	92
2004	83	94	97	94
2005	89	94	97	95
2006	89	93	97	95
2007	84	92	96	95
2008	84	91	95	93
2009	84	91	95	95
2010	82	90	94	94
2011*	82	88	95	95

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE (PIA até 2009 e PIM em 2010 e 2011) e do MDIC.
* Acumulado até setembro de 2011.

A produtividade dos trabalhadores é um dos fatores que podem afetar a competitividade de uma indústria. O Gráfico 2 mostra a evolução da produtividade aparente do trabalho, um indicador obtido pelo quociente entre o valor da produção³⁸ e o total de trabalhadores ocupados.

Gráfico 2 | Índice de produtividade* da indústria brasileira nos setores selecionados (Índice 2011=100)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE (PIA e PIM) e da FGV (IPA setoriais).

* Produtividade Aparente do Trabalho, deflacionada por índices de preços setoriais.

** Acumulado até setembro de 2011.

O setor de móveis, único a apresentar ganhos de competitividade no período, é também o que mostra o maior ganho de produtividade, com seu índice subindo de cem em 2001 para 124 em 2011. No outro extremo, observa-se que o setor têxtil, o único que teve queda de produtividade, foi o que teve a maior perda de competitividade. A comparação entre variações do índice de competitividade e do índice de produtividade indica alguma correlação, embora não muito significativa.

Ainda que o quadro geral seja de perda de competitividade, as variações não são significativas. Com o indicador de 2001 fixado em cem pontos,

³⁸ O valor da produção foi deflacionado por índices setoriais, de modo que o resultado é uma aproximação para uma estatística baseada em *quantum*: IPA-Origem-DI de produtos, respectivamente têxteis e artigos de vestuário, de couro e calçados e de móveis e artigos de mobiliário.

o pior caso (tecidos) envolve uma redução para 95 (vestuários passaram a 96 e calçados a 98, enquanto móveis atingiram 104). Acrescentem-se dois aspectos: primeiro, trata-se de participações muito elevadas, que em uma década oscilaram sempre acima de 81,8% de *market share* (a média para a indústria brasileira oscilou entre 77,7% em 2001 e 85,6% em 2011); segundo, a perda de *market share* deu-se em meio a uma forte expansão do mercado interno. Dessa forma, ao menos no que se refere à defesa da competitividade brasileira no próprio mercado consumidor doméstico, não é possível caracterizar uma crise.

O apoio do BNDES

Os setores têxtil, de confecções, calçadista e moveleiro são clientes tradicionais do BNDES, que os apoia por meio de uma série de produtos. A Tabela 4 mostra os dados de desembolsos do Banco a esses setores entre 2007 e 2011.

Tabela 4 | Desembolsos do BNDES aos setores selecionados

	2007	2008	2009	2010	2011
Têxtil					
Diretas	77.380	146.129	43.128	370.407	694.253
Indiretas	218.975	807.909	338.263	1.187.111	850.416
Desembolso total	296.355	954.038	381.391	1.158.118	1.544.669
Confecções					
Diretas	9.572	28.279	3.191	5.850	12.491
Indiretas	96.493	365.882	262.644	586.270	998.825
Desembolso total	106.064	394.161	265.835	592.120	1.011.316
Calçados					
Diretas	1.825	134.148	70.000	16.507	29.676
Indiretas	145.539	399.186	88.434	603.880	424.005
Desembolso total	147.364	533.333	158.434	620.387	453.681
Móveis					
Diretas	8.769	2.918	6.234	11.764	24.865
Indiretas	104.919	281.442	172.986	409.993	626.584
Desembolso total	113.689	284.359	179.220	421.756	651.449

Fonte: BNDES.

A questão do design

O papel do design na cadeia de valor dos setores selecionados

Inúmeros estudos vêm sendo feitos sobre os setores em questão. A compreensão da realidade dessas indústrias tradicionais passa por pesquisas relativas a variações nos preços dos insumos, a mudanças na estrutura de mercado de cada um dos elos da cadeia produtiva, ao advento de novas tecnologias, a iniciativas institucionais, a transformações de caráter geopolítico, ao cenário competitivo internacional, à evolução da cultura organizacional das empresas e ao impacto do comportamento de variáveis macroeconômicas e sociais, que são: taxa de câmbio, consumo agregado, política monetária, Formação Bruta de Capital Fixo, taxa de desemprego, massa salarial, escolaridade média e grau de concentração de renda.

Neste artigo, o aspecto a se destacar diz respeito à cadeia de valor, especificamente no que tange à disputa pelas rendas geradas ao longo da cadeia.

Os setores selecionados não oferecem um quadro homogêneo, não sendo possível apontar uma única competência que se mostre central para todos os segmentos. De fato, há casos em que a busca de vantagens de custos se impõe sobre os demais fatores, como a parte do setor de malharias mais voltada a produtos uniformes (uma *commodity*) e as empresas do setor calçadista especializadas em montar, em linhas de produção bastante otimizadas, artigos concebidos por grandes *players* internacionais como Nike e Adidas.

Há, no entanto, um espaço para o design. Marketing, moda, diferenciação, segmentação e design dominam as estratégias de uma grande parte dos mercados de móveis (notadamente para cozinhas e residências em geral, mas também para escritórios), de sapatos (femininos, principalmente) e de vestuário (em que os aspectos ligados à moda atingem seu mais alto grau de importância).

O design surge como variável estratégica toda vez que a produção envolve tecnologias de fácil acesso, ao passo que a relevância da diferenciação e da segmentação exige um elevado grau de conhecimento sobre os clientes. Em tal situação, produzir é simples, mas decidir as características do que deve ser produzido é complexo.

Nessa disputa pela atribuição de valor, a construção de marcas é uma tarefa essencial. Tal esforço só justifica sua importância quando, por trás de nomes, *jingles* e logos, há de fato um conjunto bem definido de características, devidamente associado a um grupo específico de consumidores

ou de necessidades: em certas circunstâncias e para certos propósitos, o consumidor saberá o nome do fornecedor mais adequado, ou seja, saberá a marca que melhor responde a uma necessidade específica.

Assim, a consolidação da marca ultrapassa o mero esforço publicitário. Para que a estratégia faça sentido, a construção da marca deve começar pela definição de uma identidade que venha a ser reconhecida pelo público. Enquanto para os avós de uma criança a questão é descobrir o tipo de presente mais apropriado para seu neto, para uma empresa a questão é descobrir o tipo de raciocínio que avós costumam desenvolver quando tentam definir uma forma ideal de presentear. Se uma empresa consegue êxito, tendo seu produto escolhido por centenas de avós reiteradas vezes, caberá aos desenvolvedores da marca apenas a tarefa de, por meio de um nome ou de uma referência visual, cumprir o papel comunicativo de dar àquela experiência de consumo um símbolo que possa ser lembrado, indicado a amigos e procurado em meio a outras opções. Vale lembrar que a marca é refém da imagem construída: se um produto deixa de corresponder a expectativas já consolidadas, o consumidor fica confuso e incapaz de reconhecer seu significado.

Os produtos de uma empresa que detém marcas bem construídas passam a apresentar certa inelasticidade-preço perante seu público-alvo. Nisso reside a força de mercado: o consumidor cobrará um prêmio pelo sacrifício de abrir mão de suas preferências, caracterizado por um preço mais baixo. Quanto melhor houver sido o processo de desenvolvimento do produto, melhor ele estará ajustado aos gostos e mais inelástica em relação ao preço sua demanda será.

Para que uma empresa consiga se apropriar dos ganhos relativos a design e marketing, é preciso que ela própria controle o desenvolvimento de marcas dominantes, encarregando-se diretamente das pesquisas de marketing, da contratação de estilistas, designers ou profissionais correlatos, da organização de desfiles e eventos, da confecção de protótipos e da realização de testes.

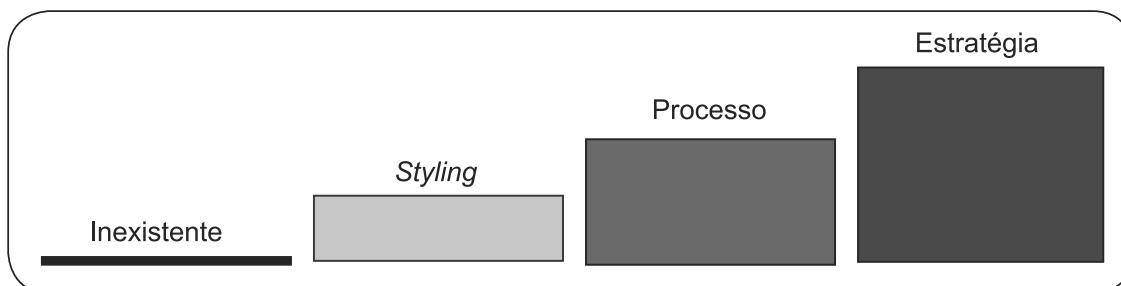
A inteligência das cadeias produtivas aqui abordadas reside, portanto, no design. Controlar essa competência é um fator determinante para as disputas ao longo da cadeia de valor, o que dá aos investimentos em design um valor estratégico.

O design nas empresas brasileiras

As empresas brasileiras vêm despertando para a importância do design. No entanto, esse processo é gradativo e envolve diversas nuances.

Uma questão interessante indaga sobre o modo como o design é visto pelos administradores de uma empresa. A Figura 2 mostra a “escada do design”, que representa essa noção:

Figura 2 | A escada do design



Fonte: Adaptado de Swedish Industrial Design Foundation (<www.svid.se>).

Assim, quando o design deixa de ser mero *styling* para se firmar como uma das etapas do processo produtivo e criativo de uma empresa, é dado um passo na direção do profissionalismo. Contudo, somente quando ele se integra à estratégia da empresa, seu potencial é explorado plenamente.

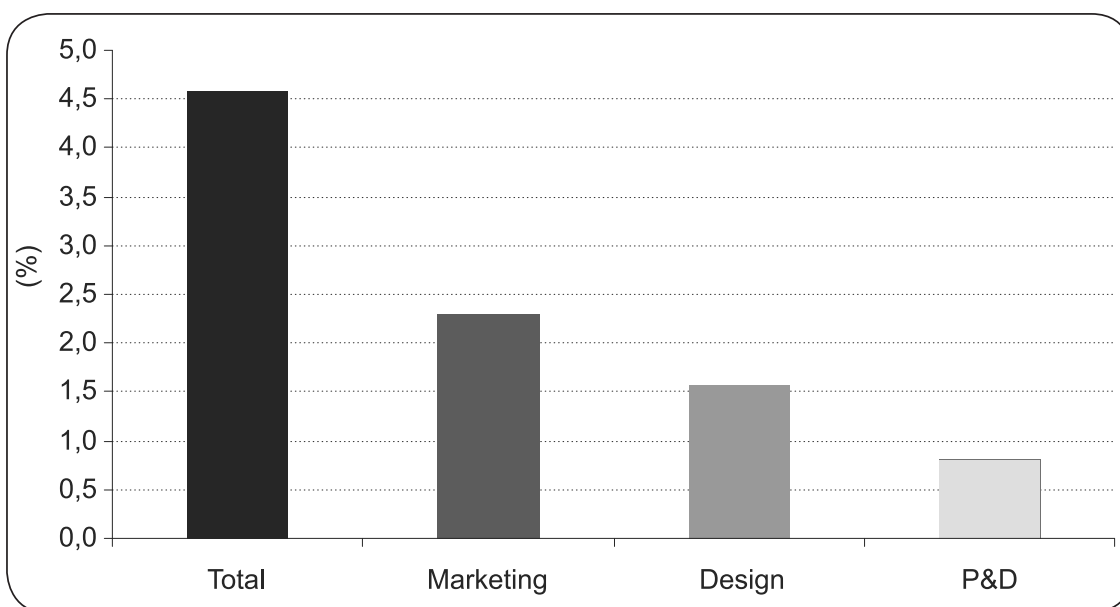
Um indicador do grau de consciência que uma empresa tem sobre a importância do design é o modo como ela o insere em sua estrutura organizacional. Visto que todo produto obrigatoriamente deve ter sua forma definida, sempre há algum tipo de design, ainda que amadorístico e repleto de ineficiências. A ausência de células que explicitamente contenham entre suas atribuições algumas das típicas funções do design é às vezes chamada de “design silencioso”.

Em pesquisa realizada com uma pequena amostra de empresas,³⁹ constatou-se que o design vem merecendo espaço nas organizações: 46% das empresas afirmaram que os projetos diretamente ligados a design são elaborados *por um núcleo exclusivamente dedicado a design*, enquanto 15% informaram que tais projetos são elaborados *por um núcleo dedicado a P&D e temas considerados correlatos*. Houve ainda 15% que responderam que o design é feito *ora por um núcleo dedicado a P&D, ora por um núcleo dedicado a marketing, dependendo do projeto*, e 30% para os quais isso se dá em *diversos núcleos da empresa*.

³⁹ Um questionário simplificado foi aplicado em dezembro de 2011 a uma amostra de 23 empresas, com predomínio dos setores aqui selecionados. Também constam na amostra empresas de utilidades domésticas, higiene pessoal, perfumaria e cosméticos e construção civil. Foram obtidas 16 respostas.

Em relação ao esforço, a pesquisa orientou as empresas a classificarem seus investimentos em três grupos: P&D (exclusive design e marketing), design e marketing. Quando perguntadas sobre o percentual que esses investimentos representam de sua receita operacional bruta, as respostas indicaram as seguintes médias (Gráfico 3):

Gráfico 3 | Gastos em P&D, design e marketing como proporção da ROB



Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas das empresas selecionadas.

Nota: Dados primários obtidos em uma amostra de 16 empresas.

Observa-se que, em média, algumas das principais empresas desses setores investem anualmente cerca de 1,6% de seu faturamento em design, já desconsiderados os investimentos em marketing e em P&D. A amostra, por ser muito limitada, não permite nenhum tipo de extrapolação estatística. Considerando-se o resultado obtido como um limite superior, dado que a amostra tem um forte viés em relação ao porte assim como ao comportamento inovador das empresas, conclui-se que os investimentos anuais em design nos setores selecionados podem totalizar algumas centenas de milhões de reais, dificilmente, porém, ultrapassando a cifra de R\$ 500 milhões.

As empresas revelaram interesse em aprofundar sua política de investimentos em design. Quando instadas a comparar suas intenções relativas ao triênio 2012-2014 com o que realizaram no período 2009-2011, 37,5% afirmaram que pretendem aumentar significativamente o percentual da ROB aplicado no conjunto formado por marketing, design e P&D, enquanto 25,0%

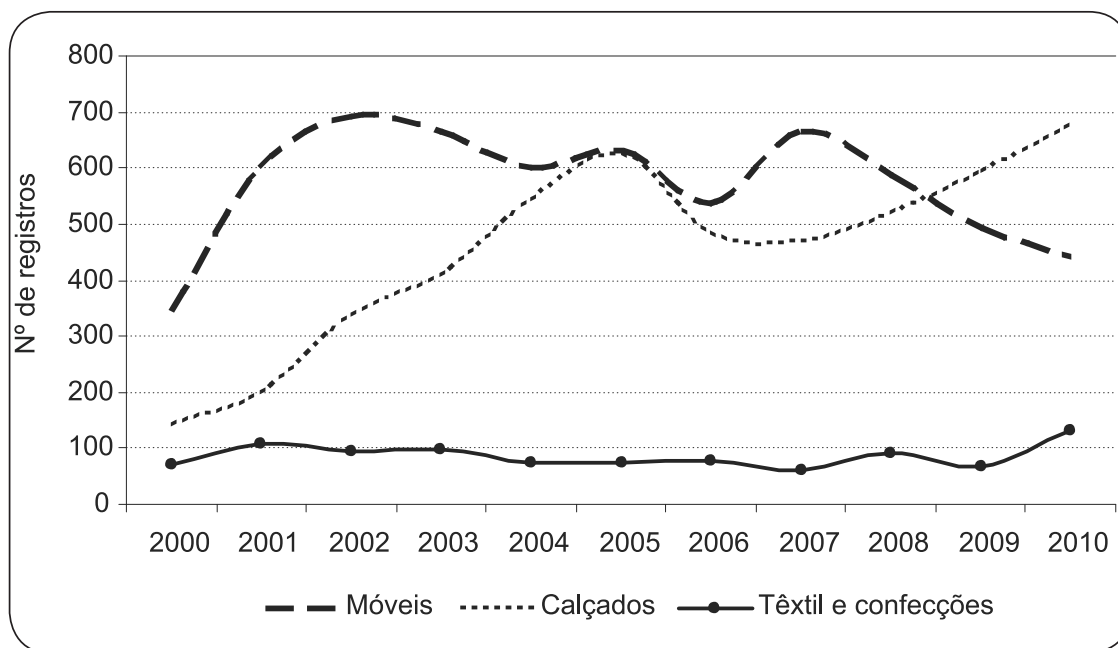
planejam um leve aumento, totalizando 62,5% de respostas positivas. Além disso, 25,0% revelaram a intenção de manter o percentual no mesmo patamar. Somente 12,5% pretendem reduzir levemente tais gastos, e nenhum indicou a intenção de reduzi-los significativamente.

A pesquisa também indagou sobre o uso de marcas e patentes como método de proteção da propriedade intelectual. O registro de ao menos uma marca no INPI, nos últimos três anos, foi feito pela quase totalidade das empresas da amostra, 87,5%. As outras modalidades revelam números bastante inferiores, embora sejam significativos. Quase metade das empresas (43,8%) fez ao menos um registro de desenho industrial (DI) nos últimos três anos, número que é um pouco mais baixo quando se trata de patentes de modelo de utilidade (MU) e de invenção (PI), ambos iguais a 37,5%. Quanto às empresas que utilizaram os quatro tipos (marcas, DI, MU e PI) pelo menos uma vez nos últimos três anos, este grupo representou 31,3% da amostra. Os dados da pesquisa indicam um nível relativamente alto de acesso das empresas da amostra aos instrumentos do INPI, se comparadas às outras do país, o que sugere uma grande distância entre a gestão da propriedade industrial das médias e grandes empresas e o quadro geral do Brasil.

Os dados sobre os registros de desenho industrial (DI) no INPI por empresas dos setores selecionados não indicam tendência clara. No caso do setor de móveis, a primeira metade da década de 2000 apresentou um movimento crescente, mas a partir de então oscilou em torno do patamar atingido, deixando de evoluir. Dos setores examinados, o calçadista é o que tem os melhores números, sustentando um certo crescimento. A indústria que mostra o quadro de maior estagnação é a têxtil e de confecções – além de estável, o número de registros é desproporcional a seu peso, sendo até muito mais baixo do que o observado nos outros dois setores. O Gráfico 4 mostra a evolução dos registros de desenho industrial nesses setores entre 2000 e 2010.

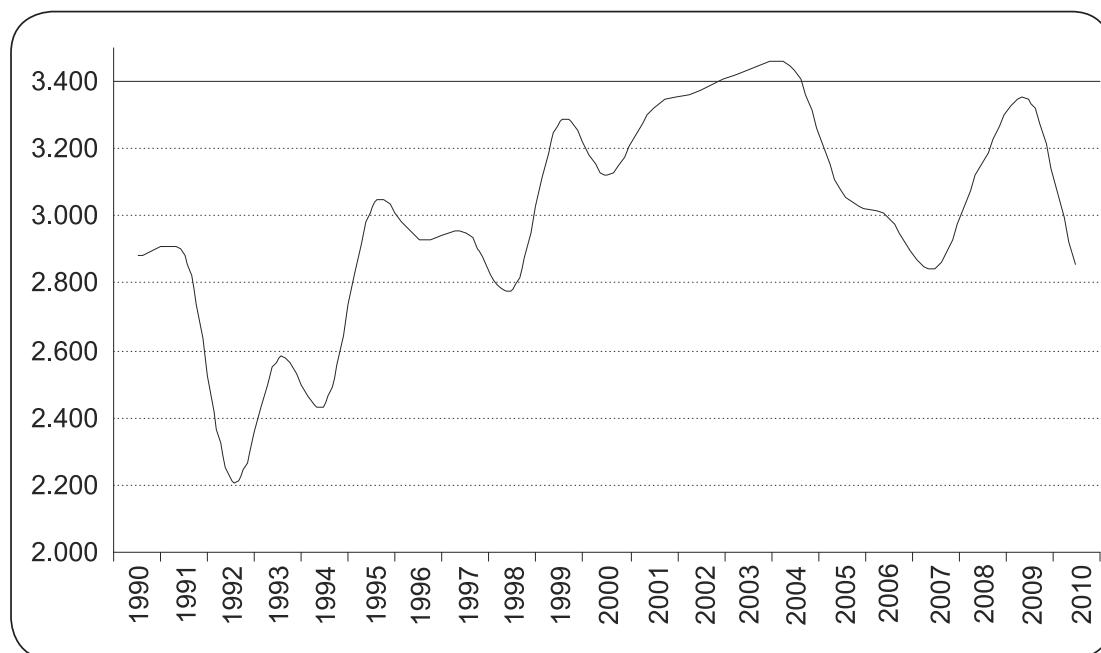
Dados agregados sobre Patentes de Modalidade de Uso podem ser obtidos no *site* do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Os dados do Gráfico 5 referem-se a todos os setores da economia brasileira e dizem respeito a depósitos feitos por residentes. A realidade não difere do que pôde ser visto em relação aos registros DI dos setores selecionados: algum crescimento até a primeira metade da década de 2000 e oscilação sem tendência a partir de então.

Gráfico 4 | Registros de desenho industrial no INPI – móveis, calçados e têxteis



Fonte: INPI.

Gráfico 5 | Depósitos de pedidos de patentes de modelo de utilidade no INPI



Fonte: INPI.

Enquanto os dados sobre registro de desenho industrial e patente de modelo de utilidade mostram uma evolução tímida, os investimentos das empresas em design se mostram significativos. Dada a crescente preocu-

pação com o tema, os dados obtidos no INPI se mostram antes um reflexo do estágio atual da consciência empresarial a respeito dos instrumentos de proteção de direitos de propriedade industrial do que um indicador de estagnação de investimentos em design. Ao contrário, a evolução de tais investimentos, que tende a ser positiva, é que poderá estimular um processo de conscientização sobre a importância da propriedade industrial.

O conjunto de dados aqui apresentado emite sinais às vezes contraditórios, embora as indicações positivas acabem prevalecendo. A rápida resposta observada pelos dados recentes de desembolsos do Cartão BNDES mostra não somente a difusão do design entre micro e pequenas empresas, como também o espaço para políticas públicas especificamente direcionadas ao tema. A análise feita mostra que a indústria brasileira está preparada para responder a estímulos dados a seus investimentos em design.

Conclusão

Por conta de seus impactos sobre a competitividade de empresas e setores, os investimentos em design vêm merecendo atenção crescente por parte de governos, entidades de classe e executivos. Trata-se de um fenômeno mundial que já pode ser observado na economia brasileira.

O artigo apontou diversas formas pelas quais um projeto de design pode otimizar custos, envolvendo logística, escala, seleção de matérias-primas e processos produtivos. Também listou aspectos referentes à qualidade de um produto que são intrinsecamente ligados ao design, como ergonomia, conforto e facilidade de uso. A estreita relação entre design e diferenciação também foi enfatizada, até mesmo no que se refere à integração entre planejamento de marketing e desenvolvimento de produtos.

Em razão de sua importância estratégica, os investimentos em design têm se aproximado do arcabouço conceitual, teórico e institucional relativo à inovação, conforme ilustrado pela evolução do Manual de Oslo e pelas possibilidades de proteção do INPI. Desse modo, a inclusão do design tanto na produção acadêmica quanto na formulação de políticas públicas direcionadas ao estudo e ao apoio à inovação vem se intensificando no decorrer do tempo.

As empresas brasileiras já despertaram para a questão do design: os dados apresentados mostram que o valor de seus investimentos em design são significativos e comparáveis ao observado para P&D e marketing.

Observa-se, no entanto, que tudo o que concerne à questão do design no Brasil encontra-se em construção. As empresas ainda não costumam recorrer ao INPI para buscar proteção à propriedade intelectual gerada por seus investimentos em design, o que se mostra em estatísticas modestas e estagnadas. Espera-se que iniciativas públicas como o DEBrazil e o Sistema Moda Brasil se multipliquem e sejam ampliadas e aperfeiçoadas. A referência ao design em linhas do BNDES é um fenômeno recente, embora em expansão, como demonstram os números exponenciais do Cartão BNDES e a lista de itens financiáveis no âmbito do Programa Revitaliza – nesse caso, a criação de um programa voltado para o apoio ao design ou a ampliação do escopo de programas e linhas já existentes podem permitir ao Banco uma atuação mais abrangente, em especial se associada a um plano de fomento.

Não foram identificados obstáculos à continuidade da evolução desse tema no Brasil. Dados os desafios oferecidos pelo acirramento da competição internacional e a necessidade crescente de buscar a diferenciação como forma de agregar valor à produção nacional, o design tende a receber investimentos crescentes, estudos mais aprofundados e políticas de apoio mais explícitas.

Referências

STONEMAN, P. *Soft innovation: economics, product aesthetics, and the creative industries*. Nova York: Oxford University Press, 2010. 366 p.

HAGUENAUER, L. *Competitividade: conceitos e medidas*. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1989. 21 pp. (Texto para Discussão nº 211).

OCDE. *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 2ª ed. Tradução de Flávia Gouveia. Rio de Janeiro: Finep, 2004. 136 pp.

_____. *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 2. ed. Tradução de Paulo Garchet. Rio de Janeiro: Finep, 2007. 184 pp.

WALSH, V. Design, innovation and the boundaries of the firm. *Research Policy*, n. 25, p. 509-529, 1996.

Sites consultados

BETTER BY DESIGN – <www.betterbydesign.org.nz>.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL –
<www.bndes.gov.br>.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR –
<www.mdic.gov.br> e <www.aliceweb2.mdic.gov.br>.

DANISH DESIGN COUNCIL – <www.designraadet.dk>.

DANSK DESIGN CENTER – <www.ddc.dk>.

DESIGN BRASIL – <www.designbrasil.org.br>.

DESIGN COUNCIL – <www.designcouncil.org.uk>.

FINLÂNDIA. Ministry of Employment and the Economy –
<www.tem.fi>.

SEOUL DESIGN FOUNDATION – <www.seouldesign.or.kr/eng>.

SWEDISH INDUSTRIAL DESIGN FOUNDATION – <www.svid.se>.

U.S. NATIONAL DESIGN POLICY INITIATIVE – <www.designpolicy.org>.

Terras-raras: situação atual e perspectivas

Marco Aurélio Ramalho Rocio
Marcelo Machado da Silva
Pedro Sérgio Landim de Carvalho
José Guilherme da Rocha Cardoso*

Resumo

Este artigo tem o propósito de examinar as condições do estabelecimento de uma cadeia produtiva baseada em elementos de terras-raras no Brasil. Inicialmente, o artigo expõe definições básicas sobre a natureza desses elementos químicos e suas principais aplicações. Em seguida, são citadas as fontes minerais mais empregadas na obtenção das terras-raras, o modo de ocorrência desses minerais e as principais reservas mundiais de terras-raras. Ainda do ponto de vista mundial, apresenta-se o balanço de oferta e demanda de produtos de terras-raras, em especial dos óxidos. Por fim, descrevem-se as ocorrências minerais e as reservas de terras-raras, a produção e o consumo de compostos no Brasil e conclui-se que uma forma de estimular a mineração de terras-raras e a fabricação de produtos com base nesses insumos, no país, seria por meio de parcerias/consórcios entre as empresas consumidoras e as empresas mineradoras, com vistas a diminuir o risco da falta de abastecimento

* Respectivamente, geólogo, economista, gerente e chefe do Departamento de Indústria de Base do BNDES.

e a volatilidade e a permitir uma margem adequada para as mineradoras, viabilizando, assim, investimentos nesse segmento estratégico.

Introdução

As terras-raras compreendem um grupo de 17 elementos químicos metálicos de ampla distribuição na crosta terrestre, mas a baixas concentrações. As maiores reservas encontram-se na China, na Comunidade dos Estados Independentes (CEI), nos Estados Unidos da América (EUA), na Índia e na Austrália. A aplicação desses elementos está voltada à produção de catalisadores, ímãs permanentes, ligas metálicas, polidores, fosforescentes e corantes e cerâmicas. Além dos escassos recursos minerais que lhe servem de matéria-prima, a sintetização de cada elemento requer alta tecnologia, o que onera substancialmente a cadeia de produção.

Além de proprietária de grandes reservas minerais, a China é o principal produtor dos elementos de terras-raras e controla cerca de 95% da oferta mundial. Entre os maiores consumidores dos compostos e metais estão a própria China, o Japão, os EUA, a Alemanha, a França e a Áustria. Em 2010, o consumo chinês foi de setenta mil toneladas.

De 1886 a meados da segunda década do século XX, o Brasil foi o maior exportador de monazita, um mineral portador de terras-raras. As reservas de monazita litorâneas foram exploradas até meados dos anos 1990. Por conter elementos radioativos, o aproveitamento da monazita para a obtenção de terras-raras foi descartado. As reservas atuais localizam-se nos estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro e totalizam cerca de 31 mil toneladas de metais contidos. Sabe-se, também, que o país dispõe de reservas minerais significativas, ainda não exploradas, localizadas nos municípios de Presidente Figueiredo (AM) e de Catalão (GO).

A produção atual de óxidos de terras-raras no Brasil é de cerca de 550 toneladas, das quais a maior parte é de lantânio. As principais indústrias nacionais consumidoras diretas de produtos de terras-raras são as fabricantes de catalisadores, vidros e cerâmicas; e as consumidoras indiretas, as fabricantes de motores e turbinas eólicas. A demanda brasileira de terras-raras é incipiente, correspondendo a cerca de 1% da demanda mundial. O consumo de produtos de terras-raras na forma de compostos químicos e manufaturados foi de 1.315 toneladas, em 2010.

As importações brasileiras de terras-raras, em 2010, somaram US\$ 14,1 milhões, e as exportações US\$ 1,4 milhão.

Hoje existem diversos projetos de exploração em desenvolvimento, a maioria deles concentrada na China, EUA, CEI e Canadá. O aporte desses novos projetos deverá gerar uma sobreoferta já a partir de 2015, o que pode aumentar ainda mais a volatilidade dos preços desses elementos, que já é muito alta.

Neste artigo, a segunda e a terceira seção abordam a natureza, aplicações e principais ocorrências dos elementos de terras-raras. A quarta, quinta e sexta seções ocupam-se do mercado mundial desses elementos. As duas últimas seções discorrem sobre a ocorrência e a produção das terras-raras no Brasil e as perspectivas para o estabelecimento de uma cadeia produtiva nacional baseada nesses metais.

Definições

Os elementos de terras-raras ou metais de terras-raras (abreviadas como TR) formam um conjunto de 17 elementos químicos que inclui o escândio (símbolo químico Sc), o ítrio (Y) e os 15 elementos da série dos lantanídeos [do lantânio (La) ao lutécio (Lu)]. O cério (Ce) é o mais abundante dos elementos de TR e o 25º elemento mais abundante na crosta terrestre. Por sua instabilidade isotópica, o promécio (Pm) é o mais raro dos elementos de TR.

Os elementos de TR são conhecidos desde 1787, quando o mineralogista sueco Carl Axel Arrhenius descobriu o mineral gadolinita, um silicato de cério e ítrio, na localidade de Ytterby, na Suécia. Entretanto, somente em 1913, com o uso da espectrografia de raios X, pelo físico inglês Henry Moseley, foi possível determinar o número exato de lantanídeos que completaria o conjunto de elementos de TR.

Ainda que abundantes, os minerais portadores de elementos de TR são difíceis de extrair, o que encarece sua produção.

As técnicas de separação modernas incluem a troca catiônica, a cristalização fracionada e a extração líquido-líquido.

Nas etapas de exploração e transformação são obtidos, sucessivamente, os seguintes produtos contendo elementos de TR: (i) mineral portador; (ii) concentrados químicos; (iii) óxidos em elevados graus de pureza; e (iv) metais e ligas metálicas.

Aplicações

As aplicações mais comuns das TR são as seguintes: ímãs permanentes, circuitos eletroeletrônicos, catalisadores de gases de escapamento, equipamentos de *laser*, telefones celulares, corantes em vidros e cerâmicas, lentes de alta refração e ligas metálicas.

A Tabela 1 mostra as principais aplicações de cada elemento de TR e, no Apêndice I, relacionam-se as aplicações aos produtos de elementos de TR.

Tabela 1 | As principais aplicações dos elementos de TR

Elemento	Símbolo	Aplicações
Escândio	Sc	Em ligas de alumínio para componentes aeroespaciais; adicionado ao mercúrio em lâmpadas a vapor.
Ítrio	Y	Em <i>laser</i> de ítrio-alumínio; supercondutores de alta temperatura; em vanadato de ítrio como receptor do európio (pigmento vermelho em tubos de raios catódicos); filtro de micro-ondas de ítrio-ferro.
Lantânio	La	Vidros de alto índice de refração; armazenamento de hidrogênio; eletrodos de bateria; lentes de câmeras; catalisadores de fluidos em refinarias de petróleo.
Cério	Ce	Agente oxidante; pó para polimento; colorante amarelo em vidros e cerâmicas; catalisadores em fornos autolimpantes; catalisadores de fluidos em refinarias de petróleo.
Praseodímio	Pr	Ímãs; <i>lasers</i> ; iluminação de arco de carbono; colorantes em vidros e esmaltes; aditivo em lentes de óculos de soldagem.
Neodímio	Nd	Ímãs; <i>lasers</i> ; colorante violeta em vidros e cerâmicas; capacitores de cerâmica.
Promécio	Pm	Baterias nucleares.
Samário	Sm	Ímãs; <i>lasers</i> ; captura de nêutrons.
Európio	Eu	Pigmento em tubos de raios catódicos; <i>lasers</i> ; adicionado ao mercúrio em lâmpadas a vapor; agente de relaxação em ressonância magnética nuclear.
Gadolínio	Gd	Ímãs; vidros de alto índice de refração; <i>lasers</i> ; tubos de raios X; <i>chips</i> de memória; captura de nêutrons; agente de contraste em imagens de ressonância magnética; agente de relaxação em ressonância magnética nuclear.
Térbio	Tb	Ímãs permanentes; pigmento verde em tubos de raios catódicos; <i>lasers</i> ; lâmpadas fluorescentes.

Continua

Continuação

Elemento	Símbolo	Aplicações
Disprósio	Dy	Ímãs permanentes; <i>lasers</i> .
Hólmio	Ho	<i>Lasers</i> .
Érbio	Er	<i>Lasers</i> ; liga de aço-vanádio.
Túlio	Tm	Máquinas portáteis de raios X.
Ítérbio	Yb	<i>Lasers</i> de infravermelho; agente químico redutor.
Lutécio	Lu	Detectores para tomografia por emissão de pósitrons; vidros de alto índice de refração.

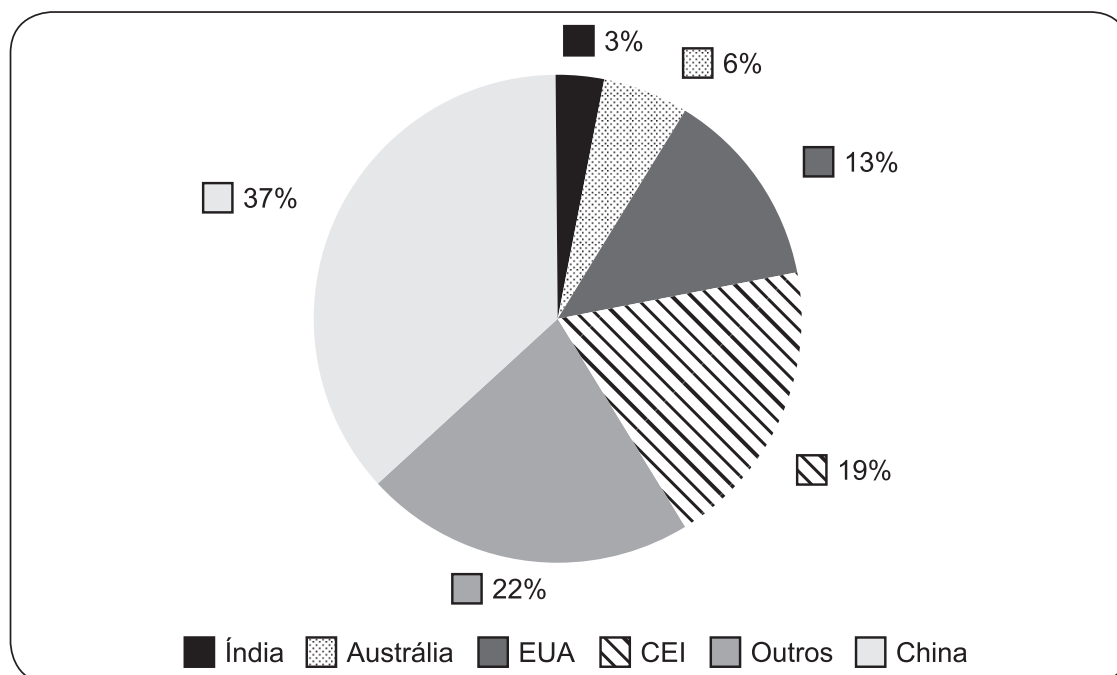
Fonte: Disponível em: <en.wikipedia.org/wiki/Rare_earth_element>.

Recursos minerais

Apesar do nome, os elementos de TR são abundantes na crosta terrestre, mas as concentrações disponíveis para mineração são menores que aquelas referentes à maioria dos demais elementos.

A China dispõe de 37% das reservas mundiais, mas depósitos significativos também são encontrados na CEI, nos EUA e na Austrália (Gráfico 1).

Gráfico 1 | Participação dos principais países nas reservas mundiais de minérios de TR, em 2010



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Fontes de elementos de TR

As principais fontes de elementos de TR são:

1. Minerais contendo ítrio e lantanídeos pesados (do térbio ao lutécio):

- a. gadolinita: silicato de ítrio, lantânio, neodímio, berilo e ferro;
- b. xenotímio: fosfato de ítrio;
- c. samarskita: óxido de nióbio-tântalo, ítrio e itérbio;
- d. euxenita: óxido de nióbio-tântalo, ítrio, cério e tório; e
- e. fergusonite: óxido de nióbio-tântalo, ítrio, cério e lantânio.

Principal depósito contendo ítrio e lantanídeos pesados:

- Ontário (Canadá) – ítrio como subproduto de minérios de urânio.

2. Minerais contendo lantanídeos leves (do lantânio ao gadolínio):

- a. bastnasita: combinação de fluoretos e carbonatos de cério, lantânio e ítrio;
- b. monazita: fosfato de TR e tório;
- c. loparita: óxido de titânio e cério; e
- d. allanita: silicato de ferro, manganês, cério e ítrio.

Principais depósitos contendo lantanídeos leves:

- Califórnia (EUA) e vários locais na China – bastnasita;
- África do Sul – monazita em pegmatito; e
- Península de Kola (Rússia) – loparita.

3. Ocorrem, também, retidos na forma iônica em argilas lateríticas (mistura de óxidos e silicatos), como nos depósitos de ítrio e lantanídeos pesados no sul da China, ao teor de 65% de óxido de ítrio.

De forma secundária, os minerais de TR podem concentrar-se em depósitos arenosos aluviais ou marinhos, denominados *pláceres*, como as areias monazíticas na Austrália, no Brasil e na Índia. A monazita tornou-se uma fonte menos importante de TR em razão de seu conteúdo de tório radioativo. A Tabela 2 lista o modo de ocorrência dos principais minerais portadores de TR.

Tabela 2 | Modo de ocorrência dos principais minerais portadores de elementos de TR

Mineral	Ocorrência
Gadolinita	Em veios pegmatíticos, principalmente
Bastnasita	Em pegmatitos de granitos alcalinos e depósitos metassomáticos
Monazita	Em granitos, gnaisses, aplitos e pegmatitos e em depósitos detríticos (areias)
Allanita	Em granitos, sienitos, dioritos e pegmatitos; em rochas metamórficas, ocorre em gnaisses, anfibolitos, skarnitos e outras; raramente como espécie detrítica (areias)
Xenotímio	Em granitos e pegmatitos
Loparita	Em rochas metamórficas e associado a intrusões máficas, sienitos nefelínicos e carbonatitos
Fergusonite	Em pegmatitos graníticos e rochas alcalinas
Samarskita	Em pegmatitos de granitos
Euxenita	Em pegmatitos
Argilas lateríticas	Íons retidos

Fonte: Disponível em: <www.mindat.org/>.

Reservas mundiais de minérios de TR

A Tabela 3 distribui as reservas mundiais de minérios de TR, segundo os principais países detentores, entre 2003 e 2011.

Tabela 3 | Reservas mundiais de minérios de TR, entre 2003 e 2011, segundo os maiores produtores (em mil toneladas de óxidos de TR contidos)

País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
China	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	36.000	55.000
CEI	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000
EUA	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000
Índia	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	3.100	3.100
Austrália	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.200	5.400	1.600*
Brasil	110	110	ND	ND	ND	48	48	48	48

Continua

Continuação

País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Malásia	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Canadá	940	940	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
África do Sul	390	390	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sri Lanka	12	12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Outros	21.000	21.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
Mundo	88.000	88.000	88.000	88.000	88.000	88.000	88.000	99.000	110.000

Fonte: USGS (2011).

ND = dado não disponível.

* Provável mudança de metodologia de cálculo de reserva.

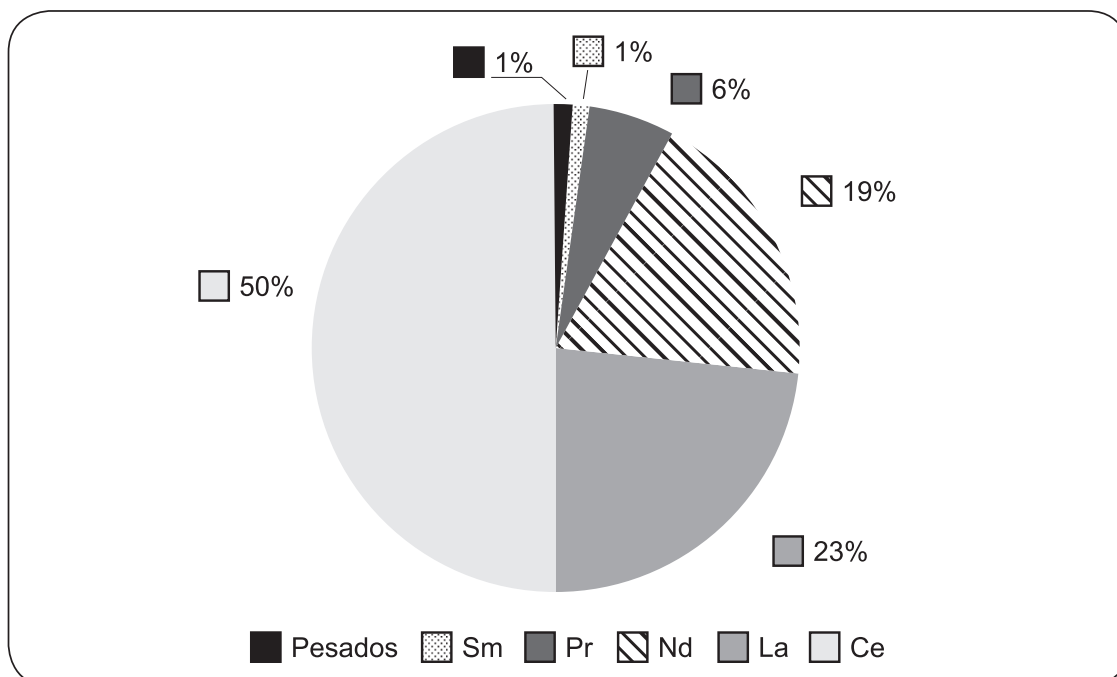
A seguir, será informada a tipificação, quanto aos teores de elementos de TR, das principais reservas da China, Austrália, Canadá, EUA, Dinamarca (Groenlândia) e África do Sul.

China

Os elementos de TR contidos na bastnasita são obtidos nas províncias da Mongólia Interior, de Gansu e de Sichuan. Na primeira província, o mineral é obtido como subproduto da extração do ferro, o que garante custos relativamente baixos em relação aos demais produtores. Nas duas outras, a bastnasita é obtida diretamente por mineração. As reservas na Mongólia Interior atingem trezentos milhões de toneladas, a um teor de 1,5% de óxidos e fator de recuperação de 25% a 50%. Em Sichuan, as reservas chegam a 17 milhões de toneladas, a um teor de 3% de óxidos de TR e fator de recuperação de 50%. A proporção dos elementos de TR na bastnasita da Mongólia Interior é observada no Gráfico 2. O mineral extraído em Sichuan tem composição semelhante.

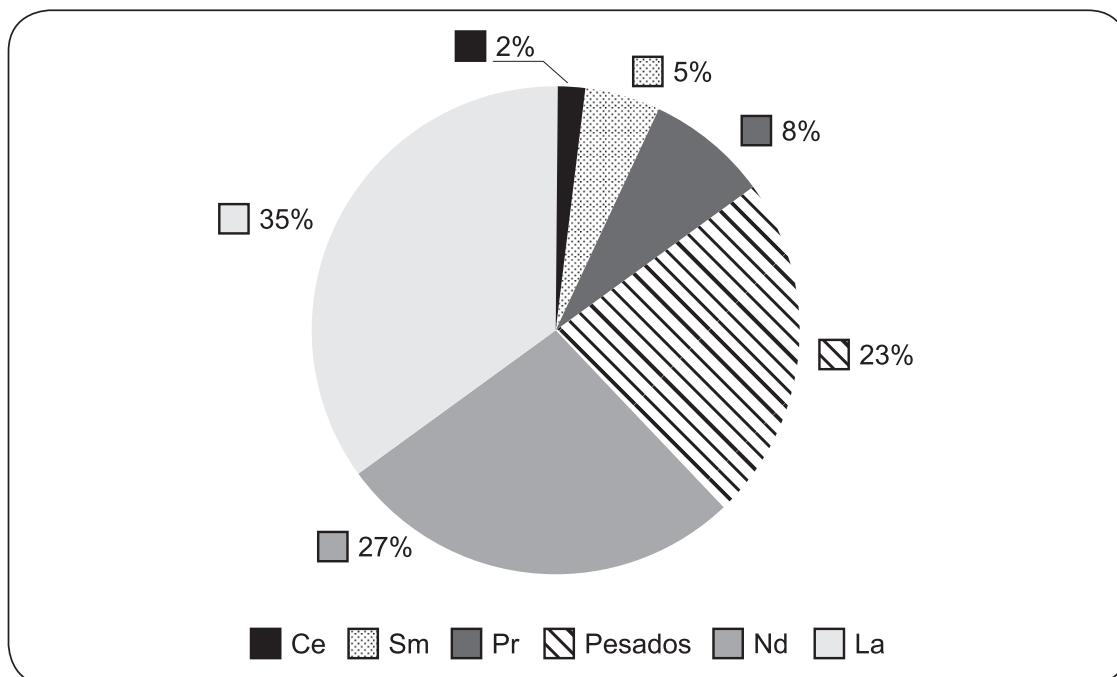
A extração de elementos de TR ocorre também nas províncias de Guangdong, de Hunan, de Jiangxi e de Jiangsu, a partir de argilas lateríticas. A proporção dos elementos de TR nas argilas de Jiangxi é exposta no Gráfico 3. Nessas argilas, o conteúdo de cério é baixo, mas o de elementos pesados de TR e de ítrio é particularmente elevado.

Gráfico 2 | Proporção dos elementos de TR no minério proveniente da Mongólia Interior, no norte da China



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Gráfico 3 | Proporção dos elementos de TR nas argilas provenientes de Jiangxi, no sul da China



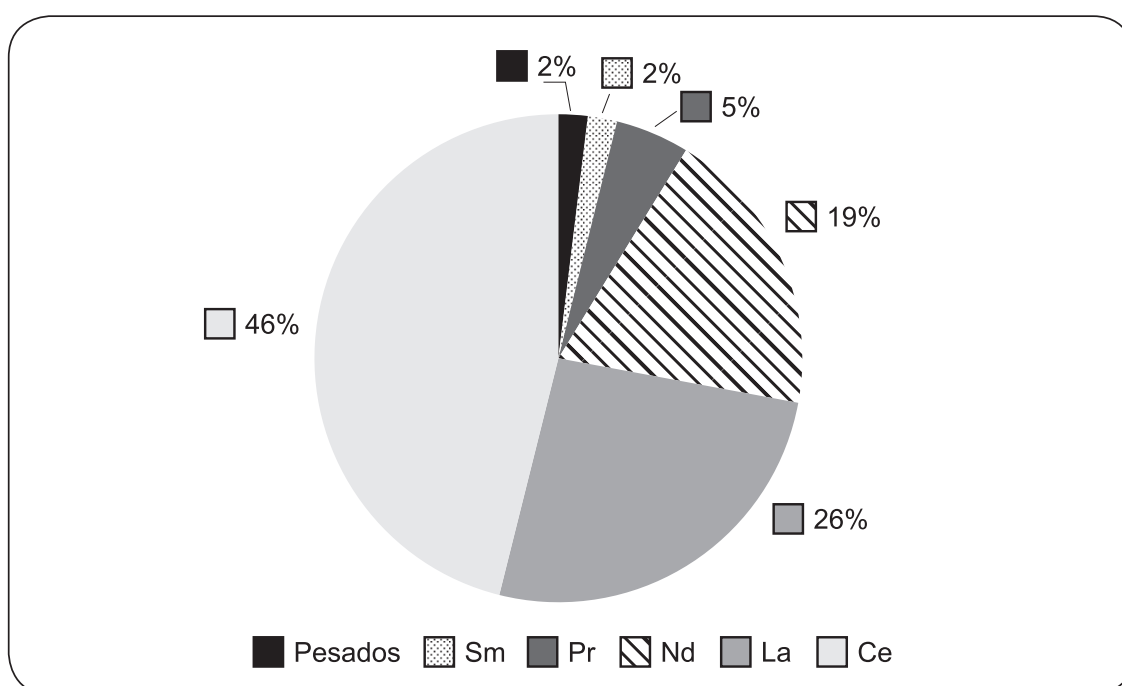
Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Austrália

Mount Weld

As reservas de Mount Weld foram estimadas em 12,2 milhões de toneladas de minério de monazita, a um teor de 9,7% de óxidos. O Gráfico 4 exibe a proporção dos elementos de TR encontrados na monazita de Mount Weld. A fina granulação do minério torna difícil seu tratamento.

Gráfico 4 | Proporção dos elementos de TR na monazita das reservas de Mount Weld, na Austrália



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

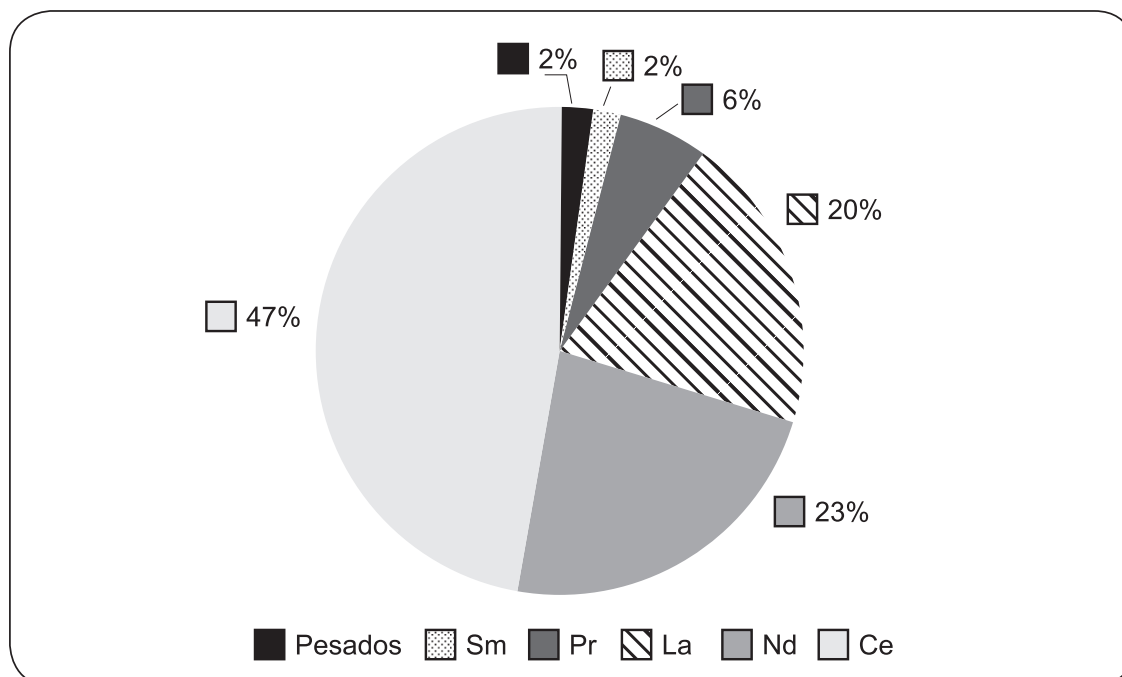
Nolans

As reservas do projeto Nolans são estimadas em 30,3 milhões de toneladas, a um teor de 2,8% de óxidos. A distribuição dos elementos de TR é mostrada no Gráfico 5.

Outros projetos

Estima-se que o projeto Dubbo Zirconia tenha uma reserva de 73,2 milhões de toneladas de minério, a um teor de 0,75% de óxidos. Além deste, o país conta com o Projeto Cummins Range, que se encontra no estágio de perfurações.

Gráfico 5 | Proporção dos elementos de TR nas reservas do projeto Nolans, na Austrália



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Canadá

Projeto Hoidas Lake

Estima-se uma reserva de minério de 1,4 milhão de toneladas, a um teor de 2,56% de óxidos. A proporção dos elementos de TR é observada no Gráfico 6.

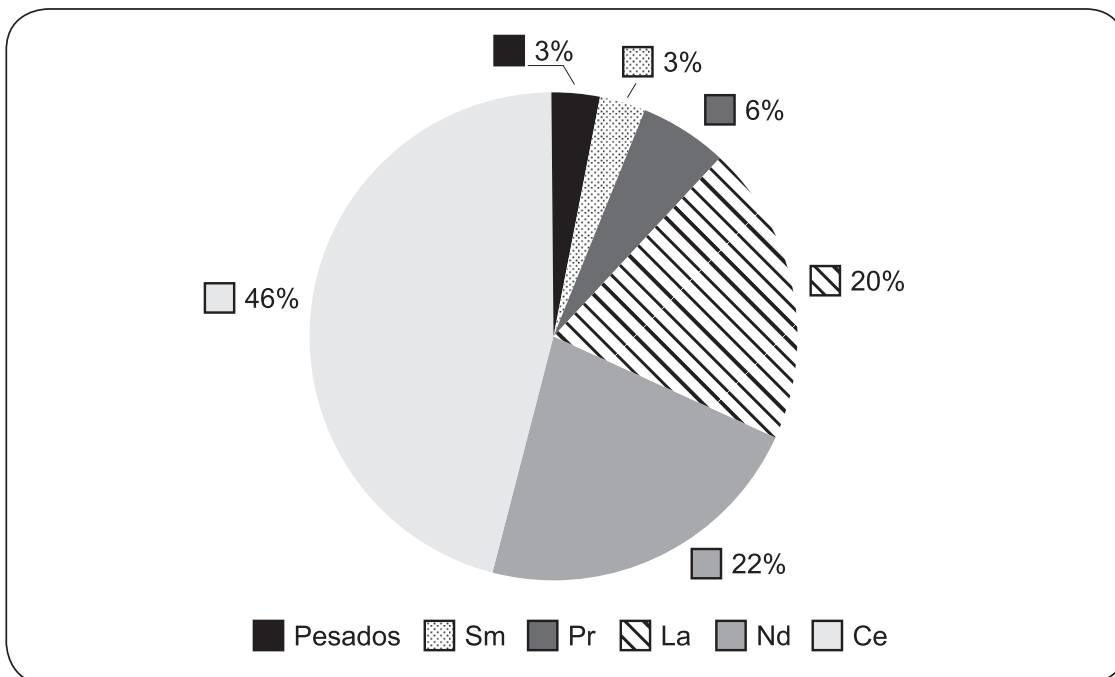
Projeto Thor Lake

Estima-se uma reserva de minério de 64,2 milhões de toneladas, a um teor de 1,79% de óxidos. A proporção dos elementos de TR é exibida no Gráfico 7.

Outros projetos

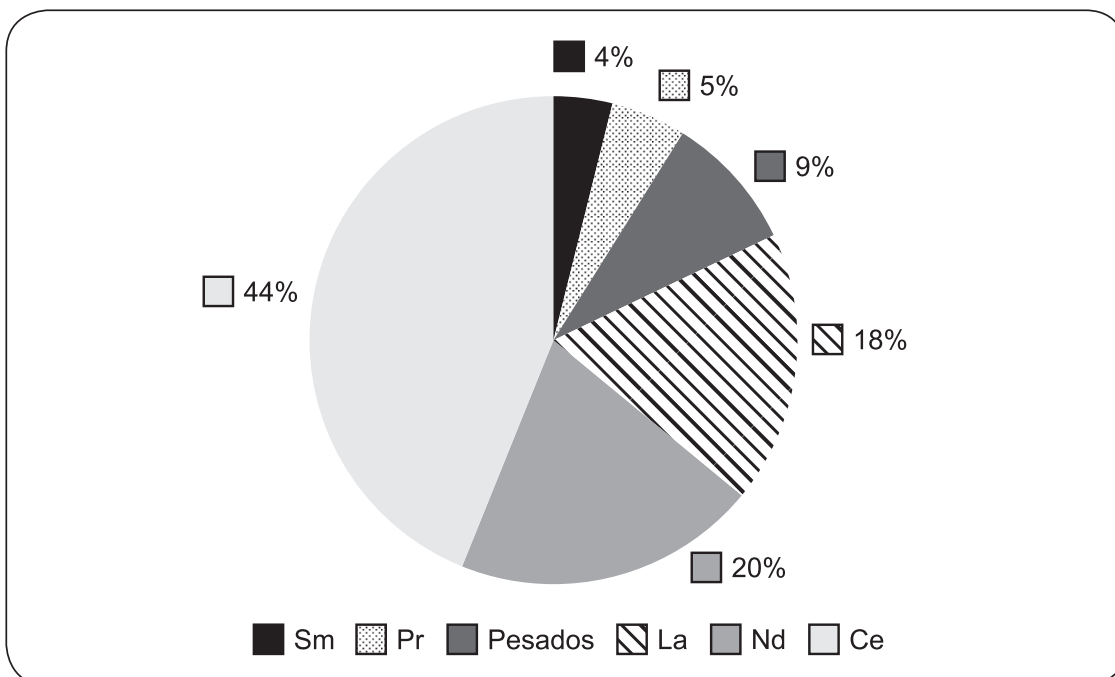
Benjamin River e Douglas River, com elevados teores de elementos pesados de TR, Eden Lake, Elliot Lake e Zeus.

Gráfico 6 | Proporção dos elementos de TR nas reservas do projeto Hoidas Lake, no Canadá



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Gráfico 7 | Proporção dos elementos de TR nas reservas do projeto Thor Lake, no Canadá



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

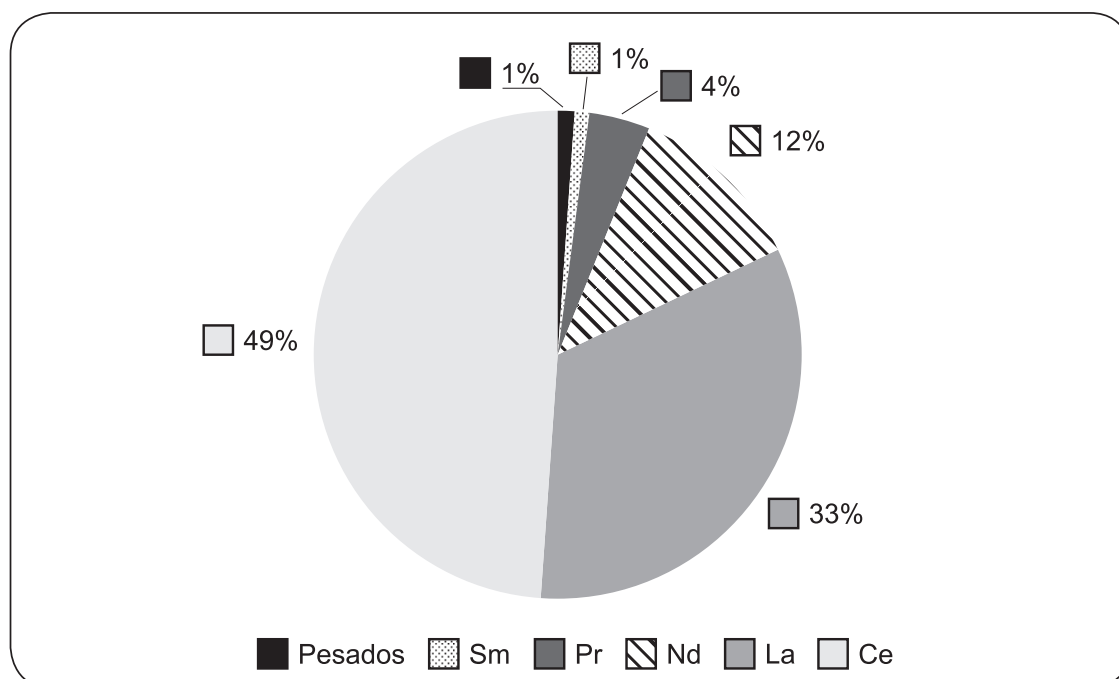
Mountain Pass

Trata-se da reabertura da mina que já foi a maior do mundo, mas que, por razões ambientais e baixos preços das TR, foi fechada em 2002. As reservas provadas são de cinquenta milhões de toneladas de minério, a um teor de 8,6% de óxidos, e de vinte milhões de toneladas, a um teor de 9,4%. Predominam os elementos cério e lantânio, como se observa no Gráfico 8.

Deep Sands

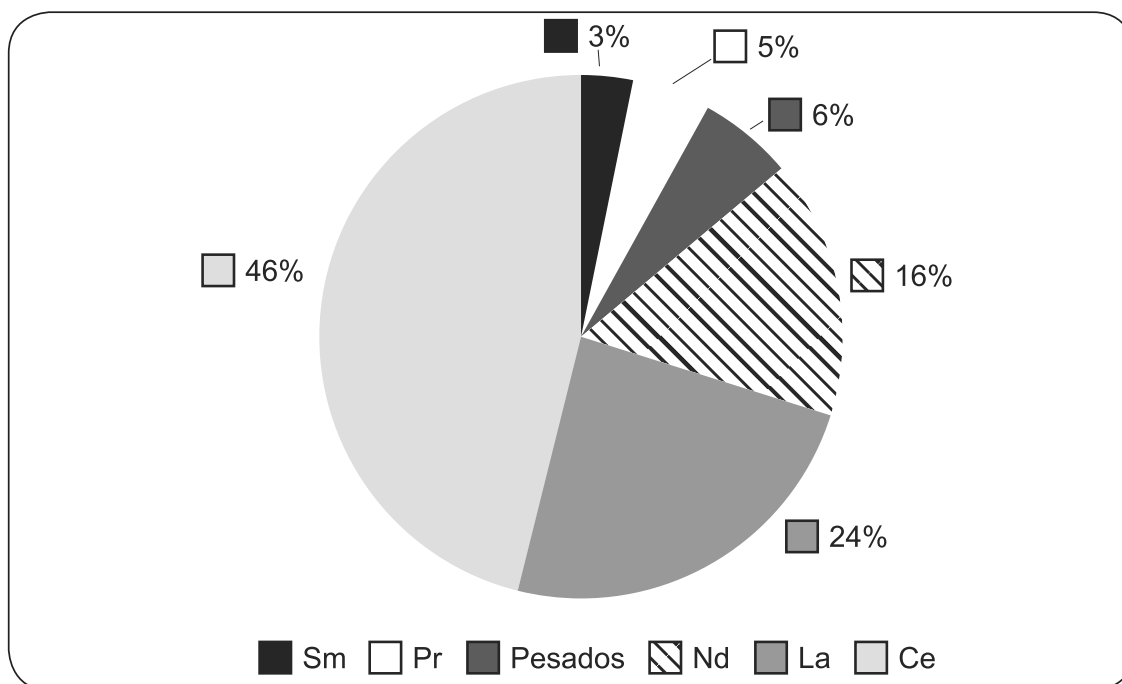
Este projeto baseia-se em areias enriquecidas em elementos de TR. Os teores de óxido oscilam entre 0,14% e 0,80%, os quais, embora baixos, são compensados pelo tipo de material e a grande quantidade estimada de minério, entre vinte e 120 milhões de toneladas. A proporção de elementos de TR é mostrada no Gráfico 9.

Gráfico 8 | Proporção dos elementos de TR nas reservas de Mountain Pass, nos EUA



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Gráfico 9 | Proporção dos elementos de TR nas reservas de Deep Sands, nos EUA



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Outros projetos

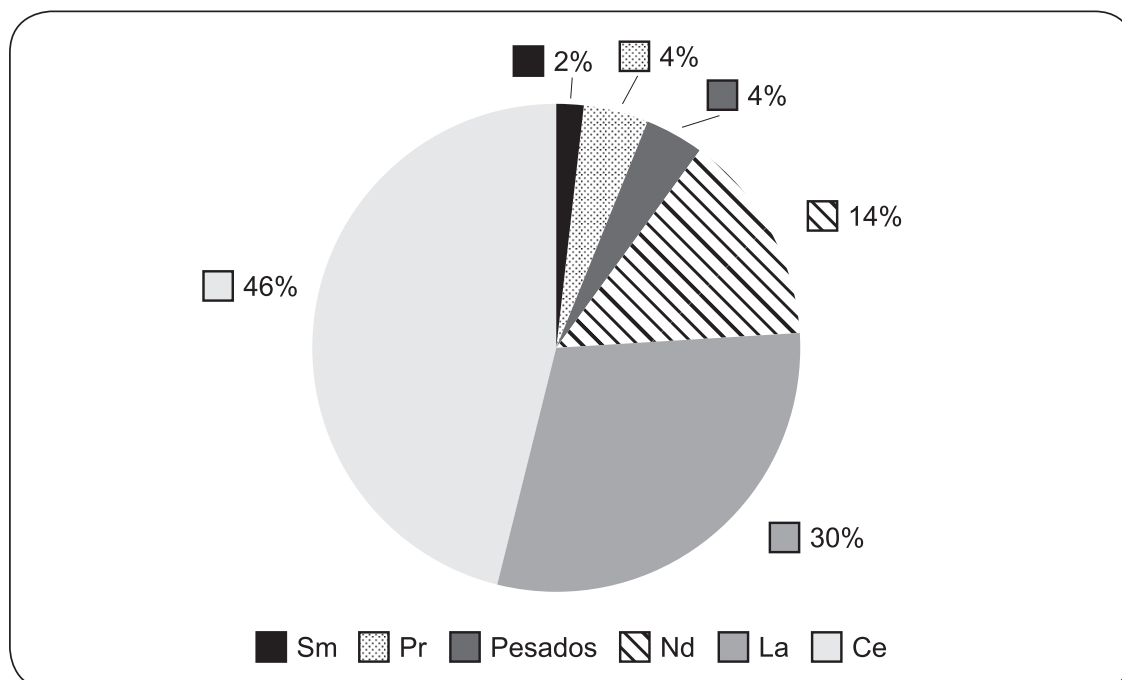
O projeto Bokan Mountain realiza a exploração de TR, embora como objetivo secundário. Tem reserva estimada em 170 milhões de toneladas de óxidos de elementos de TR, majoritariamente pesados.

O projeto Bear Lodge apresenta reserva inferida de 8,9 milhões de toneladas de óxidos, a um teor de 4,1%.

Dinamarca (Groenlândia)

O projeto Kvanefjeld, ainda em fase de pré-viabilidade, tem reservas indicadas e inferidas de 457 milhões de toneladas, a um teor de 1,07%. Além de elementos de TR, pretende-se explorar depósitos de urânio e de minerais de zinco e fluoreto de sódio, o que reduzirá os custos de extração das TR. A distribuição do conteúdo de TR é exposta no Gráfico 10.

Gráfico 10 | Proporção dos elementos de TR nas reservas de Kvanefjeld, na Groenlândia



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

África do Sul

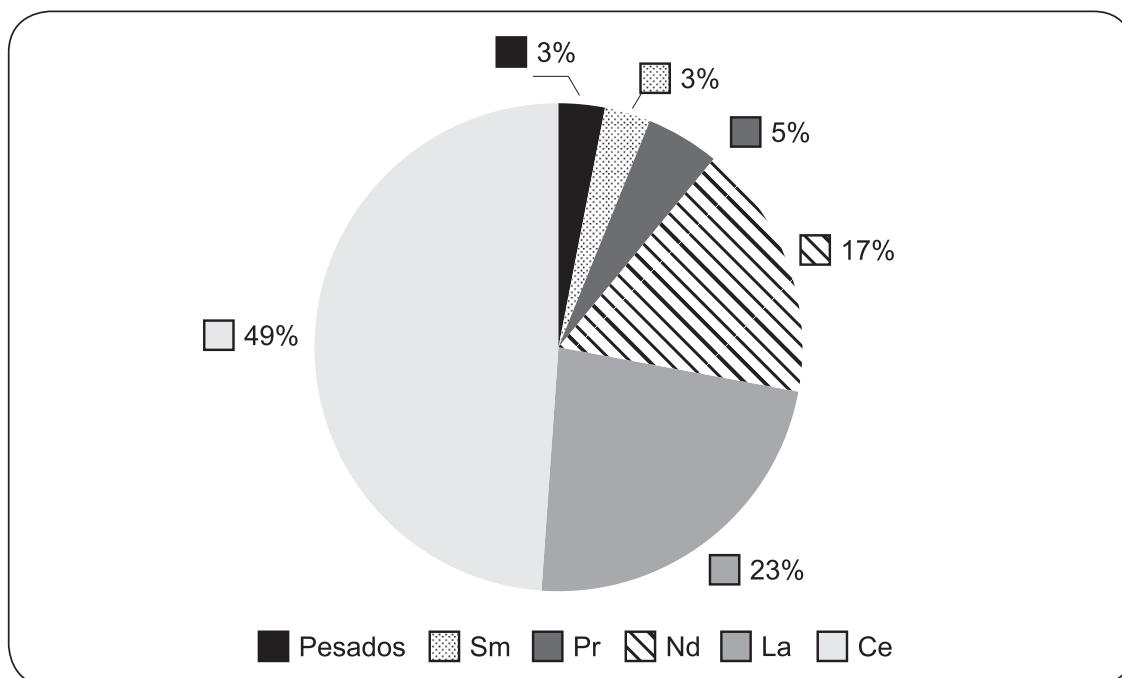
Mina de Steenkampskraal

Trata-se de uma antiga mina de tório que **esteve ativa** entre os anos de 1952 e 1963. Nos anos 1990, pretendeu-se a exploração de TR, mas tornou-se inviável por causa dos preços baixos do material chinês. Estima-se que nas 249,5 mil toneladas de minério e de rejeito o teor de óxidos seja de 16,74%. A proporção do conteúdo de TR é exibida no Gráfico 11.

Outras reservas

Na África do Sul, o projeto Zandkopsdrift tem reserva estimada de 31,5 milhões de toneladas, a um teor de 3,6% de óxidos de TR. No Malawi, há reservas inferidas de 107 mil toneladas, a um teor de 4,24% de óxidos, e baixos teores de tório. Na Groenlândia, há o projeto Sarfartoq.

Gráfico 11 | Proporção dos elementos de TR nas reservas de Steenkampskraal, na África do Sul



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Oferta mundial de TR

Desde a descoberta, em 1886, das areias monazíticas em Cumuruxatiba, na Bahia, até 1915, o Brasil foi o maior produtor isolado de minério de TR. Entre 1915 e 1960, o país dividiu essa liderança com a Índia.

Durante os anos 1950, a África do Sul atingiu a posição de produtor mundial depois da descoberta de veios pegmatíticos ricos em monazita. Dos anos 1960 aos anos 1980, a mina de Mountain Pass, na Califórnia, tornou-se a maior produtora de minérios de TR.

Atualmente, a produção mundial de óxidos de TR, de cerca de 134 mil toneladas, é composta por 97% de participação chinesa. Além disso, praticamente toda a oferta de TR pesadas é suprida pela China, com cerca de 97% em 2010.

As preocupações com o suprimento intensificaram-se em virtude dos recentes movimentos do principal produtor de TR. Nos últimos dois anos, a China vem anunciando algumas restrições ao comércio de TR, que incluem tributos mais altos sobre os minérios, restrições rigorosas às exportações e

pressões para o processamento do minério no próprio país. Essas medidas foram complementadas pela repressão ao contrabando de substâncias minerais.

Em setembro de 2009, a China anunciou planos de redução da quota de exportação em 35 mil toneladas entre 2010 e 2015, sob a alegação de conservar suas reservas e proteger o meio ambiente. Em outubro de 2010, o jornal *China Daily* publicou que o país reduziria as quotas de exportação de TR em cerca de 30% para proteger suas reservas da sobre-exploração. Já no fim de 2010, foi anunciado que a primeira rodada de quotas de exportação de 2011 seria de aproximadamente 14,5 mil toneladas, o que representava uma queda de 35% da primeira quota de 2010. Além das medidas restritivas internas, a China realizou aquisições de mineradoras e de áreas em países africanos com o propósito de garantir o suprimento de minerais de TR.

Em consequência do aumento da demanda e das restrições da oferta exportada iniciadas pela China, novas pesquisas de fontes de TR estão em curso na África do Sul, na Austrália, no Brasil, no Canadá, na Groenlândia e nos EUA. As minas nesses países foram fechadas quando houve a acelerada queda de preços, nos anos 1990, provocada pela abundante oferta chinesa. Conforme já comentado, está em processo de reabertura a mina de Mountain Pass, na Califórnia. Outros depósitos importantes em desenvolvimento incluem os projetos Nolans e Mount Weld, na Austrália, e o projeto Hoidas Lake, no Canadá. Este projeto tem potencial para suprir cerca de 10% do consumo anual de TR nos EUA.

Cogita-se, ainda, como mencionado anteriormente, a reativação das minas no complexo intrusivo alcalino de Thor Lake, no Canadá, outras no Vietnã, nos EUA (Nebraska) e em Kvanefjeld, Groenlândia.

Além disso, a mineradora australiana Lynas está concluindo uma refinaria de processamento de TR no porto de Kuantan, na Malásia, onde será processado o minério de baixa radioatividade da mina de Mount Weld. A empresa espera suprir cerca de um terço da demanda mundial de TR, ex-China.

Uma fonte significativa de óxidos de TR encontra-se no lixo eletrônico e de outros equipamentos que contêm componentes produzidos com TR. Os recentes avanços na tecnologia de reciclagem estão viabilizando a extração dessas substâncias. No Japão, estima-se que existam trezentas mil toneladas de TR armazenadas em produtos eletrônicos fora de uso.

Há também quantidades significativas de óxidos de TR em rejeitos acumulados em cinquenta anos de extração de minérios de urânio e de loparita

em Sillamäe, na Estônia. O país é responsável por 2% da produção mundial de TR. A Tabela 4 expõe a produção anual de óxido de TR no mundo e nos principais países produtores.

Tabela 4 | Produção anual de óxidos de TR no mundo e nos principais países produtores

Em toneladas de óxidos de TR contidos								
País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	ND	ND	ND	730	650	650	550	550
CEI	2.000	2.000	ND	ND	ND	ND	ND	ND
China	92.000	95.000	119.000	119.000	120.000	120.000	129.000	130.000
Índia	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
Malásia	250	250	750	200	380	380	350	350
Tailândia	2.200	2.200	---	---	ND	ND	ND	ND
Outros	---	---	400	ND	ND	ND	ND	ND
Mundo	99.100	102.000	123.000	123.000	124.000	124.000	133.000	134.000

Fonte: USGS (2011).

ND= Não disponível.

---= zero.

Apesar de disporem de reservas expressivas, tanto os EUA quanto a Austrália interromperam a produção nos anos relacionados na Tabela 4 em razão dos baixos preços.

Conforme explicitado, embora a China domine a oferta mundial de TR, diversos projetos se encontram em desenvolvimento em outros países. O período de maturação de um projeto novo, até o início da produção, é de seis a dez anos.

A seguir apresenta-se um sumário sobre os principais países produtores de TR, contemplando sua estrutura de oferta e projetos potenciais.

China

Desde 2003, a produção na China está estruturada em dois grupos. O grupo do norte compreende as províncias da Mongólia Interior, de Gansu e de Sichuan, cuja produção baseia-se em minérios portadores de bastnasita. Esse grupo responde por cerca de 70% da produção chinesa total de TR. O grupo do sul compreende as províncias de Guangdong, de Hunan, de Jiangxi

e de Jiangsu. Sua produção é baseada em argilas enriquecidas em elementos pesados de TR.

As exportações de TR foram rigidamente controladas pela China, como já comentado. As cotas de exportação estão reduzindo-se gradualmente desde 2005, mas a redução nos últimos dois anos foi mais acentuada.

Sabe-se que a China formou grandes estoques depois da queda acentuada nos preços, no fim dos anos 1990. Além disso, em 2006, o país criou uma taxa de exportação cujo efeito foi o aumento em 31% dos preços das matérias primas de TR e a consequente perda de competitividade dos produtores de ímãs fora da China, que ainda perdura.

Essa evidência mostra que tais políticas obtiveram êxito no estímulo ao crescimento da produção de alto valor agregado. Há uma grande preocupação de que a China possa, em breve, restringir mais severamente ou mesmo sustar a exportação de alguns elementos de TR a fim de garantir o suprimento de sua própria demanda crescente nos setores de produção de energia eólica, bicicletas elétricas e motores híbridos. De fato, tal é a expectativa de crescimento da demanda por TR na China, que o país pode tornar-se um importador líquido desses produtos.

Recentemente, o país indicou que poderia aprofundar esse processo. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de minas fora da China. Há, de fato, preocupação com o fato de o país reduzir cotas e tarifas de exportação para forçar uma redução dos preços mundiais e inibir produtores iniciais. Em razão das implicações comercialmente danosas, a China deve ser encorajada a manter a consistência de sua estratégia de longo prazo para as TR. Entretanto, em razão da grande participação das empresas chinesas em produtores estrangeiros, de seus próprios limites de produção e dos níveis de demanda interna, parece improvável que a China decida reduzir cotas e tarifas de exportação.

Com sua capacidade produtiva cada vez maior e seu interesse em aplicações de tecnologias limpas, a demanda interna por TR na China vem aumentando. A crescente produção de ímãs, motores e baterias para exportação agregarão valor à cadeia de suprimento de TR. As empresas fora da China devem escolher entre manter a confiança na cadeia de suprimento chinesa e desenvolver cadeias de suprimento não chinesas. Essa opção é mais atraente em razão das preocupações sobre direitos de propriedade intelectual, restrições ambientais e gestão de risco de suprimento.

Austrália

Na Austrália, há três projetos potencialmente produtores para 2014: Mount Weld, Nolans e Dubbo Zirconia. Os dois últimos, entretanto, com menores chances de realização.

Projeto Mount Weld

Este projeto encontra-se bem adiantado, com as aprovações necessárias e a construção em andamento. Envolve tanto uma mina quanto uma planta de beneficiamento que produzirá um concentrado de 40% de óxidos de TR. Esse concentrado será transportado por mil km até o porto de Fremantle e remetido à Malásia, onde será refinado. A planta na Malásia oferece as vantagens da abundância de água, energia elétrica e mão de obra a baixo custo e da proximidade com as indústrias químicas. O projeto deveria começar no fim de 2009, mas foi suspenso por dificuldades de financiamento. Parte do capital provinha da empresa chinesa China Nonferrous Metal Mining, o que foi bloqueado pelo órgão regulador australiano.

Projeto Nolans

Neste projeto, os estudos de pré-viabilidade já foram realizados e a produção da planta-piloto já iniciou. O projeto beneficia-se da ocorrência conjunta de fosfato, cloreto de cálcio e urânio. Apesar de contar com investimentos da empresa East China Exploration, ainda busca outros parceiros para a obtenção dos financiamentos necessários ao início da produção. Além disso, permanecem algumas questões críticas como: definir as reservas de minério; desenvolver um processo de extração; concluir um estudo de viabilidade; obter as aprovações para a produção; e obter apoio de clientes potenciais.

Projeto Dubbo Zirconia

Este projeto dispõe de uma planta-piloto e já processou setenta toneladas de minério, do que resultou a produção de mais de 1.300 kg de zircônio e trezentos kg de nióbio. A produção de ítrio e demais elementos de TR ainda será acrescentada. Espera-se que a produção anual de mil toneladas de TR comece em 2012.

Canadá

Há dois projetos no Canadá que poderão iniciar a produção entre 2012 e 2014: Hoidas Lake e Thor Lake. O projeto de Hoidas Lake encontra-se

em um estágio exploratório avançado, com alguns testes de produção já realizados. Mas persistem questões críticas a serem solucionadas, como o dimensionamento da reserva de minério, o desenvolvimento de um processo de extração, a finalização do projeto de viabilidade, a obtenção de aprovações para a produção e o apoio de possíveis clientes. Estima-se que a produção anual fique entre três e cinco mil toneladas de óxidos de TR.

O projeto Thor Lake já desenvolveu um avançado trabalho de exploração e o estudo de pré-viabilidade foi iniciado. Os obstáculos a serem vencidos são semelhantes àqueles enfrentados pelo projeto Hoidas Lake. Espera-se, no projeto Thor Lake, uma produção anual de cinco a dez mil toneladas de óxidos de TR, a partir de 2014.

EUA

Nos EUA, a única mina cuja produção ainda não foi iniciada é a de Mountain Pass, visto que os demais projetos potenciais se encontram em estágios iniciais. O projeto Mountain Pass consiste da reabertura da antiga mina de elementos de TR situada na Califórnia, que já foi a maior do mundo. O volume das reservas já está provado e são conhecidos os métodos de produção e beneficiamento de cada elemento de TR.

O projeto hoje dispõe de todas as licenças de produção e ambientais. O objetivo de produção diária é de duas mil toneladas de minério a partir de 2012.

A planta de separação já foi reiniciada para processar as pilhas de estoque de concentrado de bastnasita e a mineração de material novo reiniciou em 2011. Em 2009, a produção de óxidos de TR foi de 2,15 mil toneladas; em 2010 e 2011, de três mil toneladas; e, em 2012, espera-se produção de vinte mil toneladas de óxidos.

A empresa controladora do empreendimento, Molycorp, pretende integrar gradualmente a produção até a produção de ímãs de neodímio.

Outros países

Nos demais países, os projetos encontram-se em estágio inicial. Kvanefjeld, na Groenlândia, poderá atingir a produção de vinte mil toneladas anuais de óxidos de TR em 2014, apesar das etapas de planejamento e avaliação a serem vencidas.

Síntese

A Tabela 5 sintetiza a oferta total de óxidos de TR para 2014 publicada pela Industrial Minerals Company of Australia Pty Ltd. (IMCOA).

Tabela 5 | Oferta estimada de óxidos de elementos de TR para 2014 (em toneladas)

Óxido de TR	Oferta
Lantânio	54.750
Cério	81.750
Praseodímio	10.000
Neodímio	33.000
Samário	4.000
Európio	850
Gadolínio	3.000
Térbio	350
Disprósio	1.750
Érbio	1.000
Ho-Tm-Yb-Lu	1.300
Total	191.750

Fonte: IMCOA (2009).

Na Tabela 6, publicada pelo Great Western Minerals Group Ltd. (GWMG), expõe-se a oferta média anual, entre 2012 e 2014, de óxidos de elementos de TR, segundo sítios/regiões de produção selecionados. Nesse caso, a avaliação é mais otimista, pois, além da produção da China, de Mountain Pass e de Mount Weld, as de Nolan e de Thor Lake também podem ser consideradas.

Cenários de longo prazo

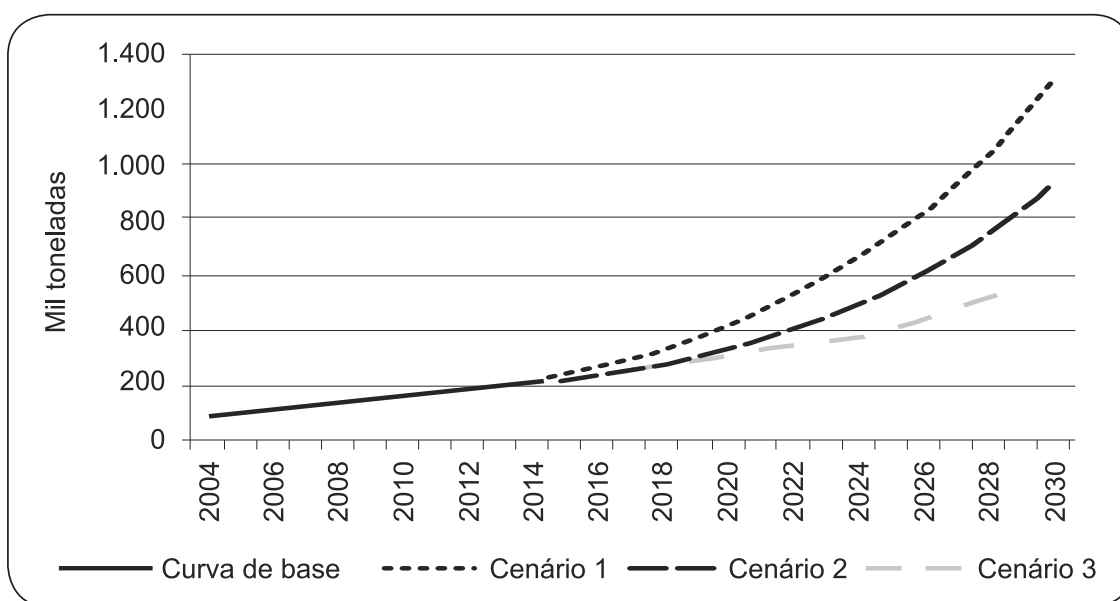
Uma vez que os veículos elétricos e híbridos só serão amplamente usados a partir de 2014, é necessário construir cenários de oferta de longo prazo. O Gráfico 12 indica três cenários de oferta de longo prazo utilizando como base as previsões da IMCOA até 2014.

Tabela 6 | Oferta média anual de óxidos de elementos de TR, entre 2012 e 2014, segundo sítios de produção selecionados (em toneladas)

Óxido de TR	China	Mt. Pass	Mt. Weld	Nolan's Bore	Thor Lake	Total
Lantânio	39.000	8.300	5.376	4.000	405	57.081
Cério	63.000	12.275	9.605	9.640	850	95.370
Praseodímio	7.500	1.085	1.138	1.196	170	11.089
Neodímio	24.000	3.000	3.910	4.300	780	35.990
Samário	3.000	200	512	480	1.085	5.277
Európio	600	25	116	82	40	863
Gadolínio	2.400	50	204	200	355	3.209
Térbio	300	0	19	16	45	380
Disprósio	1.350	0	34	68	250	1.702
Érbio	600	0	0	10	105	715
Ho-Tm-Yb-Lu	0	0	0	22	180	202
Total	141.750	24.935	20.914	20.014	4.265	211.878

Fonte: GMWG (2009).

Gráfico 12 | Cenários de oferta de longo prazo de óxidos de TR



Fontes: IMCOA (2009) e Oakdene Hollins R&C (2010).

O Cenário 1, mais otimista, assume que a oferta mundial crescerá a uma taxa anual de 12%, o que levaria a uma oferta de TR seis vezes maior em 2030. A fim de atender a esse aumento de oferta, será preciso abrir um grande número de novas minas. Para isso, todos os projetos aqui relacionados, ou a maioria deles, deverão entrar em produção e deverá haver um substancial aumento da produção chinesa.

O Cenário 2 e o Cenário 3 são mais realistas, ante as informações disponíveis sobre o suprimento de TR e os novos projetos em andamento. Ambos os cenários assumem que a China será bem-sucedida em restringir sua produção. Neles, a China reduzirá o crescimento da produção de 7% ao ano, em 2014, para 3% a partir desse ano. A diferença entre os cenários 2 e 3 reside no pressuposto de crescimento da produção nas outras partes do mundo. O Cenário 2 pressupõe que o resto do mundo manterá uma taxa de crescimento anual de 20% de 2014 até 2025, ano a partir do qual as taxas de crescimento se reduzirão. O Cenário 3 considera que o crescimento de oferta do resto do mundo se reduzirá já a partir de 2014. Nesse cenário, o crescimento de longo prazo para o resto do mundo é de 12% ao ano e a produção não chega a triplicar entre 2014 e 2025.

Demanda mundial de TR

Consumo

Em 2008, o consumo global de TR (incluindo ítrio) foi estimado em 124 mil toneladas. A Tabela 7 mostra a distribuição do consumo por região, segundo a aplicação, em 2008. O maior consumidor foi a China, com 60% da demanda. EUA, Japão e sudeste da Ásia foram responsáveis por quase toda a demanda restante. Já em 2010, o consumo chinês foi de setenta mil t, diante de uma produção global de 130 mil toneladas.

**Tabela 7 | Consumo global de TR, segundo a aplicação, em 2008
(em mil toneladas)**

Aplicação	China	Japão/SE Ásia	EUA	Outros	Total
Catalisadores	7,0	2,0	12,50	1,5	23,0
Vidros	8,0	2,0	1,00	1,5	12,5
Polimento	8,0	4,0	1,00	1,5	15,0

Continua

Continuação

Aplicação	China	Japão/SE Ásia	EUA	Outros	Total
Ligas metálicas	16,0	4,0	1,00	1,0	22,5
Ímãs	21,0	3,0	0,50	1,0	26,5
Fosforescentes	5,0	2,0	0,50	0,5	9,0
Cerâmicas	2,0	2,0	1,25	0,8	7,0
Outros	6,0	2,0	0,25	0,3	8,5
Total	73,0	21,0	18,00	8,0	124,0

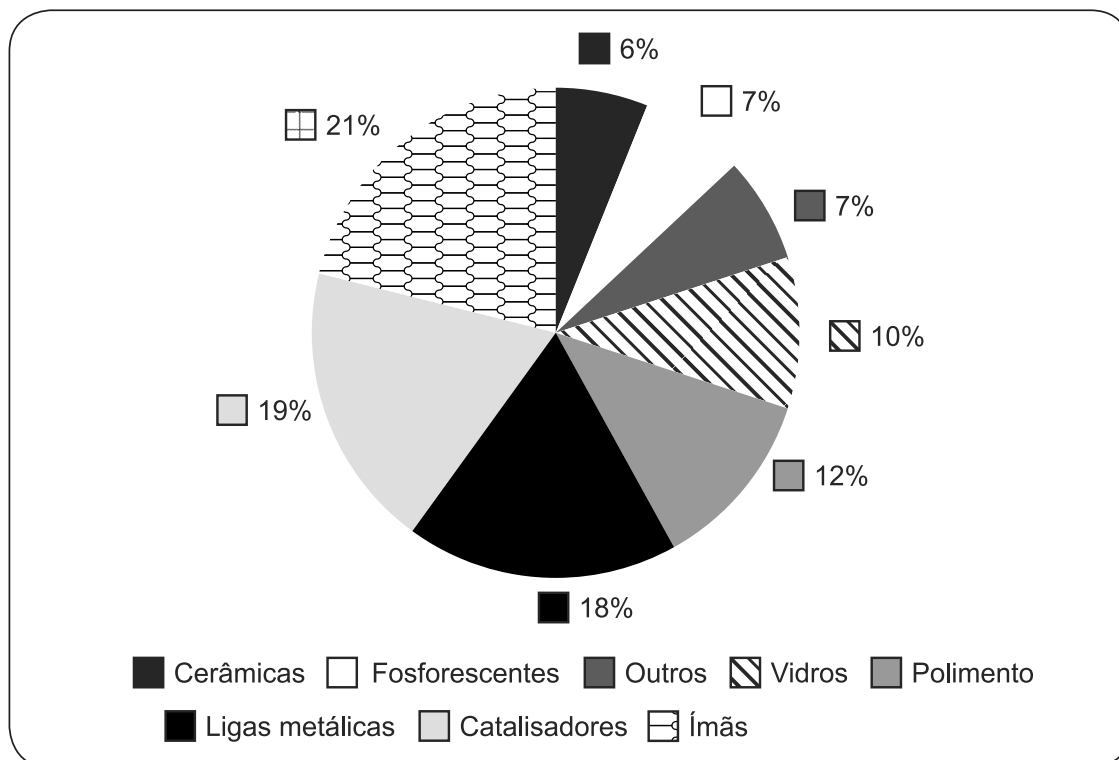
Fonte: IMCOA (2009).

A China voltou-se, com ênfase, para o desenvolvimento de “materiais avançados” com alto valor agregado. Nesses setores, a demanda cresceu mais de 20% ao ano entre 2005 e 2007. Espera-se que o crescimento da demanda na China exceda o de outros países e que sua participação na demanda mundial seja ainda maior até 2014. Não se sabe com certeza o quanto a China exporta de produtos intermediários e acabados de TR, apesar da considerável demanda doméstica voltada para a fabricação de turbinas eólicas e bicicletas elétricas. Entretanto, considerando o atual domínio do país sobre a oferta mundial, qualquer produto portador de lantanídeos será, em algum ponto da cadeia de suprimentos, fornecido pela China.

A proporção estimada do consumo de TR segundo a indústria, em 2011, é exibida no Gráfico 13, e a distribuição dos respectivos valores, na Figura 14.

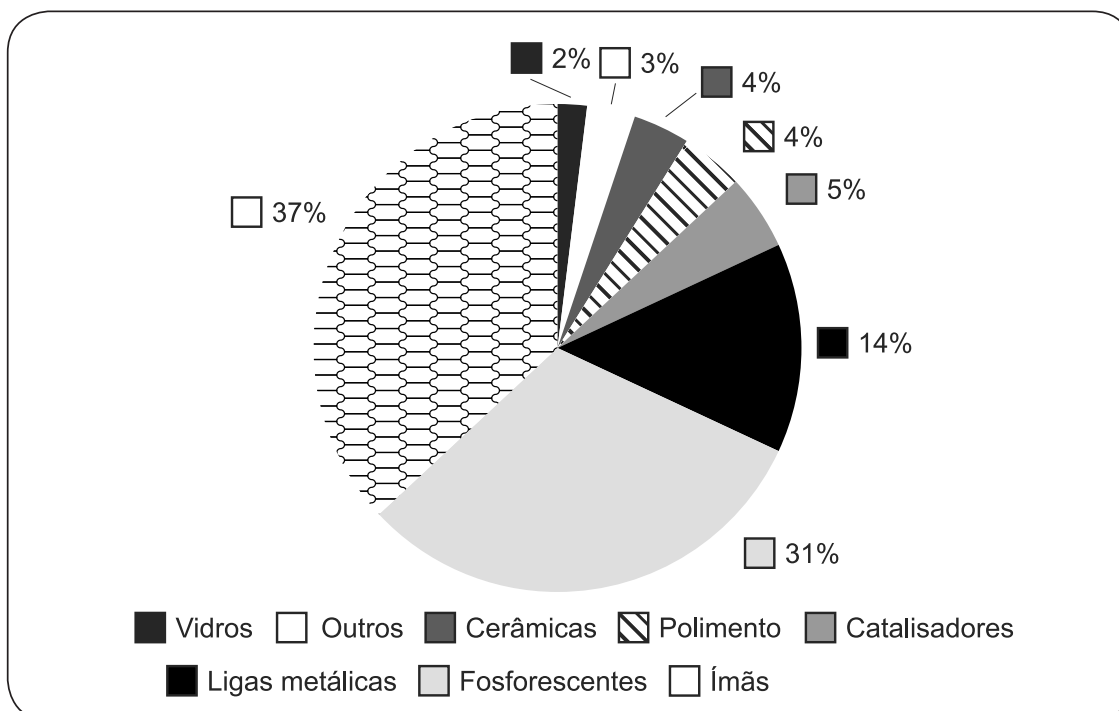
A previsão da demanda para 2014, comparada à de 2008, ano da crise, é mostrada na Tabela 8 e Gráfico 15. Estima-se que o consumo global, incluindo o de ítrio, fique entre 170 mil e 190 mil toneladas, com crescimento de 8 a 11% ao ano entre 2011 e 2014. As maiores taxas de crescimento referem-se a ímãs e ligas metálicas, que são utilizados em veículos híbridos e elétricos: em ambos os casos, as taxas são superiores a 10% ao ano.

Gráfico 13 | Proporção estimada do consumo de TR, segundo a indústria, em 2011



Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

Gráfico 14 | Proporção estimada do valor do consumo de TR, segundo a indústria, em 2011



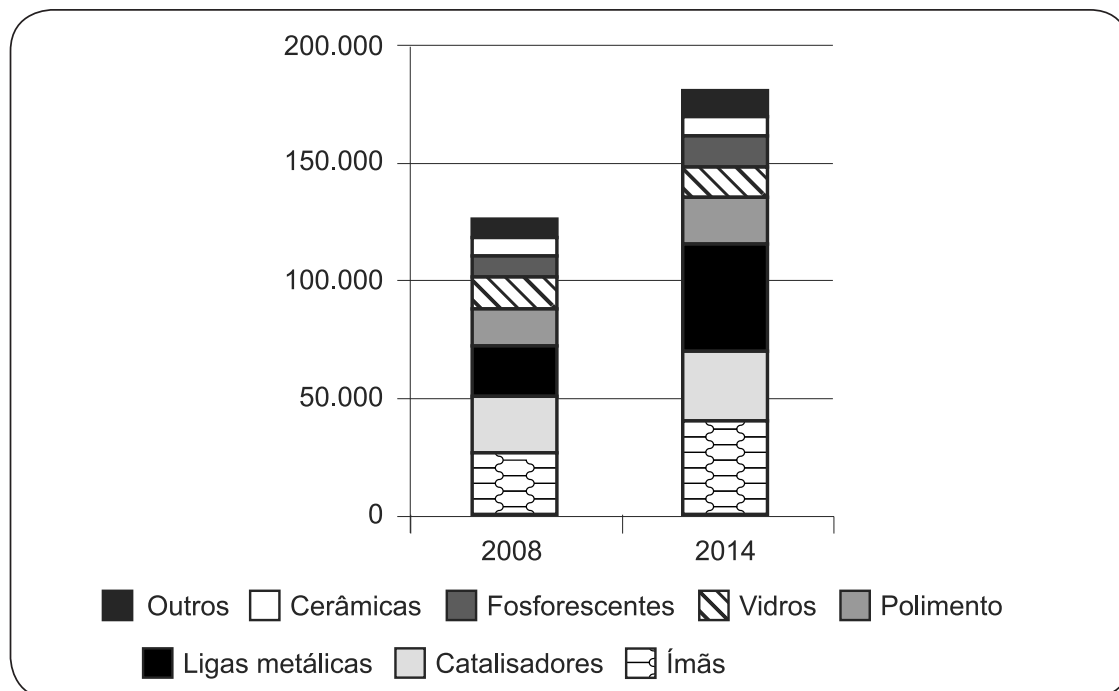
Fonte: Oakdene Hollins Research & Consulting (2010).

**Tabela 8 | Previsão de demanda de elementos de TR, segundo a aplicação
(em mil toneladas por ano)**

Aplicação	Consumo 2008	Consumo 2014	Var. 2011-14
Ímãs	26,5	39,0-43,0	10-15
Catalisadores	23,0	28,0-30,0	6-8
Ligas metálicas	22,5	43,0-47,0	15-20
Polimento	15,0	19,0-21,0	6-8
Vidros	12,5	12,0-13,0	Insignificante
Fosforescentes	9,0	11,0-13,0	7-10
Cerâmicas	7,0	8,0-10,0	7-9
Outros	8,5	10,0-12,0	7-9
Total	124,0	170,0-190,0	8-11

Fonte: IMCOA (2009).

Gráfico 15 | Previsão de demanda de elementos de TR, em toneladas anuais, segundo a aplicação



Fonte: IMCOA (2009).

Preços

Os elementos de TR são negociados no mercado privado. Os preços são publicados periodicamente em *sites* como o *mineralprices.com* e o *metal-pages.com*. Os elementos são vendidos a teores de 99%, na forma de óxidos ou em ligas a teores variados. Por essa razão, os preços podem variar em função da qualidade e da quantidade requeridas nas aplicações.

A Tabela 9 expõe o preço médio anual para elementos a teores de 99%, cotados em US\$/kg *FOB* China.

Tabela 9 | Preços de exportação dos óxidos de TR na China, entre 2007 e 2011 (valores em US\$/kg)

Óxido de:	2007	2008	2009	4T/10	1T/11	20.6.11
Lantânio	3,44	8,71	4,88	52,49	75,87	140,10
Cério	3,04	4,56	3,88	52,62	77,52	150,60
Neodímio	30,24	31,90	19,12	81,38	130,23	330,00
Praseodímio	29,05	29,48	18,03	78,62	119,65	235,50
Samário	3,60	5,20	3,40	36,58	72,75	135,60
Disprósio	89,10	118,49	115,67	287,85	412,90	1.470,00
Európio	323,90	481,92	492,92	611,54	719,20	3.400,00
Térbio	590,40	720,77	361,67	620,38	717,60	2.800,00

Fonte: <www.lynascorp.com>.

A Tabela 10 relaciona os preços domésticos chineses, em US\$/kg. O preço doméstico é determinado com base no preço FOB, do qual se subtraem o imposto de valor agregado, as taxas de exportação (de 15 a 25%) e o custo da cota de exportação.

Tabela 10 | Preços domésticos dos óxidos de TR na China, em 2011 (valores em US\$/kg)

Óxido de:	jan. 11	fev. 11	mar. 11	abr. 11	mai. 11	jun. 11
Lantânio	4,57	5,18	12,50	16,77	23,02	25,93
Cério	5,56	7,01	12,50	24,39	28,96	32,41
Neodímio	48,78	57,62	77,74	105,49	140,24	223,77

Continua

Continuação

Óxido de:	jan. 11	fev. 11	mar. 11	abr. 11	mai. 11	jun. 11
Praseodímio	39,63	45,73	71,65	91,46	103,66	163,58
Samário	3,20	3,96	5,18	11,43	11,43	16,98
Disprósio	283,54	352,90	419,21	512,96	769,82	1.620,37
Európio	480,18	513,72	670,73	960,37	1.676,83	4.120,37
Térbio	472,56	548,78	670,73	975,61	1.448,17	3.240,74

Fonte: <www.lynascorp.com>.

Os preços de elementos mais pesados, como o disprósio, o európio e o térbio, são bem mais elevados em razão da relativa escassez. Os preços para corpos de minério específicos variam de acordo com a composição.

Os preços dos elementos utilizados em ímãs – neodímio, praseodímio, disprósio e térbio – foram triplicados ou quintuplicados entre 2001 e 2008, antes da queda em 2009 provocada pela crise.

Depois da crise, notadamente a partir do segundo semestre de 2010, os preços de exportação da China de todos os elementos de TR tiveram altas muito significativas, alguns chegando a um aumento de mais de 16 vezes, como o lantânio.

Balanço mundial de oferta e demanda

O panorama das TR resume-se em restrições de oferta de curto prazo enquanto novas minas não entrarem em operação, conquanto no longo prazo as reservas mundiais deverão atender à demanda prevista. Entretanto, espera-se escassez dos elementos de TR mais procurados em 2014.

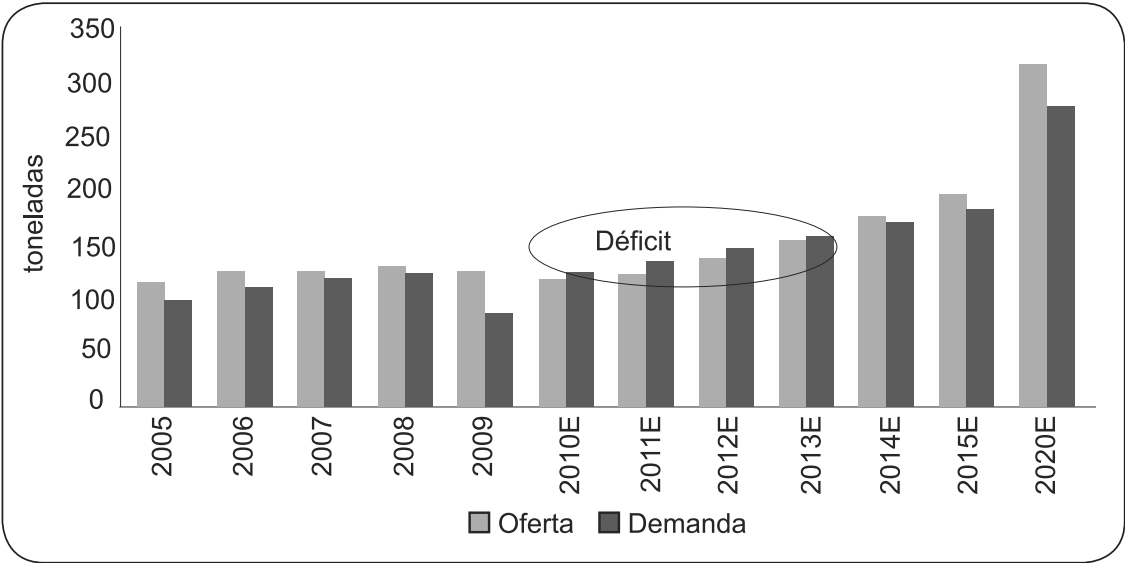
O Gráfico 16 mostra a situação de oferta e demanda, estimada a partir de 2010, considerando-se que as tendências atuais perdurem, que novos projetos sejam desenvolvidos e que haja um equilíbrio entre oferta e demanda para cada elemento de TR.

Prevê-se que tanto a oferta quanto a demanda aumentarão fora da China, mas a produção do resto do mundo participará mais na oferta mundial.

Por elemento

A Tabela 11 e a Tabela 12 apresentam, respectivamente, dois conjuntos com estimativas de balanço oferta-demanda médio para o período de 2012 a 2014, realizadas pelo GWMG, e exclusivamente para 2014, pela IMCOA.

Gráfico 16 | Oferta e demanda globais de óxidos de TR entre 2005 e 2020E



Fonte: Ernst & Young (2011).

Apesar de a oferta total exceder a demanda prevista, ambos revelam deficiências em relação a alguns elementos, como neodímio, disprósio e térbio. Entretanto, ao custo de um desempenho inferior, o praseodímio pode substituir o neodímio. Por outro lado, em ambas as estimativas o lantânio terá oferta 7% maior que a demanda.

É possível que, em relação aos elementos escassos, haja aumentos de preços significativos. Isso levará a que esses elementos sejam destinados a aplicações avançadas que não tenham opções para as quais não haja substitutos.

Tabela 11 | Balanço entre valores médios anuais de oferta e demanda de óxidos de TR para o triênio 2012-2014 (em toneladas)

Óxido de TR	Oferta total	Demanda	Balanço	Bal./Dem. (%)
Lantânio	57.081	53.000	4.081	7,70
Cério	95.370	66.000	29.370	44,50
Praseodímio	11.089	9.250	1.839	19,88
Neodímio	35.990	43.475	(7.485)	(17,22)
Samário	5.277	2.775	2.502	90,16
Európio	863	925	(63)	(6,81)
Gadolínio	3.209	2.775	434	15,64

Continua

Continuação

Óxido de TR	Oferta total	Demanda	Balanço	Bal./Dem. (%)
Térbio	380	700	(320)	(45,71)
Disprósio	1.702	2.600	(898)	(34,54)
Érbio	715	850	(135)	(15,88)
Ítrio	9.178	14.800	(5.622)	(37,99)
Ho-Tm-Yb-Lu	202	2.850	(2.648)	(92,91)
Total	221.056	200.000	21.055	10,53

Fonte: GMWG (2009).

Tabela 12 | Balanço entre médias anuais de oferta e demanda de óxidos de TR, para 2014 (em toneladas)

Óxido de TR	Oferta total	Demanda	Balanço	Bal./Dem. (%)
Lantânio	54.750	51.050	3.700	7,25
Cério	81.750	65.750	16.000	24,33
Praseodímio	10.000	7.900	2.100	26,58
Neodímio	33.000	34.900	(1.900)	(5,44)
Samário	4.000	1.390	2.610	187,77
Európio	850	840	10	1,19
Gadolínio	3.000	2.300	700	30,43
Térbio	350	590	(240)	(40,68)
Disprósio	1.750	2.040	(290)	(14,22)
Érbio	1.000	940	60	6,38
Ítrio	11.750	12.100	(350)	(2,89)
Ho-Tm-Yb-Lu	1.300	200	1.100	550,00
Total	203.500	180.000	23.500	13,06

Fonte: IMCOA (2009).

Terras-raras no Brasil

Ocorrências de minerais de TR

As reservas de minerais de TR mais expressivas do Brasil localizam-se nos municípios de Presidente Figueiredo (AM) e de Catalão (GO). No

primeiro caso, a ocorrência de xenotímio está associada à mineralização de cassiterita, um minério de estanho, e a reserva estimada é de vinte mil toneladas de óxidos de TR. No segundo, a ocorrência de monazita associa-se à mineralização de pirocloro e apatita – minerais de nióbio e de fósforo, respectivamente –, e as reservas estimadas são de trinta mil toneladas de monazita a um teor de 7,56% de óxidos de TR.

A costa do Brasil já foi exaustivamente pesquisada e não há expectativa de se ter acesso a reservas semelhantes às aquelas exploradas pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e pelas suas antecessoras durante décadas. Nas diversas ocorrências localizadas ao longo da costa, a lavra não é permitida ou seria extremamente custosa, seja por questões de preservação ambiental ou porque o solo encontra-se habitado.

Por outro lado, existe uma gama de minerais contendo TR não acumulados em aluviões marinhos que podem ser estudados com o objetivo de se encontrarem fontes alternativas para a monazita. Atualmente, o mais promissor é o minério do Córrego do Garimpo, localizado em Catalão (GO), cujos direitos minerários pertencem à Vale Fertilizantes S.A.

De 1997 a 2001, foram elaborados estudos visando à exploração conjunta das reservas de TR existentes em Catalão, conforme convênio celebrado com a INB. O projeto previu a produção de concentrados e óxidos individuais de TR. Das reservas existentes, foi bloqueada apenas a parte medida. Pesquisou-se, também, a porção de rocha alterada do Córrego do Garimpo e foram estimadas mais de um milhão de toneladas de TR contidas no minério, com um teor médio de 7,63% a um *cutoff* de 5%. Devem ser levadas em conta, ainda, as TR existentes no silexito, na rocha sã e o depósito localizado em Lagoa Seca. Em seguida, foram elaborados estudos preliminares de beneficiamento físico pelo Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) e pelo Laboratório de Caracterização Tecnológica (LCT/USP). O processo químico foi pilotado pelo CDTN e, depois, pela equipe técnica da INB. Esse projeto foi interrompido pela demora na concessão de licença de operação para a INB Caldas, uma vez que a previsão era instalar a unidade química ao lado do Tratamento Químico da Monazita (TQM).

No minério de Catalão, o mineral que contém as TR também é um fosfato, porém difere da monazita por ser solúvel em ácidos nas condições

normais de temperatura e pressão e pelos baixíssimos teores de urânio e tório.

No Apêndice II são discriminadas a ocorrências de minerais portadores de elementos de TR no Brasil.

Reservas

Segundo relatório do Departamento Nacional da Produção Mineral [DNPM (2011)], as reservas brasileiras de terras-raras representam menos de 1% do total mundial. Totalizam 30.627 t de metais de terras-raras contidos em minérios e 9,7 mil t de metais em monazita, localizadas nos estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro. As empresas que detêm essas reservas são as seguintes: Mineração Terras Raras (seis milhões de t de reservas lavráveis, com teor de 0,5% de TR, com trinta mil t de metal contido); INB (609 mil t de reserva lavrável, com teor de 0,103% de TR, com 627 t de metal contido) e Vale (17,2 mil t de TR de reservas medidas e indicadas, contendo 57% de monazita, equivalente a 9,7 mil t).

Ainda de acordo com o relatório citado, outras reservas, não consideradas no parágrafo anterior, incluem a da província mineral de Pitinga, em Presidente Figueiredo (AM), com dois milhões de t de xenotímio, com 1% de ítrio, e a de Catalão (GO), onde a Anglo American Brazil é proprietária de um depósito com 1,1 milhão de t de fosfato contendo cério e lantânio, ao teor de 7,6%, e baixíssimos teores de urânio e tório [Rosental (2008)].

Produção de compostos de TR

O início da produção de compostos de TR no Brasil ocorreu no fim da década de 1940. A produção iniciou-se com a Usina Santo Amaro (Usam), pertencente às Indústrias Químicas Reunidas S.A. (Orquima), localizadas na cidade de São Paulo, com a monazita. Esse mineral era beneficiado na Usina de Praia (Upa), pertencente à Sociedade Comercial de Minérios Ltda. (Sulba), localizada em Buena, no atual município de São Francisco de Itabapoana, no norte do estado do Rio de Janeiro, ambas empresas privadas.

Em 1960, em razão da presença de urânio e tório na monazita, ocorreu a estatização da Sulba, cujas atividades foram assumidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). No mesmo ato, a CNEN assume

parte da Orquima (o TQM). A implantação e a operação do TQM se deram de acordo com os melhores padrões tecnológicos, em nível mundial, com a fabricação de produtos de alta qualidade e grande ênfase na área de pesquisa e desenvolvimento, gerando resultados práticos importantes, ao colocar no mercado de novos produtos.

A Usam passou por fases com características bem distintas, que explicam os motivos pelos quais o Brasil se atrasou mundialmente no que se refere ao aproveitamento das TR, consideradas entre os “materiais da terceira onda” por suas aplicações em produtos de alta tecnologia.

Desde julho de 2005, com a interrupção da unidade de TQM da INB, em Caldas (MG), depois de um ano de atividade, a produção de compostos de TR no Brasil reduziu significativamente.

Demanda

Apesar de existirem no Brasil reservas minerais de terras-raras, conforme mencionado, o país ainda não tem uma demanda que justifique a mineração de TR em larga escala.

Nos últimos 15 anos, quase não houve demanda por parte de empresas em relação a terras-raras, tanto no tocante à produção mineral como à fabricação de produtos com maior valor agregado que utilizem esse insumo. No entanto, foi significativo o número de 65 requerimentos para pesquisa mineral de terras-raras em 2010, considerando que nos cinco anos anteriores eles foram praticamente inexistentes.

Entre as principais aplicações dos compostos de terras-raras no Brasil, citam-se: composição e polimentos de vidros e lentes especiais; catalisadores de automóveis e refino de petróleo; fósforo para tubos catódicos de televisor em cores; ímãs permanentes para motores miniaturizados; ressonância magnética nuclear; cristais geradores de laser; supercondutores; e absorvedores de hidrogênio.

A produção brasileira de óxidos de TR foi de 550 toneladas em 2010, equivalendo a apenas 0,41% da produção mundial. O consumo de produtos de TR na forma de compostos químicos e manufaturados foi de 1.315 toneladas, em 2010. Somente na produção de catalisadores, o consumo de óxidos de TR foi de oitocentas toneladas.

É provável que, nos próximos dez anos, haja um aumento substancial no consumo de TR no Brasil, em virtude do aumento da capacidade de refino de hidrocarbonetos, da produção automotiva, de motores e turbinas que requeiram o uso de ímãs permanentes e da possível produção de telas de alta definição de aparelhos eletrônicos.

Importações

Segundo dados do Departamento Nacional da Produção Mineral, em 2010, o Brasil importou compostos químicos e produtos manufaturados com elementos de TR no montante de US\$ 14,1 milhões *FOB*. Essas importações foram originadas principalmente dos seguintes países: (i) bens primários: EUA (88%); (ii) produtos manufaturados: China (82%), EUA (5%), Bulgária (7%), Austrália (2%) e Bélgica (2%); (iii) compostos químicos: China (93%), EUA (2%), Espanha (2%) e França (2%).

Exportações

O Brasil exportou, em 2010, compostos químicos e produtos manufaturados no montante de US\$ 1,4 milhão *FOB*. O principal país de destino dos compostos químicos exportados foi a Espanha (99%). Para os produtos manufaturados, os principais países de destino foram Reino Unido (27%), Canadá (21%), Angola (21%), EUA (17%) e Países Baixos (4%).

Perspectivas e conclusões

O mercado global de terras-raras, elementos químicos metálicos utilizados pela indústria de alta tecnologia, deve praticamente dobrar sua produção até 2020. Até 2014, prevê-se um *déficit* na oferta desse grupo de elementos, dos quais o mais emblemático é o caso do neodímio, usado em *smartphones* e turbinas eólicas, entre outras aplicações.

Atualmente, há mais de duzentos projetos de exploração sendo desenvolvidos por 165 empresas em 24 países. A maioria dos projetos está concentrada na China, mas os EUA, a CEI e o Canadá também desempenham papel importante nessa expansão. O aporte desses novos projetos poderá gerar uma sobreoferta já a partir de 2014, o que pode aumentar ainda mais a volatilidade dos preços desses elementos, que já é muito alta.

Mesmo com preços atuais que permitem amplas margens, as grandes mineradoras continuam fora do mercado de TR. Elas preferem trabalhar com larga escala, e as terras-raras são utilizadas em baixo volume pela indústria. Basicamente, os projetos são realizados por mineradoras de menor porte, conhecidas como *junior companies*, com o apoio de investidores.

No caso do Brasil, com baixa demanda, uma forma de estimular a mineração de TR e a fabricação de produtos com base nesses insumos seria estabelecer parcerias/consórcios entre as empresas consumidoras – por exemplo, as fabricantes de motores com ímãs permanentes, as empresas produtoras de catalisadores automotivos e de refino de petróleo, entre outras – e as empresas mineradoras, com vistas a diminuir o risco de abastecimento e a volatilidade e a permitir uma margem adequada para as mineradoras, viabilizando, assim, investimentos nesse segmento estratégico.

Um dos principais vetores para o desenvolvimento da exploração de TR tem sido a resposta dos principais países consumidores à estratégia de barreiras à exportação adotada ultimamente pela China, visando à garantia de suprimento estável, ainda que a um alto custo relativo de produção.

Apêndice I | Produtos e aplicações dos elementos de terras-raras

Elemento (símbolo)	Produto	Aplicação
Escândio (Sc)	Óxido	Componentes eletrônicos; indústria nuclear; revestimento de tubos de raios catódicos (TRC); cerâmicas
	Metálico	Ligas; indústria nuclear
Ítrio (Y)	Óxido	Cerâmicas; catalisadores; revestimento de TRC; cristais; joias; <i>lasers</i> ópticos
	Metálico	Ligas especiais; indústria nuclear
	Carbonato	Cerâmicas; vidros; revestimento de TRC
	Cloreto	Cerâmicas; catalisadores; revestimento de TRC
	Nitrato	Cerâmicas; catalisadores; revestimento de TRC
	Fluoreto	Matéria-prima do ítrio metálico; vidros; fibra óptica
Lantânio (La)	Óxido	Vidros ópticos; catalisadores; cerâmicas; componentes eletrônicos; cristais; revestimentos de TRC

Continua

Continuação

Elemento (símbolo)	Produto	Aplicação
	Metálico	Ligas para armazenamento de hidrogênio; metalurgia; ligas
	Liga La-neodímio	Ligas para armazenamento de hidrogênio; metalurgia; ligas
	Carbonato	Catalisadores; cerâmicas; medicina
	Cloreto	Catalisadores; tratamento de água
	Nitrato	Catalisadores; cerâmicas
	Hidróxido	Fibra óptica; radiação; lâmpadas fluorescentes; eletrodos
Cério (Ce)	Óxido	Catalisadores; vidros e lentes; pó para polimento; cerâmicas; cristais; revestimento de TRC; semicondutores
	Metálico	Metalurgia; ligas para armazenamento de hidrogênio
	Mischmetal	Metalurgia; inoculante e nodularizador; acendedores em fundições
	Carbonato	Catalisadores; vidros; pó para polimento; cerâmicas
	Nitrato	Catalisadores; vidros; pó para polimento
	Hidróxido	Catalisadores; vidros; pó para polimento
	Fluoreto	Matéria-prima em eletrólise
	Oxalato	Catalisadores; vidros; revestimento de TRC; pó para polimento
	Acetato	Catalisadores
	Cloreto	Catalisadores de petróleo
	Nitrato de Ce-amônio	Reagentes químicos; revestimento de circuitos integrados; medicina
	Sulfato	Antioxidantes industriais; materiais à prova d'água; revestimento de circuitos integrados; pó de polimento; vidros especiais; cerâmicas
Praseodímio (Pr)	Óxido	Pigmentos; vidros; cerâmicas
	Metálico	Ímãs; ligas; alvos de dispersão
	Carbonato	Pigmentos; vidros; cerâmicas

Continua

<i>Continuação</i>		
Elemento (símbolo)	Produto	Aplicação
Neodímio (Nd)	Óxido	Vidros; cerâmicas; ligas; cristal de <i>laser</i> ; capacitores elétricos; aditivos em borracha
	Metálico	Ímãs; ligas; alvos de dispersão
	Carbonato	Vidros; capacitores de cerâmica multicamada
	Cloreto	Catalisadores; cerâmicas; vidros
	Hidróxido	Capacitores elétricos; aditivos em borracha; vidros
Samário (Sm)	Óxido	Catalisadores; cerâmicas; absorção de nêutron
	Metálico	Ímãs; alvos de dispersão
	Concentrado Sm-Eu-Gd	Ligas especiais; indústria nuclear
Európio (Eu)	Óxido	Revestimento de TRC e lâmpadas fluorescentes; tela de plasma; indústria nuclear
	Metálico	Ligas especiais; indústria nuclear
Gadolínio (Gd)	Óxido	Revestimento de TRC; absorção de nêutron; vidros ópticos; componentes eletrônicos; componentes ópticos; cristais; cerâmicas
	Metálico	Ligas; cerâmicas; ímãs; indústria nuclear
	Fluoreto	Vidros; revestimento de TRC; cerâmicas
	Nitrato	Indústria nuclear; revestimento de TRC
Disprósio	Óxido	Dopante; lâmpada de haleto metálico; indústria nuclear; cerâmicas
	Metálico	Ímãs; alvos de dispersão; indústria nuclear; terfenol-D (magnetostrictivo)
	Liga	Materiais magnéticos; ligas-mestras
	Fluoreto	Metalurgia; cerâmicas; lâmpada de haleto metálico
	Cloreto	Matéria-prima do hólmio metálico; aditivo
Hólmio (Ho)	Óxido	Aditivos; vidros; cerâmicas
	Metálico	Alvos de dispersão; superligas; materiais magnéticos

Continua

Continuação

Elemento (símbolo)	Produto	Aplicação
Érbio (Er)	Óxido	Vidros ópticos; reatores nucleares; fibra óptica; pigmentos
	Metálico	Reatores nucleares; fibra óptica; ligas especiais
Túlio (Tm)	Óxido	Revestimento de TRC tubos de raios X; cerâmicas; componentes eletrônicos
	Metálico	Superliga; alvos de dispersão
Itérbio (Yb)	Óxido	Aditivos; indústria eletrônica
	Metálico	Ligas; indústria nuclear
Lutécio (Lu)	Óxido	Aditivos
	Metálico	Ligas; indústria nuclear

Fonte: USGS (2011).

Apêndice II | Ocorrências de terras-raras no Brasil

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
Carbonatito							
	Barra do Itapirapuã	SP		Ocorrência	Bastnasita, ancilita, sinquisita, parisita	Carbonatito, nefelina sienito, pulaskita	
	Itanhaém	SP		Ocorrência		Diques de tinguaíto	
	Mato Preto	PR		Antiga produção de flúor		Nefelina (ijolito), nefelina sienito, carbonatito, fonolito	
	Salitre I e II	MG		Fonte de titânio; ocorrência de elementos de TR	Monazita, apatita, anatásio, perovskita	Sienito, nefelina sienito, piroxenito, traquito, carbonatito	

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
Carbonatito com enriquecimento residual							
	Angico dos Dias	BA		Ocorrência	Apatita		
	Anitápolis	SC		Produção de fósforo; ocorrência de elementos de TR	Apatita	Nefelina (ijolito), sienito peralcalino, piroxenito, nefelina sienito, glimerito, carbonatito	
	Araxá (Barreiro)	MG	> 450 mil t de minério de nióbio a 2,5% de Nb ₂ O ₅ , 4,4% de óxidos de TR; 800 t de laterita a 13,5% de de óxidos de TR, 2% de Nb ₂ O ₅ , 0,05% de U ₃ O ₈ (em 1984); 546 t a 10-11% de óxidos de TR; 462 mil t a 0,033% de óxidos de TR	Produção de nióbio e fósforo; ocorrência de elementos de TR e bário	Monazita, gorceixita, goyazita, apatita, bário-pirocloro, calcite, ancilita, cério-pirocloro	Beforsito, glimerito, carbonatito, piroxenito	CBMM

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Caiapó	GO		Ocorrência		Carbonatito, brecha carbonatítica, nefelina (ijolito), monchiquito, sillexito	
	Catalão I	GO	2 mil t de laterita a 12% de óxidos de TR; 5 mil t de óxidos de TR; 21 mil t a 1,02% de óxidos de TR; 4,6 mil t a 4% de óxidos de TR	Produção de nióbio e fósforo; subprodução de elementos de TR (cério); fonte de titânio	Cério-bário-pirocloro, gorceixita, apatita, monazita, florencita, ancilita, goyazita, anatásio, rabdofânio	Carbonatito, piroxenito, peridotito serpentizado, glimerito	
	Catalão II	GO		Fonte de nióbio	Fosfatos de TR	Carbonatito, foscorito, glimerito	

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Maicuru	PA	Laterita contém 17% de elementos de TR		Apatita, anatásio, monazita	Laterita, ultrabásicas alcalinas intrusivas (provavelmente com carbonatito)	
	Maraconáí	PA			Monazita, anatásio	Ultrabásicas alcalinas intrusivas, provavelmente	
	Mutum	PA		Ocorrência		Nefelina, sienito, carbonatito	
	Morro dos Seis Lagos (São Gabriel da Cachoeira)	AM	130 t de elementos de TR; laterita contém 1,5% de óxidos de TR	Fonte potencial de nióbio e elementos de TR	Florencita, óxidos e hidróxidos de TR	Carbonatito	

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Serra Negra	MG	200 mil t a 27,7% de Ti ₂ ; concentrados de titânio contêm > 3% de elementos de TR	Fonte de titânio com potencial subprodução de elementos de TR	Apatita, anatásio	Carbonatito, peridotito, dunito, shonkinito, jacupiranguito	
	Tapira	MG	150 mil t a 0,03% de óxidos de TR	Produção de titânio e fósforo; fonte potencial de nióbio, elementos de TR	Anatásio, hidroxiapatita, pirocloro, apatita	Piroxenito, sienito, carbonatito, silexito, jacupiranguito	
Rocha ígnea alcalina							
	Arenópolis	GO		Ocorrência	Baddeleyita, eudialita	alcalimetagabro, ijolito, melteigito, piroxenito, nefelina sienito, foyaito, laterita	

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Jacupiranga	SP		Produção de fósforo; ocorrência de elementos de TR e níquel	Apatita	Piroxenito, jacupiranguito, ijolito, nefelina sienito	
	Mutum	PA		Ocorrência	Fosfatos de TR	Nefelina sienito	
	Poços de Caldas (Morro do Ferro)	MG, SP	> 1 mil t a 4% de óxidos de TR, 1% de ThO ₂ ; 1,5 mil t de bastnasita ou 0,05 t de óxidos de TR (em 1990); 6 mil t a 3% de óxidos de TR	Antiga produção de zircônio, urânio e bauxita	Allanita, bastnasita, eudialita, cerianita	Lujavrito e khibinito Nefelina sienito, fonolito, bauxita	
	Sucunduri	AM		Ocorrência	Eudialita	Nefelina sienito, traquito, fonolito	

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
Outras ígneas, incluindo pegmatitos e veios							
	Pitinga	AM		Subprodução potencial	Xenotímio, mineralização de ítrio-nióbio		Mineração Taboca S.A.
<i>Plácer, praia</i>							
	Alcobaça	BA	0,47% de monazita	Antiga subprodução	Monazita	Areias de duna e praia	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)
	Anchieta (Parati, Imbiri, Pipa de Viho, Mãeba)	ES	Reservas medidas: 698 t de monazita com 60,02% de óxidos de TR; 57 t a 0,71% de monazita (em 1987)	Antiga produção (?)	Monazita	Sedimentos do Grupo Barreiras e mais recentes	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1988)
	Aracruz	ES	Reservas medidas: 2964 t de monazita com 59,98% de óxidos de TR; 282 t a 1,05% de monazita (em 1987)	Subprodução	Monazita	Sedimentos do Grupo Barreiras	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Brejo Grande – Pacatuba	SE	62 t de monazita	?	Monazita	Sedimentos	
	Buena (Buena Norte, Buena Sul)	RJ	0,83% de monazita	Subprodução	Monazita	Areias de duna e praia	Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB)
	Barra de Camaratuba	RN	447 t a 0,55% de monazita	?	Monazita, xenotímio	Areias de duna	
	Cumuruxatiba	BA		Subprodução	Monazita		Nuclemon Minero-Química Ltda. (1989)
	Guarapari (Praia do Vaz, Vila Velha, Rastinga, Canto do Riacho, Praia de Diogo)	ES	Reservas medidas: 818 t de monazita com 60,04% de óxidos de TR (em 1986); 950 t de monazita (em 1987)	Subprodução	Monazita	Sedimentos do Grupo Barreiras e mais recentes	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Itapemirim (Boa Vista, Siri)	ES		Subprodução	Monazita	Sedimentos do Grupo Barreiras e mais recentes	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)
	Mataraca	PB		Prospectos	Monazita	Sedimentos	
	Dunas no Nordeste		145 mil t a 0,033% de monazita (em 1990)	Prospectos	Monazita	Areias de duna	
	Paranaguá	PR	Reservas medidas: 55 t de monazita contendo 1,81% de óxidos de TR (em 1985)		Monazita		
	Pitinga	AM			Monazita, xenotímio		Paranapanema Mineração (1988)
	Porto Seguro	BA		Antiga subprodução	Monazita		Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	Prado	BA	Reservas medidas: 4564 t de monazita contendo 19,98% de óxidos de TR	Antiga subprodução	Monazita, xenotímio, allanita	Areias de praia	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)
	São João de Barra (Barra de São João)	RJ	Reservas medidas: 8177 t de monazita contendo 59,99% de óxidos de TR	Subprodução	Monazita	Sedimentos do Grupo Barreiras e mais recentes	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda. (1989)
	São Mateus	ES		Ocorrência	Monazita	Areias de praia	
	Sepetiba	RJ		Ocorrência	Monazita	Areias de praia	
	Serra (Jacareípe)	ES	43,6 t a 0,8% de monazita	Ocorrência	Monazita	Areias de duna e praia	
	Vitória	ES		Produção	Monazita	Areias de praia	Nuclebrás de Monazita e Associados Ltda.
	Pitinga	AM		Subprodução potencial	Xenotímio, mineralização de ítrio-nióbio		Mineração Taboca S.A.

Continua

Continuação

Tipo de depósito	Depósito ou distrito	UF	Tonelagem e teor	Status	Minerais DE TR	Rochas hospedeiras	Empresa exploradora
	São Gonçalo do Sapucaí	MG	28 m3 com 0,05 t de monazita; 0,066% de monazita	Em desenvolvimento	Monazita	Areias aluviais	S.A. Mineração da Trindade – Samitri (1989)
<i>Plácer, origem incerta</i>							
	Careaçu	MG	2500 t de monazita (em 1987)	Ocorrência	Monazita		
	Cordislândia	MG	8200 t de monazita (em 1987)	Ocorrência	Monazita		
<i>Outro, incerta</i>							
	São Sebastião da Bela Vista	MG	4100 t de monazita (em 1987)	Ocorrência	Monazita		

Fonte: USGS (2011).

Referências

- DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral. Terras-raras. *Sumário Mineral*, 2011.
- ERNST & YOUNG. *Technology minerals – The rare earths race is on!* Reino Unido: Apr. 2011.
- GWMG – Great Western Minerals Group presentation. *Rare earth magnets and their raw materials supply*. In: *5th International Rare Earths Conference*. Hong Kong: nov. 2009.
- KINGSNORTH, D. *Meeting demand in 2014: the critical issues*. In: *5TH INTERNATIONAL RARE EARTHS CONFERENCE*. Hong Kong, nov. 2009, IMCOA, 2009. (Apresentação).
- OAKDENE HOLLINS RESEARCH & CONSULTING LTD. *Lanthanide resources and alternatives*. Aylesbury, May 2010.
- ROSENTAL, S. *Terras-raras*. Rio de Janeiro: CETEM, dez. 2008. (Comunicação Técnica: CT2008-188-00).
- USGS – United States Geological Survey. *Mineral Commodity Summaries: rare earths*, 2011.

Sites consultados

- Lynas Corporation Ltd. – <www.lynascorp.com>.
- Mindat.org. – <www.mindat.org/>.
- Wikipedia – <en.wikipedia.org/wiki/Rare_earth_element>.

Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades

Luiza Sidonio

Isabel Cavalcanti

Luciana Capanema

Rafael Morch

Gabriela Magalhães

Jaldir Lima

Victor Burns

Antonio José Alves Júnior

Rafael Mungiolli*

Resumo

O Brasil possui a maior reserva de água doce do mundo e extensa costa. Sua demanda por pescados é baixa, mas crescente. As principais empresas de carnes são brasileiras, mas não atuam no setor. Apesar do baixo consumo

* Respectivamente economista, economista, gerente, contador, estagiária, chefe de departamento, administrador, chefe de departamento e economista do BNDES. Os autores agradecem as informações fornecidas pelos pesquisadores da Embrapa Aquicultura e Pesca, ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), aos executivos das empresas Copacol, Delicious Fish, GeneSeas, Leardini/Cavalo Marinho, Mar e Terra, Nativ, Netuno, Nutreco e Pesca Nova Brasil, e a colaboração dos técnicos do BNDES Luciano Otávio Velasco e Victor Emanuel Gomes de Moraes, isentando-os de qualquer responsabilidade por incorreções porventura remanescentes no texto.

per capita, sua balança comercial é deficitária. Assim, este artigo traça um panorama da aquicultura, abordando entraves e oportunidades para que essa atividade deslanche no país.

A atividade encontra-se pouco estruturada no Brasil. Há dificuldade na obtenção de licenças, carência de assistência técnica, manejo inadequado, falta de padronização, insuficiência de pacotes tecnológicos e grande necessidade de capital de giro. Esses mesmos gargalos, porém, podem ser vistos como oportunidades. Uma política de P&D para espécies promissoras e a modernização e profissionalização do setor podem significar uma inflexão no desenvolvimento do setor no Brasil.

Introdução

O agronegócio é fundamental para a economia brasileira. Impulsionado pelo aumento da produção nos últimos anos, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio, em 2010, atingiu R\$ 821 bilhões, ou 22% de toda a riqueza gerada no Brasil. O aumento acumulado foi de mais de 30% nos últimos dez anos. Esse crescimento só foi possível graças ao desenvolvimento tecnológico e à disponibilidade de terras férteis para a agricultura e pecuária.

Além da vasta quantidade de terras, o Brasil possui a maior reserva de água doce do planeta, com mais de 8 mil km³, muito superior à do segundo colocado, a Rússia, com cerca de 4,5 mil km³ (Portal São Francisco). O país ainda tem um litoral com 7,4 mil km de extensão (MPA). Contudo, o aproveitamento desses recursos para a produção aquícola ainda está muito aquém de seu potencial.

A variedade de peixes da Bacia do Rio Amazonas é um diferencial para o Brasil atingir novos mercados. O clima é um trunfo adicional a favor do país, cujas condições para o cultivo da tilápia – uma das espécies de peixe mais consumidas no mundo – são excelentes. Outros cultivos, como o de crustáceos e moluscos, também têm potencial de escala no Brasil.

No entanto, a indústria de pescados ainda é incipiente no país e há oportunidades significativas para seu desenvolvimento, seja na pesca ou na aquicultura. Apesar das possibilidades de incorporação de tecnologias na prática pesqueira no Brasil, este artigo tem por objetivo abordar o panorama e o potencial da aquicultura.

Para a realização deste trabalho foram feitas entrevistas com empresas que já atuam no setor, reuniões com representantes do Ministério da Pesca

e Aquicultura (MPA), associações e entidades de classe, e pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e de universidades. Os autores também participaram do IV Encontro de Negócios da Aquicultura da Amazônia, da 2ª Feira Internacional da Pesca e Aquicultura e do I Seminário Nacional sobre Pesca e Aquicultura em Reservatórios.

Além desta introdução, o presente artigo está seccionado em cinco partes. A primeira abordará a produção de proteínas animais de forma ampla. Na segunda e terceira seção, serão destacados os mercados global e brasileiro de aquicultura. No item seguinte, serão abordados os gargalos e as oportunidades da atividade no país, com foco nos aspectos regulatórios e nos técnicos e econômicos. Já na seção cinco será mostrada a participação do BNDES e as possibilidades de sua maior inserção no apoio à aquicultura. Por fim, serão expostas as conclusões do artigo.

Contextualização

A demanda por proteína animal vem aumentando de forma expressiva no Brasil e no mundo, substituindo parte da alimentação de proteínas vegetais. Nos últimos quarenta anos, o consumo *per capita* mundial de carnes mais do que dobrou, passando de 23 kg em 1961 para 46,6 kg em 2009 [Roppa (2009)].

Existe intensa correlação entre aumento da renda e maior consumo de carnes, que, a partir do alcance de um ponto crítico, não mais se observa. Mercados mais maduros e desenvolvidos, como os da América do Norte e Europa, estão próximos desse ponto e não devem apresentar grande crescimento. Assim, o maior incremento na demanda vem ocorrendo em mercados emergentes. Em países como China, Índia e Brasil, com elevados quantitativos populacionais, o aumento no poder aquisitivo das camadas mais pobres da população permitiu melhora nas dietas alimentares, acompanhada de maior inserção das proteínas de origem animal.

A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) estima que a população mundial aumente dos sete bilhões em 2011 para 8,3 bilhões em 2030, com maior adensamento populacional em países asiáticos, africanos e sul-americanos. Alimentar esse contingente representará um desafio para o setor agropecuário, que terá de aumentar sua produção e rebanhos. O Brasil é um dos principais *players* internacionais no setor, com custos de produção reduzidos e empresas competitivas.

As principais carnes consumidas mundialmente são: pescados, suínos, frango, bovinos, ovinos e caprinos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 | Proteínas – mundo (2009)

	Produção (mil ton)	Exportação** (mil ton)	Consumo (mil ton)
Pescados*	145.100	32.348	116.960
Suínos	100.399	12.066	100.268
Aves	72.293	10.733	71.860
Bovinos	57.027	9.607	56.116
Caprinos e ovinos	13.236	1.007	13.139

Fontes: FAO, MPA e USDA.

* Até a conclusão deste estudo, a FAO ainda não havia divulgado as exportações de pescados em 2009, portanto, apenas esta informação é referente ao ano de 2008. Os dados não incluem a produção de plantas aquáticas.

**Os dados da FAO referem-se ao total exportado pelos países-membros da ONU.

A carne suína é uma das carnes mais importantes globalmente, com produção mundial de 100.399 mil t em 2009, de acordo com o United States Department of Agriculture (USDA). Os três maiores produtores são: China, com participação de 48.905 mil t; União Europeia (UE),¹ com 22.434 mil t; e Estados Unidos (EUA), com 10.442 mil t. Apesar de o Brasil figurar como o quarto maior produtor, sua participação é diminuta, ficando em torno de 3.130 mil t em 2009, o que representa 3% da produção global.

O consumo mundial de carne suína foi de 100.268 mil t em 2009 [USDA (2011)] ou 16 kg/hab/ano [FAO (2011)]. No Brasil, essa carne está menos presente na alimentação: foram consumidas 2.423 mil t [USDA (2011)] da proteína, o que representa uma média por habitante de 13,8 kg/ano, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria Processadora e Exportadora de Carne Suína (Abipecs).

Em relação ao setor avícola, EUA, China e Brasil são os maiores produtores de carne de frango, tendo produzido, respectivamente, 15.935 mil t, 12.100 mil t e 11.023 mil t em 2009 [USDA (2011)]. A produção total de frango no mundo foi de 72.293 mil t, ou seja, a participação brasileira nesse quantitativo é de cerca de 15%.

O Brasil foi o segundo maior exportador da proteína em 2009, com 3.265 mil t, ficando atrás dos EUA, com 3.511 mil t, enquanto o maior im-

¹ Foram contabilizados os 27 países que pertencem ao bloco econômico e político.

portador foi a Rússia, que adquiriu 912 mil t [FAO (2011)]. A exportação brasileira representa 30% do comércio global da carne de frango, que foi de 10.733 mil t. O consumo mundial foi de 71.860 mil t em 2009, ou seja, 10,5 kg/hab/ano [USDA (2011)]. No Brasil, terceiro maior consumidor mundial de frango, foram demandadas 8.023 mil t em 2009 [USDA (2011)]. O consumo médio por habitante brasileiro foi de 40,8 kg/ano em 2009, muito superior ao consumo mundial médio dessa proteína, segundo dados da União Brasileira de Avicultura (Ubabef) extraídos do Anuário da Pecuária Brasileira (Anualpec)].

A carne bovina, por sua vez, teve uma produção mundial de 57.027 mil t em 2009, conforme estatísticas do USDA. Os EUA figuram novamente como os maiores produtores, com 11.816 mil t; seguidos pelo Brasil, com 9.180 mil t; e UE, com 8.000 t. Já nas exportações, o Brasil é o líder mundial: de um total de 9.607 mil t comercializadas internacionalmente em 2009, o país foi responsável por 1.422 mil t, ou seja, 15% do comércio global. Austrália e EUA seguem-no, como segundo e terceiro maiores exportadores, respectivamente [FAO (2011)].

No mundo, o consumo de carne bovina foi de 56.116 mil t em 2009 [USDA (2011)], ou seja, cerca de 10 kg *per capita* [Anualpec (2010)]. No Brasil, apesar de apresentar preços muito superiores aos da carne de frango, ela é a segunda proteína mais demandada. O consumo brasileiro em 2009 foi de 7.410 mil t [USDA (2011)], uma média de 32 kg por habitante [Anualpec (2010)].

Ovinos e caprinos também são proteínas consumidas mundialmente, mas sua importância é menor se comparada às demais carnes citadas. Segundo a FAO, a produção mundial das duas proteínas conjuntamente foi de 13.236 mil t em 2009, sendo os ovinos foram responsáveis por aproximadamente 60% desse montante. Os três maiores produtores são China, Índia e UE. A produção brasileira foi de 110 mil t, apenas 0,8% do total mundial.

O consumo das duas carnes no mundo foi de 13.139 mil t em 2009, o que representa aproximadamente 1,9 kg *per capita* consumido no ano. No Brasil esses valores foram baixos: de 117 mil t e 0,6 kg/hab/ano, respectivamente.² Grande parte do abate de caprinos e ovinos no país é informal, o que resulta em dados estatísticos subestimados.

² O consumo *per capita* foi calculado a partir de dados da FAO para produção, exportação e importação, ponderado pelas populações (mundial e brasileira, em cada caso). Da mesma forma, o consumo total também foi calculado como uma *proxy* dos dados da FAO (importação, exportação e produção).

Ao ser abordado o tema proteína animal, é comum o pescado ficar excluído das estatísticas e análises. Apesar de as principais empresas brasileiras de proteínas não demonstrarem interesse por pescados, essa é a proteína de maior produção e consumo mundiais. A produção global de pescados foi de 145.100 mil t em 2009, de acordo com a FAO.³ No Brasil, a produção total foi de 1.241 mil t, conforme dados divulgados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) para 2009.

O consumo de pescados no mundo foi de 116.960 mil t em 2009, valor superior a 17 kg por habitante [FAO (2010)]. No Brasil, a média de consumo *per capita* foi bastante inferior, ficando em torno de 9 kg, enquanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um consumo de 12 kg/hab/ano. No entanto, o consumo brasileiro vem crescendo e, de acordo com o MPA, ele era pouco inferior a 6,5 kg/hab/ano em 2003. Uma elevação na demanda nacional para os patamares recomendados pela OMS representaria um acréscimo de consumo de 5.722 mil t.⁴

No mercado internacional, foram comercializados 32.348 mil t de pescados em 2008 [FAO (2010)]. A Noruega figura como o maior exportador, com 6.994 mil t, o que representa mais de 21% do comércio mundial. Seguem-na EUA e China, com respectivamente 4.533 mil t e 2.949 mil t. A China é a maior importadora, com 3.873 mil t, seguida pelo Japão, com 2.760 mil t. No Brasil, em 2008, exportaram-se apenas 37 mil t e importaram-se 209 mil t, gerando um déficit na balança comercial de 172 mil t, no valor de US\$ 419 milhões [Brasil (2010)]. Apesar de o consumo brasileiro de pescados ser inferior ao da média global, o saldo líquido das exportações no país é negativo, o Brasil não consegue suprir sua demanda.

A demanda mundial por pescados vem crescendo de forma acelerada em decorrência do aumento populacional e da busca por alimentos mais saudáveis. De 2004 a 2009, o crescimento do consumo de pescados foi de aproximadamente 13% no acumulado [FAO (2010)].

Enquanto no Brasil a maior produção e o maior consumo são de carnes de frango e bovina, mundialmente os pescados e a carne suína são as proteínas mais produzidas e consumidas, conforme apresentado na Tabela 2.

³ Foram excluídas dessas estatísticas da FAO as plantas aquáticas.

⁴ Foi considerada a população de 190.732.694 habitantes, referente ao ano de 2010.

Tabela 2 | Proteínas – Brasil (2009)

	Produção (mil ton)	Exportação (mil ton)	Consumo (mil ton)
Aves	11.023	3.265,000	8.023
Bovinos	9.180	1.422,000	7.410
Suínos	3.130	643,000	2.423
Pescados*	1.241	30,000	1.723
Caprinos e ovinos	110	0,048	117

Fonte: FAO, MPA, USDA.

* Apesar de o texto ter citado as exportações de pescados em 2011, na tabela consta o dado para 2009.

Dado esse contexto, este estudo visa traçar um panorama da aquicultura no Brasil, identificando os obstáculos e potencialidades do setor.

Principais conceitos

Antes de iniciar a exposição de dados de mercado, convém apresentar os principais conceitos relacionados ao setor, que serão abordados ao longo deste artigo.

Primeiramente o conceito de pesca deve ser diferenciado do de aquicultura. Segundo o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), pesca é a retirada de organismos aquáticos da natureza sem prévio cultivo. Esse tipo de atividade pode ocorrer em escala industrial ou artesanal, tanto no mar (pesca marítima) quanto no continente (pesca continental).

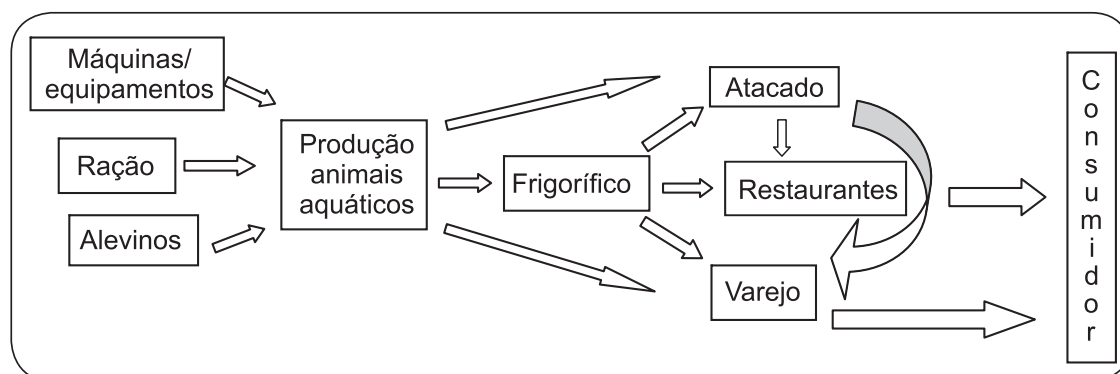
Já a aquicultura é o processo de produção em cativeiro de organismos com *habitat* predominantemente aquático, tais como peixes, camarões, rãs, algas, entre outras espécies. Pode ser realizado no mar (aquicultura marítima) ou em águas continentais (aquicultura continental). Quando se avalia especificamente a criação de camarões em viveiros, está se referindo à carcinicultura, ao passo que a produção de peixes como subtipo da aquicultura denomina-se piscicultura [Sebrae (2008)].

Neste artigo, o termo pescado é designado para tratar quaisquer animais aquáticos (camarões, peixes, rãs etc.), sejam eles provenientes da aquicultura ou da pesca.

Complexo produtivo do pescado

Esta seção compõe um panorama do complexo produtivo aquícola, essencial para que se compreenda a dinâmica do setor e se identifiquem gargalos nos elos da cadeia. Uma cadeia produtiva, por definição, compreende um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transferidos os insumos até o consumo final. De forma simplificada, a cadeia produtiva da aquicultura pode ser ilustrada conforme o Diagrama 1.

Diagrama 1 | Complexo produtivo aquícola



Elaboração: BNDES.

Tanques-rede, caminhões e *transfishes*⁵ são alguns dos equipamentos e maquinários necessários ao cultivo de animais aquáticos. Trata-se de investimentos realizados no início do processo produtivo e que são diluídos ao longo dos ciclos de produção. Ração e alevinos⁶ são insumos para aquicultura, mas diferentemente de máquinas e equipamentos são considerados custeio, pois são adquiridos com regularidade definida, sendo indispensáveis para que não haja a interrupção da produção.

A ração é o insumo com maior peso sobre o custo da produção e, dependendo da espécie aquática, pode representar até 70% do total. O uso de rações balanceadas e de boa qualidade é fundamental para o alcance de altas taxas de produtividade, em função da melhoria da taxa de conversão alimentar.⁷ Adicionalmente, rações de boa qualidade proporcionam alta digestibilidade, o que contribui para reduzir o lançamento de efluentes no meio ambiente.

⁵ *Transfishes* são recipientes com água onde os animais aquáticos são colocados para serem transportados vivos, seja no momento em que chegam às empresas, sob a forma de alevino, seja na despesca, quando são encaminhados aos frigoríficos.

⁶ Forma embrionária do peixe.

⁷ Taxa de conversão alimentar é a razão entre a quantidade de alimento consumido e o ganho de peso.

Os alevinos não representam grande peso sobre o custo da produção, entretanto, são um elo estratégico da cadeia produtiva. Apenas alevinos de qualidade podem produzir espécies adultas adequadas à comercialização. A atividade requer tecnologia na melhoria das espécies, na geração e seleção de animais saudáveis e na otimização da taxa de sobrevivência no transporte. Podem ser adquiridos ou, alternativamente, produzidos pela própria empresa aquícola. Na maior parte dos casos, são comprados de terceiros.

Da fase do ovo à de alevinos, os organismos ficam em tanques reservados com grande aeração e maior taxa de renovação de água, até se tornarem juvenis. Então são transferidos para os tanques-rede ou escavados, onde serão criados até atingirem os padrões exigidos pela indústria. Em quaisquer desses sistemas, é fundamental o controle de infecções e parasitas e o acompanhamento constante por uma assistência técnica especializada. Ao final do período de engorda é realizada a despesca, ou seja, a retirada dos organismos dos tanques.

A partir dessa etapa, alguns produtores que não possuem frigoríficos comercializam seu produto com empresas maiores, que beneficiam os pescados. Outros vendem o peixe inteiro fresco diretamente no atacado ou varejo, em centrais de abastecimento (Ceasas), feiras, portos, margens de rio e lagoas.

Nos frigoríficos, os animais são limpos, descamados, eviscerados, filetados, organizados por peso e tamanho, embalados e acondicionados. Alguns produtos são congelados, enquanto outros são apenas resfriados. Os resfriados são mais perecíveis, e apesar de serem menos custosos do que os congelados, são vendidos a preços superiores. Como o consumidor busca cada vez mais praticidade e alimentos de fácil manuseio, há empresas que aproveitam os retalhos dos pescados para processá-los, transformando-os em *nuggets*, hambúrguer, pedaços empanados, entre outros produtos.

O aproveitamento integral do pescado gera novos produtos e maior valor agregado. Como as carnes de frango, suína e bovina, o peixe pode ser inteiramente utilizado: gera-se valor no que seria descartado. Escamas e sangue podem ser aproveitados para produzir farinha e óleo de peixe. Entretanto, para que seja possível o aproveitamento de todo o potencial de subprodutos, é necessária escala que permita sua viabilidade financeira.

Há rigor no cumprimento de regras sanitárias nos frigoríficos. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), de forma similar a outras atividades agroindustriais, aloca um responsável no frigorífico

para fiscalizar o abate, a higienização e a sanidade do produto. Também é concedida especial atenção aos métodos de captura e abate dos animais, de forma a minimizar seu estresse. De forma geral, na atividade pecuária, exigências de bem-estar animal têm funcionado como barreira à entrada em mercados europeus.

Na etapa de comercialização, algumas empresas preferem vender diretamente aos grandes restaurantes, de acordo com suas especificações. Outras trabalham com canais de distribuição junto a redes de atacado, e ainda há as que comercializam com os varejistas. Dependendo dos mercados que querem atingir e de suas estratégias de crescimento, utilizam o canal de distribuição mais adequado.

Varejo e restaurantes possibilitam que o produto chegue ao consumidor final. Em alguns casos, o pescado é exportado, ou seja, atacado, varejo e consumidor final são de outros países. Determinados cortes e demais especificações são atendidos de acordo com as exigências do mercado demandante. Atualmente, pescados também têm sido comprados pelo governo brasileiro para merenda escolar em creches e escolas públicas. Essa é uma forma de oferecer uma proteína saudável aos alunos e também uma política pública de incentivo ao setor.

Na indústria de pescados, escala é um fator determinante e pode inviabilizar uma planta industrial de beneficiamento. Devem-se dimensionar todos os elos da cadeia para maximizar a escala dos frigoríficos, desde a produção até o potencial mercado consumidor. A maior capacidade de produção efetiva contribui para diluir os custos fixos, gerando economias de escala.

A escala produtiva também pode contribuir para maior verticalização da cadeia, viabilizando economicamente farinheiras e até fábricas de ração e produção de alevinos. A verticalização é importante para melhorar a rastreabilidade e qualidade do produto e para reduzir custos e agregar valor.

Economias de escopo também são importantes nessa indústria, mas ainda pouco aproveitadas. Como afirmado, as grandes empresas nacionais de proteínas vêm diversificando seu portfólio, mas poucas passaram a produzir pescados. Elas poderiam aproveitar principalmente marca, canais de distribuição e gastos com financeiro e administrativo, para diluir os custos produtivos do pescado.

Analisando-se o mercado de pescados apenas como mais uma fonte de proteína animal, seria possível considerá-lo um mercado de produtos homo-

gêneos, não passíveis de diferenciação. No entanto, ao segmentá-lo de acordo com as estratégias competitivas adotadas pelas empresas, identificam-se três diferentes possibilidades.

A primeira é adotada por empresas que optam por comercializar produtos direcionados ao consumo em massa, selecionados pelo consumidor pelo preço. Assim, adotam a estratégia de competição por custo. Como o preço de seus produtos é dado pelo mercado, seu foco está em reduzir custos, seja via melhorias de processo, seja via economias de escala, com vistas a incrementar suas margens ante os concorrentes. Na indústria de pescados, há exemplos de empresas que adotam essa estratégia: as produtoras de pangassus, de polaca do Alaska e de merluza. As produtoras de tilápia, que já pertenceram a esse grupo, mesmo com o aumento da demanda, parecem estar migrando para o segundo grupo.

O segundo grupo é formado por empresas que investem na diferenciação de seus produtos. Assim, são realizados gastos significativos em propaganda e *marketing*, pois a construção de uma marca forte e reconhecida é fundamental nessa estratégia. Também investem em desenvolvimento tecnológico, para gerar produtos com melhor qualidade, percebidos como diferenciados pelo consumidor. Por meio dessa estratégia, podem-se auferir maiores margens. Ganhos produtivos e redução de custos advindos de elevação na escala ou de novas tecnologias, geralmente não são repassados ao consumidor via redução de preços, mas, sim, incorporados pela empresa por meio do aumento da margem. São exemplos de diferenciação as produtoras de bacalhau do Porto e da Noruega.

A entrada em mercados de nichos, subgrupo da estratégia de competição por diferenciação, define a terceira estratégia adotada no setor. Refere-se à entrada em mercados específicos, sofisticados e restritos, de consumidores dispostos a pagar preços superiores pelo produto diferenciado. As margens de cada produto são elevadas, e a escala geralmente menor do que a proveniente da estratégia por diferenciação convencional. Os peixes nativos da Amazônia são exemplos de produtos exóticos que podem ser vendidos em mercados europeus ou japoneses de nicho a preços elevados. Nessa estratégia, também é necessário investimento em marca e desenvolvimento tecnológico.

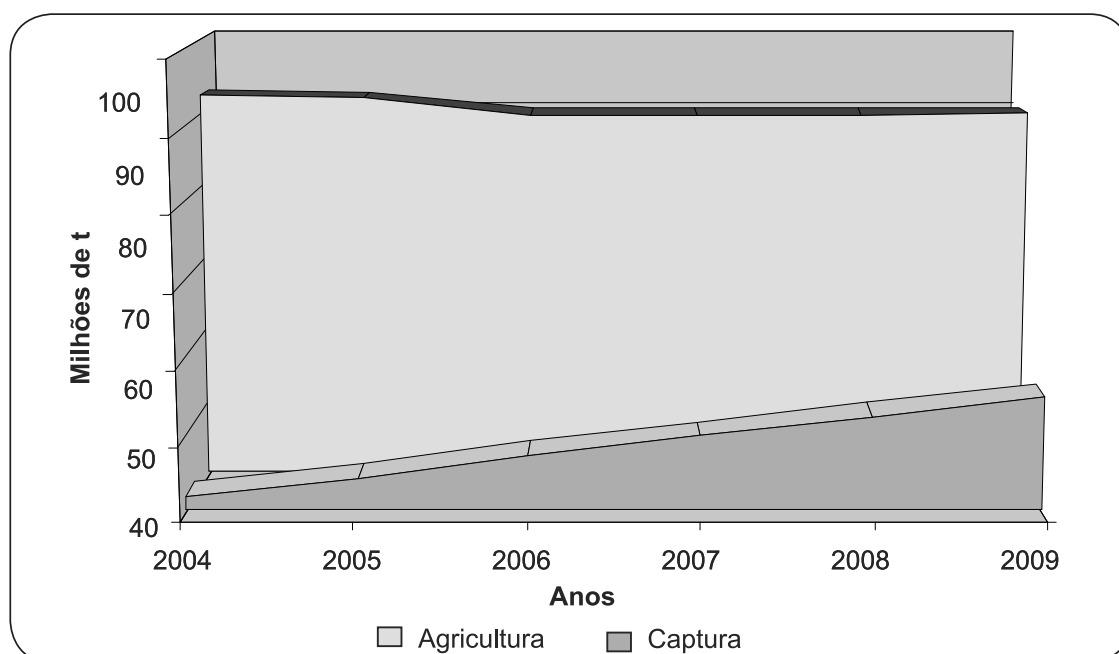
Expostas as principais considerações sobre o complexo produtivo aquícola, serão apresentadas informações sobre seu mercado global.

Mercado global

A produção mundial total de organismos aquáticos, se incluída a pesca, a aquicultura e plantas aquáticas, superou 158 milhões de toneladas no ano de 2008.

Como resultado da prática de pesca não sustentável, desrespeitando os ciclos naturais de reprodução e reposição dos estoques das espécies aquáticas, a captura mundial parece ter atingido seu limite. A produção advinda da pesca vem se mantendo relativamente constante desde os anos 2000, em torno de noventa milhões de toneladas, ao passo que a produção advinda da aquicultura vem crescendo rapidamente, conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 | Evolução da produção de pescados no mundo



Fonte: Elaboração BNDES, com base em dados da FAO.

Com a produção de plantas aquáticas, o setor alcançou uma produção total de 68,3 milhões de t em 2008. Em valores, essa produção superou US\$ 105 bilhões. A Tabela 3 resume dados mundiais do pescado.

Diante das limitações de expansão da pesca, a aquicultura torna-se uma importante alternativa para suprir essa demanda, e vem aumentando bastante sua participação no total de produção de pescados no mundo. Adicionalmente, a pesquisa aplicada ao setor e novas tecnologias tem contribuído para o alcance de elevadas taxas de produtividade na aquicultura. De 2000

a 2008, o cultivo de organismos aquáticos aumentou 62%, ou seja, uma média de 7,75% a.a. Se for considerada a década de 1990, o aumento na produção aquícola foi ainda maior: de mais de 300%, o que representa um crescimento médio anual superior a 16%.

Tabela 3 | Produção mundial de pescados (milhões de toneladas)

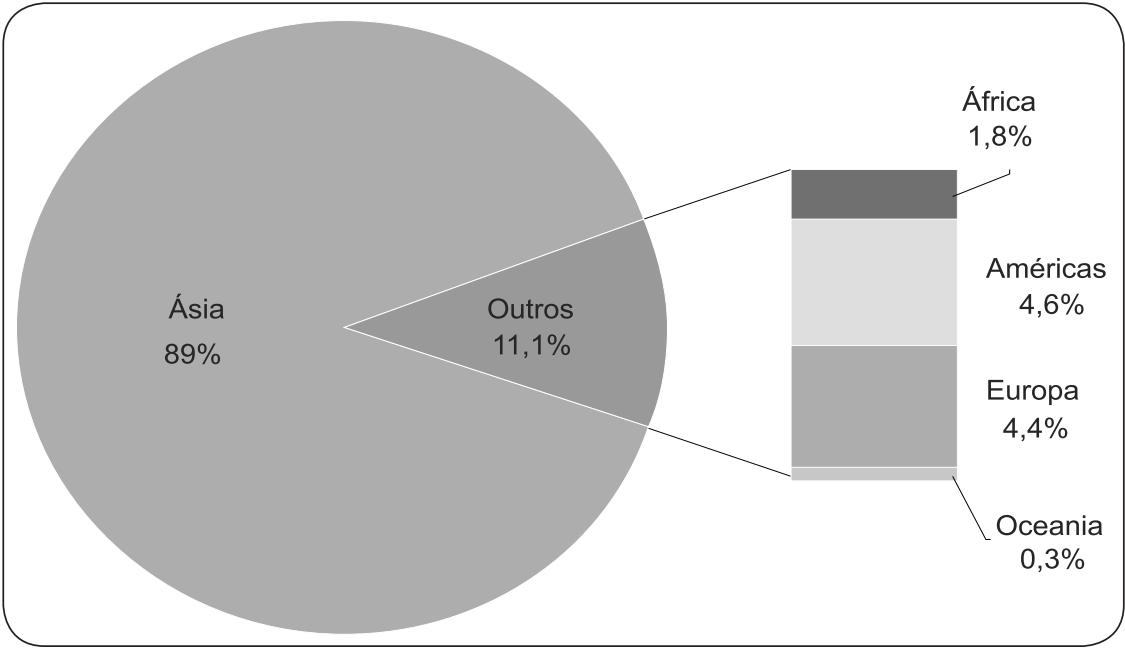
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Continental (peixes, crustáceos e moluscos)							
Pesca	8,6	8,6	9,4	9,8	9,9	10,2	10,1
Aquicultura	23,1	25,2	26,8	28,7	30,7	32,8	35,0
Total continental	31,7	33,8	36,2	38,5	40,6	43,0	45,1
Marítima (peixes, crustáceos e moluscos)							
Pesca	79,6	83,8	82,7	79,9	79,9	79,4	79,9
Aquicultura	15,8	16,7	17,5	18,6	19,2	19,7	20,1
Total marítima	95,4	100,5	100,2	98,5	99,1	99,2	100,0
Plantas aquáticas							
Pesca (captura)	1,2	1,3	1,2	1,0	1,1	1,0	-
Aquicultura	11,3	12,6	13,4	14,0	14,9	15,8	-
Total pesca	89,4	93,7	93,3	90,7	90,9	90,7	90,0
Total aquicultura	50,2	54,5	57,7	61,3	64,8	68,3	55,1
Produção total	139,6	148,2	151,0	152,0	155,7	158,9	145,1

Fonte: FAO (2009).

O continente asiático domina a produção, sendo responsável por 89% do volume, como evidenciado no Gráfico 2, e por 79% das receitas geradas. O maior produtor mundial de pescados é a China, que lidera tanto na pesca, com 16,5%, quanto na aquicultura, com 62,4%.⁸

⁸ Embora esses sejam dados oficiais, publicados pela FAO, existem indicações, apontadas pela própria, de que os dados da China possam estar superestimados. A China já anunciou que está trabalhando na revisão de suas estatísticas.

Gráfico 2 | Produção de pescados por região (aquicultura)



Fonte: FAO (2008).

Na Tabela 4 estão relacionados os principais produtores, por tipo de produção, e sua participação no mercado mundial.

Tabela 4 | Maiores produtores de pescados (2008)

Aquicultura			Pesca		
Classificação	País	Milhões t/ano		País	Milhões t/ano
1º	China	32,736	1º	China	14,791
2º	Índia	3,479	2º	Peru	7,362
3º	Vietnã	2,462	3º	Indonésia	4,957
4º	Indonésia	1,690	4º	EUA	4,349
5º	Tailândia	1,374	5º	Japão	4,248
16º	Brasil	0,290	24º	Brasil	0,775
Total mundial		52,546	Total mundial		89,741

Fonte: Fao (2008).

*Os dados não incluem a produção de plantas aquáticas.

Embora a produção se concentre em países asiáticos, o consumo de pescados ainda é superior nos países europeus e da Oceania. Conforme se observa na Tabela 5, o consumo *per capita* na África, América Latina e Caribe e Ásia (exceto China) se encontrava abaixo da média mundial em 2007.

Tabela 5 | Utilização da produção mundial de pescados

	2005	2006	2007	2008	2009
Consumo humano (mil t)	107,3	110,7	112,7	115,1	117,8
Outros usos (mil t)	29,1	26,3	27,1	27,2	27,3
População (bilhões)	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8
Consumo <i>per capita</i> média mundial (kg)	16,5	16,8	16,9	17,1	17,2

Consumo *per capita* (kg) – média das regiões (2007)

África	8,5
América do Norte	24,0
América Latina e Caribe	9,5
Ásia	18,7
Ásia (exceto China)	14,8
Europa	22,1
Oceania	25,2

Fonte: FAO (2010).

* Os dados não incluem a produção de plantas aquáticas.

Ainda com base na Tabela 5, nota-se que parte preponderante da produção mundial é destinada à alimentação humana (81,2% em 2009), enquanto os demais usos, tais como a fabricação de rações, óleos de peixe e fármacos, representam 18,8%. Ainda há que se observar que, mesmo considerando o crescimento da população mundial, o consumo *per capita* de pescados cresceu ao longo dos anos. Com o aumento da produtividade na aquicultura, o preço de espécies, que antes só eram obtidas pela captura, vem se reduzindo, o que tem sido um incentivo ao consumo. Adicionalmente, deve-se considerar o papel da aquicultura nas políticas governamentais de

segurança alimentar, com o suprimento de proteínas por meio de espécies de baixo preço.

O setor de aquicultura é muito diverso e fragmentado em todo o mundo, variando de pequenos produtores a grandes empresas internacionais com faturamento superior a R\$ 1 bilhão. As principais empresas do setor têm sede na Noruega e subsidiárias no Chile, Canadá, Escócia e outros. A Marine Harvest, por exemplo, é a principal empresa produtora de salmão cultivado no mundo. Trata-se de uma empresa norueguesa aberta, com faturamento superior a US\$ 2 bilhões e mais de 4.900 funcionários.

A piscicultura é o ramo mais importante da aquicultura, correspondendo a 49,5% da produção aquícola total. Como pode ser observado na Tabela 6, a China foi responsável por 56,4% dos peixes cultivados em 2009, seguida pela Índia com 10% e pelo Vietnã com 5,4% [FAO (2012)]. As principais espécies de peixes consumidas no mundo são: as carpas, as tilápias do Nilo e os salmões.

Tabela 6 | Produção mundial de piscicultura (em mil toneladas)

	País	2005	2006	2007	2008	2009
1°	China	16.371	17.444	18.199	19.117	20.371
2°	Índia	2.772	2.991	2.963	3.732	3.662
3°	Vietnã	961	1.157	1.530	1.903	1.963
4°	Indonésia	912	946	1.055	1.272	1.387
5°	Bangladesh	799	807	859	915	961
6°	Noruega	657	709	839	846	960
12°	Brasil	179	190	210	281	337
Mundo		27.975	29.920	31.580	34.285	36.118

Fonte: FAO.

Mercado brasileiro

O Brasil dispõe de condições naturais muito favoráveis à produção de pescados. O país tem domínio sobre uma Zona Econômica Exclusiva de 3,5 milhões de km². Além disso, no que se refere às águas continentais, há

no país mais de dez milhões de hectares de lâmina d'água em reservatórios de usinas hidrelétricas, açudes e propriedades particulares, o que representa aproximadamente 13% do total da reserva de água doce disponível no mundo. Outros aspectos favoráveis são o clima propício para o crescimento de organismos cultivados e a diversidade de espécies.

Mesmo dispondo de condições favoráveis, de empresas globalmente competitivas no setor de carnes e de um expressivo mercado consumidor potencial, o Brasil não ocupa posição de destaque no mercado mundial de pescados. O setor ainda não está plenamente estruturado, os métodos utilizados tanto na captura quanto no cultivo ainda são muito artesanais, havendo espaço para modernização e desenvolvimento tecnológico. Em 2009, a produção total brasileira foi de 1.241 mil t, das quais 66,5% são advindas da pesca e 33,5% da aquicultura, o que coloca o Brasil entre os 15 maiores produtores mundiais. A situação do país já foi pior: em 2001, a produção era de 847 mil t e o Brasil se posicionava como o 27º maior produtor mundial [Brasil (2009)].

A despeito da melhora, o Brasil está muito aquém de seu potencial produtivo, que, segundo estimativas do MPA e da FAO, pode atingir até vinte milhões de toneladas anuais, atendendo não apenas o consumo interno, mas também uma demanda externa crescente. Projeções da FAO apontam que, até 2030, a demanda por pescados no mundo deva crescer em quarenta milhões de toneladas.

Verifica-se no Brasil, de forma semelhante a outros países, um crescimento mais acelerado da aquicultura do que da produção pesqueira. A taxa de crescimento anual média do cultivo de animais aquáticos no período 2003-2009 foi de 4,6% diante de 2,9% da pesca, segundo o MPA.

Transferindo a análise para a ótica do consumo, os dados da pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) permitem comparar o consumo de pescados entre os diversos estados brasileiros. Há uma grande disparidade regional no país, como pode ser visto a seguir na Tabela 7. Enquanto no estado do Amazonas o consumo domiciliar *per capita* é de 30 kg/ano, em Goiás se consome apenas 1,2 kg/ano.⁹

⁹ É importante mencionar que a POF retrata apenas o consumo domiciliar, não incluindo o consumo em restaurantes, por exemplo.

Tabela 7 | Aquisição de pescados domiciliar *per capita* anual (2008) (em kg)

Região Norte	17,544	Região Sudeste	2,064
Rondônia	3,524	Minas Gerais	1,385
Acre	10,686	Espírito Santo	2,348
Amazonas	30,009	Rio de Janeiro	3,437
Roraima	8,626	São Paulo	1,844
Pará	18,695		
Amapá	15,312	Região Nordeste	4,965
Tocantins	2,395	Maranhão	10,610
		Piauí	4,796
Região Sul	1,597	Ceará	5,465
Paraná	1,383	Rio Grande do Norte	5,736
Santa Catarina	1,967	Paraíba	3,293
Rio Grande do Sul	1,598	Pernambuco	3,292
		Alagoas	3,870
Região Centro-Oeste	1,619	Sergipe	5,973
Mato Grosso do Sul	1,631	Bahia	3,600
Mato Grosso	1,529		
Goiás	1,235	Brasil	4,032
Distrito Federal	2,608		

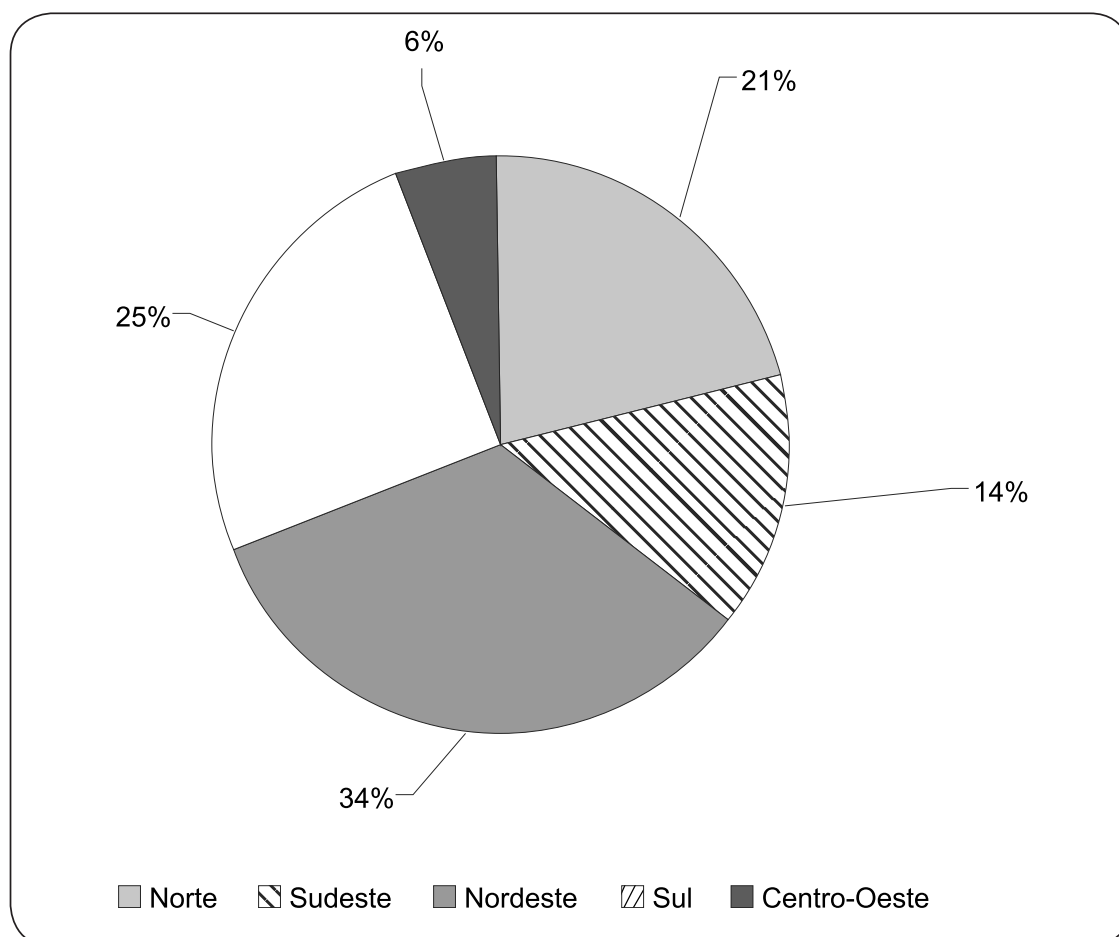
Fonte: POF-IBGE 2008.

Apesar da disparidade no consumo, a distribuição da produção de pescados no Brasil é relativamente homogênea, com exceção da Região Centro-Oeste, que em 2009 contribuiu com apenas 6% da produção nacional. O Gráfico 3 apresenta a produção de pescados no Brasil para o ano de 2009 por região do país.

As principais regiões produtoras de pescado foram o Nordeste, com participação de 34%, e o Sul, com 25%. Apesar de o Norte ser responsável por uma participação um pouco menor, de 21%, é uma das promessas do setor, pois conta com grande abundância de água doce, diversidade de espécies e o maior consumo médio *per capita* de pescados do Brasil. Não obstante sua baixa participação, a Região Centro-Oeste também apresenta potencial para a aquicultura, uma vez que há disponibilidade de água, proximidade

com a produção de grãos e rações e empresários capitalizados, bastante empreendedores, dispostos a investir em negócios de grande escala.

Gráfico 3 | Produção de pescados no Brasil, por região (2009)
(em mil t)



Fonte: MPA (2010).

Considerando apenas a piscicultura, de acordo com Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), a produção de tilápia respondia por 38% do total de peixes produzidos em cativeiro em 2005 [Sebrae (2007)]. Entretanto, existe no país uma enorme variedade de peixes nativos, cuja criação envolveria custos mais elevados, mas que poderiam ser inseridos no mercado em uma estratégia de competição por diferenciação.

Em 2009, o Brasil foi o 12º maior produtor de peixes do mundo, com 336 mil toneladas (0,9% do total), ficando à frente de produtores tradicionais,

como Taiwan (182 mil t) e Coreia do Sul (125 mil t). No entanto, esses países alcançaram maior desenvolvimento tecnológico no setor e maior produção de algas, moluscos e crustáceos, o que explica uma produção aquícola mais elevada, mas uma participação menos significativa na piscicultura de acordo com a FAO.

A Tabela 8 discrimina as principais espécies de peixes produzidos no Brasil: tilápia, carpa, tambaqui, tambacu e pacu. As três primeiras respondem por 77% da produção nacional de pescados. O crescimento da produção de 2007 a 2009 foi superior a 40% para todas as variedades, resultado da maior importância que a produção e consumo de peixes vêm adquirindo no país nos últimos anos.

Tabela 8 | Principais espécies produzidas no Brasil (ton)

Espécies	2007	2009	Crescimento (%)
Tilápia	95.091	132.957	40
Carpa	36.631	60.695	66
Tambaqui	30.598	46.454	52
Tambacu	10.854	18.492	70
Pacu	12.397	18.171	47

Fonte: MPA (2010).

Quanto à estrutura da oferta de aquicultura no Brasil, pode-se segmentá-la nas atividades de cultivo e processamento industrial.

Com base nas entrevistas realizadas, no âmbito do cultivo, a oferta é bastante pulverizada e a capacidade produtiva de cada empreendimento é pequena, poucos chegam a atingir 5 mil t/ano. Sob o ponto de vista do número de empresas, de acordo com a Relação Anual de Informações Sociais (Rais) de 2010, existem no país 6.063 registros regulamentados nas atividades de pesca e aquicultura (Classificação CNAE 03). Desse total, apenas 22 são médias empresas, 144 são pequenas, 1.952 são microempresas, 1.444 são trabalhadores autônomos e a grande maioria – 2.501 – são empresas não operacionais.¹⁰

¹⁰ Nesse estudo foi adotada a classificação de porte de empresas da indústria do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Até 19 funcionários = micro, vinte a 99 funcionários = pequena, cem a 499 funcionários = média e >quinhentos = grande.

Em razão da escassez de dados sobre a indústria de processamento de pescados, como uma aproximação da estrutura da oferta, são explicitados a seguir os dados da Rais de 2010. Segundo o número de empresas (Rais, código CNAE 102), em 2010, 661 empresas atuavam no processamento de pescados. Dessas, 335 não dispunham de empregados, podendo tratar-se de sociedades não operacionais. Das 326 restantes, 212 são microempresas, 81 são pequenas, 26 médias e apenas sete são grandes empresas.

Outra sinalização do porte das processadoras de pescado pode ser verificada na Tabela 9. As empresas Pioneira da Costa, Costa Sul, Leardini, Ecomar, Foco Gestão e Negócios, Lusomar e Aquicultura Atapuz têm a aquicultura e/ou pesca como principal atividade. Já a empresa Prodapys atua no ramo de suplementos alimentares. A Genetiporc é uma empresa de suinocultura e a Copérdia, de agronegócio diversificada. Os indicadores financeiros apresentados correspondem, na Tabela 9, ao somatório de todas as atividades econômicas de cada empresa.

Tabela 9 | As melhores do setor – criação e pesca

Classificação	Empresas	Receita líquida (R\$ milhões)	Rentabilidade do PL (%)	Ativo total (R\$ milhões)
1	Pioneira da Costa	49,5	16,9	58,5
2	Prodapys*	15,9	18,1	18,5
3	Costa Sul	94,4	14,3	37,7
4	Copérdia*	318,2	5,8	214,5
5	Leardini*	176,9	3,1	126,6
6	Ecomar	23,3	4,5	26,1
7	Foco Gestão e Negócios*	3,5	19,4	13,3
8	Genetiporc**	13,2	19,7	8,1
9	Lusomar	27,0	(10,1)	107,6
10	Aquicultura Atapuz	2,2	2,6	12,6

Fonte: *Anuário do agronegócio* – Globo Rural 2011.

*Empresas com atividade diversificada, sendo a pesca e/ou aquicultura apenas um segmento.

** Multinacional com atividade diversificada.

Além disso, com base nas visitas e entrevistas realizadas, observa-se que os investimentos em aquicultura ainda são pequenos, insuficientes para gerarem uma mudança na estrutura de mercado do setor. Há cooperativas com atuação diversificada no agronegócio que optaram por investir, ainda que timidamente, na aquicultura, como é o caso da Copérdia e da Copacol.

Também há empresas que se originaram na pesca e a mantêm como atividade principal, caso da Leardini.

As empresas identificadas como dedicadas à aquicultura são de pequeno porte se comparadas às grandes empresas de atuação global. Algumas delas dedicam-se a mercados regionais, como é o caso da Delicious Fish. Outras optaram por uma atuação nacional. Nesse grupo, há aquelas focadas em peixes nativos, como a Mar e Terra e a Nativ, e outras que apostaram na tilápia, produto consolidado no mercado, com boa margem e demanda significativa, caso da Geneseas e Netuno.¹¹

Entre as maiores empresas de carnes, encontram-se empresas brasileiras. O setor passou por fusões e aquisições e vem se tornando cada vez mais concentrado. Outra estratégia das empresas é a diversificação relacionada, pois há sinergias na produção e, principalmente, em canais de distribuição. No entanto, apesar de pescados serem proteínas que concorrem com as demais, são poucas as empresas nacionais que atuam nesse segmento.

Desse modo, grande parte do consumo interno de pescados é suprida via importações. De acordo com os dados do MDIC/AliceWeb, em 2011 os principais produtos importados são o salmão, proveniente do Chile, e o bacalhau, importado da Noruega e de Portugal. Salmão é um peixe produzido em águas frias e, pela temperatura das águas brasileiras, seu desenvolvimento no país não seria viável. O conjunto de peixes transformados em bacalhau¹² é capturado no mar e não há indícios de que existam essas espécies no litoral brasileiro. Ou seja, é difícil que haja o deslocamento dessas importações via abastecimento interno. Contudo, as maiores importações em volume foram de filés congelados, principalmente de merluza e de polaca do Alaska, peixes de baixo preço. Com desenvolvimento tecnológico e amadurecimento de sua indústria de pescados, o Brasil poderá se tornar competitivo na substituição dessas importações.

A Argentina era grande fornecedora de pescados em volume (principalmente filé de merluza) para o Brasil e representava as maiores importações brasileiras (mais de sessenta mil t em 2010). No entanto, a China vem substituindo as importações argentinas com filé de polaca do Alaska,

¹¹ O camarão também é um produto de aquicultura importante na receita da empresa.

¹² De acordo com Anvisa (2005), são cinco os tipos de peixes salgados secos no mercado brasileiro: *Gadus morhua* (Cod), *Gadus macrocephalus*, *Saithe*, *Ling* e *Zarbo*. As duas primeiras espécies são conhecidas como bacalhau, sendo as demais designadas de peixe salgado seco tipo bacalhau.

peixe semelhante à merluza. Em 2011, o país asiático se tornou o maior exportador de pescados para o Brasil em volume e o segundo maior em valor (respectivamente 96 mil t e US\$ 232 milhões), o que representou um incremento superior a 140% (em valor e em volume) em relação ao ano de 2010. Em valor, o Chile foi o maior fornecedor de pescados para o Brasil, respondendo por 47 mil t ou US\$ 282 milhões. A Noruega foi a terceira maior exportadora em valor: foram desembolsados US\$ 221 milhões em 33 mil t [Brasil (2010)], e a Argentina caiu para a quarta maior exportadora em 2011: 49 mil t no valor de US\$ 153 milhões.

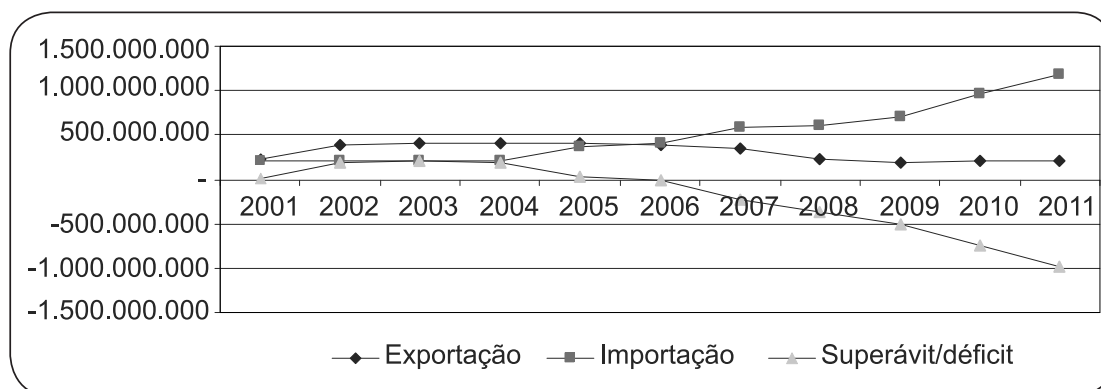
A Tabela 10 contém os dados da balança comercial brasileira do pescado para os anos 2010 e 2011, enquanto o Gráfico 4 mostra o comportamento das importações e exportações brasileiras de 2001 a 2011. A balança comercial brasileira do pescado é deficitária e seu déficit foi elevado em 31% em valor e 23% em volume, no período 2010-2011. A tendência de déficits comerciais iniciou-se em 2006, depois de cinco anos consecutivos de superávits.

Tabela 10 | Balança comercial do pescado – 2010-2011

	2010		2011	
	Valor (US\$ mil)	Quantidade (t)	Valor (US\$ mil)	Quantidade (t)
Exportações	202 mil	28 mil	199 mil	32 mil
	2010		2011	
	Valor (US\$ mil)	Quantidade (t)	Valor (US\$ mil)	Quantidade (t)
Importações	956,6 mil	264 mil	1.190,7 mil	323 mil

Fonte: MDIC/AliceWeb.

Gráfico 4 | Balança comercial do pescado – 2001-2011



Fonte: MDIC/AliceWeb.

O aumento do valor das importações se deveu à apreciação do câmbio, da elevação da renda média do brasileiro e, conseqüentemente, do redirecionamento de pescados, antes exportados para outros países, ao mercado brasileiro.¹³ A redução das exportações, por sua vez, se deu em função de medidas antidumping norte-americanas contra o camarão brasileiro, principal pescado exportado pelo país até 2006. Todavia, o setor de carcinicultura tem apostado no crescente aumento da demanda interna. De acordo com os dados do MDIC/AliceWeb, em 2011 os maiores importadores de pescados do Brasil foram: EUA, com gastos de US\$ 79 milhões em 6 mil t de pescados; Espanha, com US\$ 20,8 milhões em 6,6 mil t; e Japão, com US\$ 19,7 milhões correspondentes a 2,2 milhões de toneladas de pescado. Além da lagosta e do camarão, os principais pescados exportados foram os filés congelados e o atum.¹⁴

Gargalos e oportunidades da aquicultura nacional

Como pôde ser visto ao longo do artigo, o Brasil tem condições propícias ao cultivo de organismos aquáticos, além de um relevante mercado interno abastecido por importações, pois a produção nacional se encontra muito aquém de seu potencial. Esta seção visa explorar os principais gargalos que impedem o setor de deslancar, bem como objetiva mapear as potencialidades da produção de pescados no Brasil. Para isso, a seção foi dividida em três tópicos: Aspectos Regulatórios, Aspectos Técnicos e Aspectos Econômicos.

Aspectos regulatórios

Recentemente, o tema da pesca e aquicultura entrou com maior ímpeto na pauta de discussões do governo federal. Restrito a um departamento no Mapa, em 2003 passou à Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP/PR). Em 2009, a secretaria se tornou o Ministério da Pesca e Aquicultura. Adicionalmente, tanto o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) como o Sebrae criaram grupos de trabalho que analisam o tema. Diversos governos estaduais também deram maior importância ao assunto e criaram secretarias de pesca e aquicultura. Por meio dessas iniciativas, uma agenda comum e políticas integradas de promoção da aquicultura poderão ser mais facilmente coordenadas e fomentadas.

¹³ O Vietnã e a China são exemplos de países que redirecionaram seus produtos para o mercado brasileiro.

¹⁴ Respectivamente NCM 03037990 e NCM 03034300.

Dentre as já mencionadas potencialidades naturais do Brasil, destaca-se a possibilidade de se utilizarem os parques aquícolas da União para a produção de pescados, especialmente em reservatórios hidrelétricos. Entretanto, os marcos legais que autorizam a utilização das águas para fins de aquicultura só foram estabelecidos recentemente, em 2003-2004.¹⁵

O MPA está demarcando áreas aquícolas¹⁶ e parques aquícolas.¹⁷ A cessão de parques aquícolas é uma iniciativa da União, e pelo menos 60% das áreas são cedidas de forma não onerosa, com foco em empreendimentos sociais. O percentual restante pode ser concedido às empresas interessadas, de forma onerosa. Já as áreas aquícolas são integralmente entregues de forma onerosa, e trata-se de uma iniciativa da empresa requisitar a concessão. Entre 1998 e 2008 nenhum processo de cessão foi concluído, mas de 2008 a 2011 foram entregues quase três mil áreas aquícolas. Todavia, há demanda para mais de cem mil áreas (MPA).

Os parques aquícolas só podem ser demarcados após a realização de estudos detalhados. Devem ser realizadas modelagens matemáticas para a escolha dos locais de instalação dos empreendimentos, além de estudos da qualidade da água. Locais inapropriados têm baixa circulação de água e menores concentrações de oxigênio.

Apesar das melhorias recentes nos processos de cessão, ainda são muitos os desafios da aquicultura: agilizar as concessões, tornar o licenciamento ambiental mais eficiente, efetuar mais estudos, realizar um monitoramento ambiental eficaz etc. A grande demora na concessão das licenças necessárias para as empresas produtoras de pescado (licença prévia, licença de instalação, licença de operação) contribuía para maior informalidade do setor. Conquanto ainda haja grande informalidade no setor, a concessão dessas licenças se tornou mais rápida e menos burocrática, mas ainda é passível de melhorias.

¹⁵ O Decreto 4895/2003 dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura. A INI 06/2004 estabelece normas complementares sobre o uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura.

¹⁶ Áreas aquícolas são definidas como espaços físicos contínuos em meio aquático, delimitados, destinados a projetos de aquicultura, individuais ou coletivos.

¹⁷ Parques aquícolas são entendidos como espaços físicos contínuos em meio aquático, delimitados, que compreendem um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura.

Uma das dificuldades apontadas pelo MPA é o emprego da legislação agrária para tratar questões aquárias. O ministério já vem trabalhando nesse entrave e elaborando uma legislação própria para a aquicultura, que leve em consideração sua realidade e problemas específicos.

Outra dificuldade é a quantidade de órgãos e instituições envolvidos na regularização da atividade em águas da União, entre eles o MPA, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Marinha, a Agência Nacional das Águas (ANA), a Secretaria de Patrimônio da União (SPU), o Ibama e demais órgãos ambientais estaduais. Por ser um tema novo para as instituições responsáveis, a regularização das áreas ainda é muito burocrática, mas, recentemente, elas convergiram para um entendimento comum.

A ANA é responsável por implementar e coordenar a gestão compartilhada dos recursos hídricos da União. As águas devem ter múltiplos usos, desde a navegação, passando por consumo, utilização em irrigações, lazer, geração de energia elétrica até a aquicultura. Cada uso da água não pode comprometer os demais, o espaço deve ser compartilhado. Assim, o uso de água para aquicultura foi limitado a 1% da área ou à capacidade de suporte do rio/lago (o menor dos dois critérios). No entanto, os parâmetros atualmente utilizados para determinar a capacidade de suporte das áreas não são adequados à realidade nacional. A ANA avançou nesse entrave e está alterando a forma de cálculo, o que permitirá o aumento da produção.¹⁸

O Ibama, por sua vez, compreende entre suas atribuições, a análise do ecossistema e a definição das espécies que podem ser produzidas na região, prezando para que não haja sobreprodução de uma espécie e extinção de outras. Na Amazônia, por exemplo, onde há grande variedade de peixes nativos, a produção de tilápia, peixe exótico, está proibida por competir por alimentos com as espécies nativas, com risco de levá-las à extinção.

Apesar de todas as regras e órgãos públicos existentes para o ordenamento do setor aquícola, as empresas do setor verificaram ausência de normas de biossegurança. Elas afirmam que, a despeito dos esforços, ainda não há no Brasil um padrão sanitário definido para a criação das espécies, bem como instruções e orientações a serem seguidas nos quesitos manejo, densidade de pescados etc.

¹⁸ Atualmente, menos de 1% das lâminas d'água são utilizadas. Entre outras mudanças, as novas regras levarão em consideração a capacidade de suporte de toda a bacia d'água, não se restringindo apenas ao local específico da produção.

Para que essa questão seja equacionada, as próprias empresas da indústria de aquicultura poderiam elaborar propostas de normas e submetê-las aos órgãos reguladores. Juntos, iniciativa privada e governo poderiam chegar a uma solução que atendesse o interesse de todas as partes envolvidas.

Aspectos técnicos

Os métodos de pesca e a produção aquícola são artesanais e rudimentares no Brasil, havendo bastante espaço para a evolução do setor. Ainda são recorrentes problemas de manejo, de gestão inadequada da atividade e de falta de qualificação da mão de obra.

A integração entre empresa de pescado e produtor de peixes via contratos ou acordos, nos moldes do que acontece com a carne de frango e suína no Brasil, ainda é pouco disseminada na piscicultura. Essa forma de verticalização e estruturação da cadeia contribui para a coordenação dos atores e maior organização entre seus elos. Em geral, nas parcerias, a empresa oferece ao produtor a genética, a ração e a assistência técnica. O produtor, por sua vez, deve entregar sua produção, não podendo vendê-la no mercado *spot* caso os preços estejam mais elevados.¹⁹ Por outro lado, há a segurança de que sua produção será adquirida pela empresa e não ficará sem comprador.

À medida que amadurecem as relações entre empresa e produtores, estabelecem-se laços de confiança, promovendo uma seleção daqueles que honram os acordos. Dessa forma, há maior constância no recebimento e na padronização de produtos, por meio de maior homogeneização dos métodos produtivos, da ração utilizada e da genética. A indústria passa a prover suporte técnico ao produtor, para que ele utilize melhores métodos, alcance melhores indicadores de conversão, reduza a mortalidade, em suma, atinja resultados mais positivos.

A estruturação da indústria aquícola ainda está em uma etapa muito anterior à de frangos e suínos, mas, quando estiver mais organizada e madura, a integração deverá ocorrer como nos outros setores. No caso do frango, pelas características do animal e curto ciclo produtivo, as parcerias

¹⁹ O produtor é remunerado conforme tabela previamente definida e ganha por animal entregue, recebendo um preço prêmio caso venda um animal com maior peso e sendo penalizado se ofertar produtos fora de uma padronização.

são mais fáceis. O ciclo produtivo da piscicultura, em particular,²⁰ é longo e não permite ajustes de curto prazo na oferta. Com isso, algumas empresas preferem não incorrer no risco de precisar comprar toda a produção dos integrados quando o mercado estiver desfavorável. Na indústria de frango, os produtores podem redimensionar sua produção com maior flexibilidade e rapidez. No caso dos suínos, com maior ciclo produtivo, as empresas compram parte dos animais de seus integrados, mas também adquirem um percentual no mercado *spot*, tendo margem para reajustar sua produção por meio desse mercado. A tendência é que a integração na aquicultura aconteça mais nos moldes da integração de suínos do que da de frangos.

Algumas empresas aquícolas brasileiras já ensaiam modelos intermediários semelhantes ao da integração. Elas adquirem com frequência definida pescados do mesmo produtor. Os acordos são informais e os produtores podem comercializar com outras empresas, mas acabam privilegiando as que constituem seu mercado cativo. Em alguns casos, a empresa concede ao produtor seus alevinos, ou indica fornecedores que ela considera qualificados. Também faz parcerias com fábricas de ração e prescreve fórmulas próprias, além de firmar acordos de redução dos preços do insumo. Nesses casos, oferece aos produtores parceiros a opção de também comprá-las a custos menores.

Mesmo nos modelos intermediários de integração, ainda é pouco comum as empresas oferecerem suporte técnico aos produtores. A assistência técnica é fundamental, pois as boas práticas da atividade ainda são pouco disseminadas entre os produtores. Contudo, há outra dificuldade: falta de mão de obra especializada na aquicultura. Como saída, buscam-se profissionais que lidem genericamente com diferentes animais e que prestem assistência técnica na produção de frangos e suínos, por exemplo.

Em virtude da falta de conhecimento e da ausência de assistência técnica, surgem problemas de manejo, como o excesso ou falta de ração, doenças, maior mortalidade, problemas de higiene etc. Quando o manejo é inadequado, determinadas espécies (como tilápia, dourados e camarões) costumam ingerir algas que conferem à carne um gosto de lama. O consumidor passa a rejeitar aquele alimento, julgando que é um problema daquela espécie, o que é prejudicial à indústria, inclusive aos que realizam um bom manejo.

²⁰ Os ciclos produtivos dos peixes, na média, tendem a ser mais longos. Já na carcinicultura os ciclos são curtos, e as dificuldades de um ciclo maior não se verificam.

Quando os animais são bem alimentados e os tanques devidamente limpos, esse problema não se verifica.

Para promover melhorias no manejo, as empresas interessadas, por meio de suas associações representativas, poderiam elaborar cartilhas de boas práticas. Em parceria com instituições de apoio ao agronegócio, poderiam promover sua disseminação com os aquicultores.

A falta de padronização dos peixes também é uma dificuldade no setor, pois chegam aos frigoríficos animais do mesmo lote, mas com grande discrepância de peso e tamanho. Animais com peso inferior à média demandada pela indústria são descartados por não terem valor de mercado, o que mais uma vez significa perdas.

A ração, como já afirmado, responde por grande parte do custo de produção dos animais aquáticos. Muitas empresas do setor relatam que, além de custosas, algumas fórmulas de rações são pouco adequadas, em especial as de peixes nativos. Como os pacotes tecnológicos ainda são pouco desenvolvidos para essas espécies e a escala de produção é pequena, as rações oferecidas são de baixa qualidade e variedade. As produtoras de ração preferem focar suas vendas em produtos de alto valor, como as linhas *pet*, ou em rações para frangos e suínos, mais demandadas.

Cabe à indústria de pescados pesquisar novas fórmulas de ração, com melhor aproveitamento, maior digestibilidade e mais adequadas a cada etapa de vida dos animais, que resultem em melhores taxas de conversão alimentar. Muitas empresas realizam parcerias com as fábricas de ração e lhes entregam fórmulas para produção de rações personalizadas, sob demanda.

Em vista do alto preço das rações proporcionalmente aos custos totais de produção e das dificuldades em adquirir formulações específicas, outras empresas aquícolas optam pela verticalização da atividade. Constroem fábricas de rações próprias e aproveitam-se dos subprodutos do peixe, como sangue, escamas e vísceras para a produção de farinha.²¹ No Brasil não há grandes dificuldades técnicas para a produção de rações: há disponibilidade de soja e milho, principais matérias-primas. O problema, mais uma vez, é escala: as empresas da indústria de pescados ainda são pequenas e, em muitos casos, a construção de uma fábrica de rações própria não se justifica. Uma alternativa seria complementá-la com a venda do produto a terceiros. Entretanto, a coordenação dentro da indústria ainda é muito baixa.

²¹ O óleo de peixe proveniente do aproveitamento dos subprodutos pode ser utilizado como biodiesel.

No caso da tilápia, que já tem um pacote tecnológico mais desenvolvido e que é produzida em grande escala no Brasil, existem rações mais adequadas e específicas para suas diferentes fases de vida. No entanto, o controle de qualidade do produto pode ser falho, ocorrendo diferenças nos lotes comercializados. O ideal seria que houvesse um órgão ou laboratório responsável por aferir a qualidade de diferentes rações.

Um dos gargalos de maior relevância no setor aquícola é o desenvolvimento tecnológico. O peixe que se encontra com pacote tecnológico mais otimizado no Brasil é a tilápia, ainda que importado e tropicalizado. O Quadro 1 mostra uma comparação dos graus de desenvolvimento tecnológico da tilápia, do tambaqui e pintado, segundo classificação da Embrapa.

Quadro 1 | Nível de desenvolvimento tecnológico de peixes no Brasil (Notas 0-10)

	Tilápia	Tambaqui	Pintado
Melhoramento genético	8	2	2
Reprodução e larvicultura	8	7	2
Sistema de cultivo	8	7	2
Nutrição	8	5	5
Sanidade	5	3	3
Processamento	8	4	5

Fonte: Embrapa.

Como afirmado, apesar da pouca importância dispensada pelo setor e dos baixos custos de compra de alevinos, a genética (produção de alevinos) é o elo de maior relevância da cadeia aquícola. Sem alevinos de boa qualidade, toda a cadeia fica comprometida: as taxas de conversão caem, não há padronização, a qualidade da carne é inferior e os custos de produção sobem. Algumas empresas, cientes dessa importância têm investido na verticalização de suas atividades também nessa fase, realizando estudos e pesquisas e passando a produzir alevinos.

Existem três tipos de empresas na indústria de genética: as que fabricam seus alevinos apenas para uso próprio; as que utilizam a genética na produção própria, mas também a comercializam com terceiros; e, por fim, existem empresas que não são verticalizadas à montante, ou seja, não engordam os peixes, seu *metiér* se restringe à produção e à comercialização de alevinos.

O domínio tecnológico da reprodução é fundamental. O pirarucu, por exemplo, tem enorme potencial, com carne branca e macia, demandada pelos consumidores, e, apesar do ciclo de produção mais longo, apresenta bons índices de conversão alimentar e de aproveitamento de carne, sendo anunciado como o bacalhau brasileiro. Entretanto, os métodos reprodutivos desse peixe não são dominados no país.

O Brasil conta com muitas espécies de peixes que parecem promissoras, mas exemplos de outros países, como Chile, Noruega e Vietnã, indicam que o foco em poucas espécies pode gerar bons resultados. Assim, a melhor estratégia para o crescimento do setor no Brasil seria a de concentrar esforços e capital no domínio tecnológico de poucas espécies de maior potencial técnico e mercadológico.

O Brasil tem uma longa curva de aprendizagem a percorrer na substituição dos métodos rudimentares e informais de produção. Modernizações e atualizações tecnológicas, automatizações, métodos menos intensivos em mão de obra braçal e de maior escala são fundamentais para a alavancagem do setor.

São produzidos no Brasil apenas tanques-rede simples e equipamentos de baixa intensidade tecnológica. Todavia, o *know-how* necessário para produção de máquinas e equipamentos mais sofisticados, com maior mecanização e tecnologia, não é tão complexo. Maquinários para agricultura de precisão, colheitadeiras, entre outros equipamentos requerem maior *expertise* e intensidade tecnológica e são produzidos no Brasil, pois há grande demanda nacional que justifica esses investimentos pela indústria pesada. No caso da aquicultura, como as empresas ainda são pequenas e o setor está pouco amadurecido, não há demanda e escala que viabilizem investimentos da indústria de maquinários no segmento.

Outro problema identificado é a ausência de infraestrutura próxima a alguns parques aquícolas. Muitas áreas que a União vem cedendo estão distantes de estradas, portos, mercados consumidores, fábricas de ração e de demais insumos. Em um setor já fragilizado, o aumento dos custos de produção decorrentes dessas dificuldades pode inviabilizar projetos.

No caso em que as cessões de áreas são não onerosas, com fins sociais, a produção acaba se tornando de subsistência. Ainda que haja coordenação entre os pequenos produtores para compra de insumos e venda de seus produtos, os altos custos produtivos acabam por comprimir suas margens e

dificultar a comercialização. Um empreendimento que poderia produzir com fins comerciais acaba se tornando uma produção de subsistência. No caso de cessões onerosas das águas da União, empresas não ficarão interessadas em adquirir as licenças se constatarem que problemas de infraestrutura lhes gerarão margens negativas.²²

Aspectos econômicos

A curva de aprendizagem da atividade aquícola é longa, maior do que a prevista por muitas das empresas que entram no setor. Por esse motivo, algumas delas não conseguem se planejar adequadamente para as contingências e traçar um plano de investimentos consistente com a natureza do negócio. O Chile, país reconhecidamente bem-sucedido na produção de pescados, demorou mais de vinte anos para alavancar sua produção.

A aquicultura tem suas particularidades. Como afirmado, o ciclo produtivo dos peixes é longo, sendo intensivo em capital de giro. A tilápia, que é uma espécie considerada de ciclo curto, leva seis meses da fase de alevino até a despesca. Para demais peixes, esse prazo pode ser superior a um ano. Nesse período, o produtor incorre em custos sem retorno financeiro. As exigências de capital fixo do setor não são vultosas, mas são necessárias grandes somas de capital de giro. As linhas de capital de giro convencionais não são adequadas para essa estrutura produtiva, pois não atendem aos ciclos operacional e financeiro característicos desse negócio.

O volume de recursos de giro e o tempo necessário para adequação dos parâmetros de produção e para os primeiros recebimentos, quando não são bem dimensionados nos planos de negócio das empresas, podem degradar sua situação financeira. Há ainda o risco de essas empresas subestimarem os investimentos necessários para iniciar o negócio e o financiarem com recursos captados a taxas incompatíveis.

Em função de as linhas de giro para a aquicultura serem pouco adequadas, os produtores têm dificuldade em permanecer na atividade, o que é prejudicial à indústria, que carece de fornecedores. Visando atenuar esse problema, algumas empresas têm cogitado segmentar a produção aquícola

²² Empresas também podem adquirir as licenças com fins especulativos, aguardando a possibilidade de criação de um mercado de licenças ou antevendo melhoras na infraestrutura local. Dada a abundância de água no Brasil, ainda não há mercado nacional de licenças. Contudo, no resto do mundo, empresas já consideram a disponibilidade de água e as licenças de seu uso como importantes ativos.

em etapas. Desse modo, o capital de giro necessário à atividade continua o mesmo, mas, para os produtores individualmente, esse valor se reduz, pois é distribuído entre os demais piscicultores ao longo de todas as etapas de produção.

Essa solução, no entanto, pode elevar os custos de transporte e gerar maior estresse e mortalidade dos animais, que são transportados entre as fazendas aquícolas. Na suinocultura, cujo ciclo de produção também é longo, a prática da separação por etapas produtivas é bastante difundida.²³

Embora elencadas algumas vantagens na verticalização da atividade aquícola, a maior parte das empresas do setor ainda é pequena e frágil e não dispõe de estrutura financeira para investir ao longo de toda a cadeia. Ademais, para que a verticalização seja lucrativa é necessária uma escala mínima, ainda não atingida pela maioria das empresas brasileiras. Assim, empresas mais maduras e de maior porte, que elaboraram um plano de negócios mais conservador e com reserva de capital para casos de contingências, tendem a ser mais bem-sucedidas com a verticalização.

Participação do BNDES

A atividade aquícola é passível de financiamento pelo BNDES, seja na forma direta,²⁴ seja por meio de agentes financeiros (forma indireta), ou ainda via Cartão BNDES. Inexistem linhas específicas para a aquicultura, mas a atividade pode ser apoiada dentro dos programas agropecuários. Entre os diversos programas, destacam-se:

- 1. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf Investimento)** – prevê financiamentos a pescadores que se dediquem à pesca artesanal, com fins comerciais, explorando a atividade como autônomos, com meios de produção próprios ou em parceria com demais pescadores artesanais. Também financia aquícultores que explorem áreas não superiores a dois hectares de lâmina d'água ou que ocupem até 500 m³ de água, nos

²³ De modo geral, a produção de suínos é dividida em três fases: maternidade, que vai do nascimento até 21 ou 28 dias de vida; creche, onde o animal passa em média mais quarenta dias; e terminação, período de engorda que vai até os seis meses de vida do suíno, idade em que ele irá para o frigorífico para ser abatido. Essa foi a forma que a indústria encontrou para partilhar os custos com capital de giro ao longo de toda a cadeia, sem sobrecarregar algum produtor específico.

²⁴ Projetos acima de R\$ 10 milhões podem ser operados diretamente pelo BNDES. Esse limite é menor para financiamentos à inovação, linhas ambientais e linhas sociais.

casos de exploração em tanque-rede. No programa há uma série de linhas com condições e requerimentos diferenciados, que são modificados a cada ano-safra pelo governo federal, responsável por subsidiar os financiamentos.

2. **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf Custeio)** – recurso concedido exclusivamente a cooperativas centrais de crédito credenciadas como agentes financeiros e com limite para operar junto ao BNDES. Na linha de custeio pecuário, apoia despesas normais de captura do pescado, como aquisição de cordas, redes, anzóis e boias, mão de obra, seguros, impostos, fretes e carretos. Também financia a aquisição de matrizes e alevinos, reparo e limpeza de diques, comportas e canais, mão de obra, despesa etc. Adicionalmente, são apoiadas despesas com a conservação de embarcações e equipamentos de pesca, como estadia em estaleiros, raspagens, calafetação, pintura, retífica de motor e máquinas, compra de tintas, vernizes, peças de reposição, entre outras.
3. **Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais (Moderagro)** – apoia a implantação de frigorífico e de unidade de beneficiamento, industrialização, acondicionamento e armazenagem de produtos da aquicultura e pesca.
4. **Programa de Desenvolvimento Cooperativo para a Agregação de Valor à Produção Agropecuária (Prodecoop)** – destina-se a cooperativas de produção agropecuária, agroindustrial, aquícola e pesqueira. No caso do setor de pescados, de forma semelhante ao Moderagro, apoia unidades de beneficiamento, frigoríficos, armazenagem e acondicionamento de pescados. As linhas de financiamento são: BNDES Automático, Finame Agrícola e Finem.

O Pronaf é um programa mais adequado para o pequeno aquicultor, enquanto o Prodecoop é voltado para as cooperativas e o Moderagro para a indústria aquícola ou para aquicultores de maior porte. As linhas do BNDES mais utilizadas são Finem e Finame.

Como resumido na Tabela 11, nos anos de 2010 e 2011 foram desembolsados pelo BNDES para o setor aquícola, respectivamente, R\$ 9,98 milhões e R\$ 10,94 milhões, o que representou um aumento de quase 10% de um ano para outro. Apesar desse crescimento, os desembolsos para o setor são pouco significativos no contexto do desembolso total do BNDES, ou mesmo se for considerado apenas o desembolso da agroindústria.

Tabela 11 | Desembolsos do BNDES em aquicultura (em R\$)

Setor de atividade	2011	2010
Aquicultura	6.853.869	7.563.205
Atividades de apoio à aquicultura	3.816.738	2.395.142
Atividades de apoio à pesca	264.751	22.637
Total	10.935.358	9.980.984

Fonte: Elaboração própria.

Considerados os últimos dez anos, o valor desembolsado foi de R\$ 191 milhões, conforme demonstrado na Tabela 12. Foram 255 projetos contratados pelo BNDES. Na primeira metade dos anos 2000, período de grande investimento nacional na carcinicultura, os desembolsos foram bem elevados. A partir da segunda metade da década de 2000, os produtores começaram a se defrontar com problemas sanitários que devastaram seus plantéis e com entraves para exportar os camarões, principalmente para os EUA, maior importador do produto nacional.

Tabela 12 | Desembolsos do BNDES na aquicultura nos últimos 10 anos (em R\$)

Total	191.069.037
2011	10.935.358
2010	9.980.984
2009	8.453.476
2008	3.904.133
2007	3.576.027
2006	3.922.576
2005	12.141.028
2004	26.902.149
2003	80.623.617
2002	30.629.689

Fonte: Elaboração própria.

Mais de 80% dos financiamentos para a aquicultura foram realizados por agentes financeiros ou via Cartão BNDES. Mais empresas surgiram e vêm investindo no setor. No entanto, a maior parte ainda é muito pequena para operar diretamente com o BNDES, por isso recorrem ao Cartão e aos agentes financeiros. As maiores empresas do setor estão no limite para atuar diretamente com o BNDES, seja por seus indicadores econômico-financeiros, seja pelo porte de seus projetos.

Muitos pequenos aquicultores e empresas menores não têm acesso às linhas do BNDES, pois ainda atuam na informalidade, não têm licenças. Diferentemente da avicultura, pecuária e suinocultura, esse setor ainda não está consolidado no Brasil.

A integração entre produtor e empresa e a redução da informalidade poderiam contribuir na alavancagem do setor. Como pequenos produtores têm dificuldade de acesso ao crédito, pode ser realizada uma **Operação Programa**, em que a empresa coordena e organiza aquicultores que queiram realizar investimentos com a mesma finalidade (engorda de peixes, por exemplo). A empresa procura o agente financeiro e apresenta o projeto. As garantias são oferecidas pelos aquicultores, responsabilizados em caso de inadimplência. Taxas de juros, prazos e responsabilidades de cada ator variam, são pactuados entre produtor, empresa e agente financeiro em cada caso. O fluxo de caixa do produtor pode passar pela empresa, que, nesse caso, reteria um percentual combinado dos pagamentos durante o ciclo produtivo para pagar o empréstimo, descontando um valor pré-acordado com o aquicultor, o que reduziria o risco do agente financeiro. A empresa também pode negociar em bloco com as construtoras e fornecedores de materiais, reduzindo os custos dos investimentos. Esse modelo de financiamento já foi realizado no BNDES nas indústrias avícola, de fumo, suinícola e sucroalcooleira.

Considerações finais

Embora o consumo de pescados no Brasil ainda seja baixo, essa é a carne mais demandada mundialmente e, tanto no país quanto no mundo, seu consumo vem crescendo de forma acelerada. Aumento populacional, urbanização, crescente preocupação com hábitos alimentares saudáveis nos países desenvolvidos e elevação do poder de compra nos países em desenvolvimento são fatores que vêm contribuindo para o aumento da demanda mundial por pescados. Apesar do reduzido consumo brasileiro, a balança comercial do país é deficitária em pescados desde 2006. O déficit em 2011 foi de 291 mil t, no valor de US\$ 992 milhões. Ou seja, parte do consumo nacional vem sendo suprida via importações de peixes. Parte deles não é passível de substituição por produção nacional, como é o caso do bacalhau e do salmão. No entanto, há espécies promissoras no país, tanto para empresas que optarem por estratégias de custo, deslocando importações chinesas e argentinas de peixes mais acessíveis, quanto para as que optarem pelas estratégias de diferenciação.

O crescimento da captura de pescados parece ter atingido seu limite, resultado da prática da sobrepesca predatória e insustentável. O esgotamento nos estoques de pescado próximos da costa torna necessário maior uso de tecnologia para a pesca em águas profundas e gastos mais elevados. Nesse cenário, a aquicultura torna-se uma importante alternativa de a oferta responder à crescente demanda por pescados. Ainda assim, há espaço para o desenvolvimento da pesca no país, via atualização tecnológica e modernização.

Um dos potenciais nacionais é a grande disponibilidade de água em parques aquícolas da União, principalmente em reservatórios hidrelétricos. A legislação que estabelece os marcos legais para a atividade nas águas brasileiras é recente. Apesar da cessão de três mil áreas aquícolas de 2008 a 2011, há demanda para mais de cem mil áreas. São muitos os estudos que devem ser realizados para que sejam cedidas essas áreas de forma sustentável e também são muitos os órgãos governamentais e ambientais que devem ser consultados para que todas as licenças sejam concedidas e a atividade regularizada. Recentemente, houve melhora na coordenação entre os órgãos e redução na burocracia, mas ainda há muitos desafios e problemas que devem ser sanados, como maior redução no tempo de cessão das licenças. A atividade ainda se mantém predominantemente informal.

Outra dificuldade é a ausência de padrão sanitário para a aquicultura. Práticas inadequadas e maior adensamento de peixes em uma fazenda aquícola podem contaminar as fazendas próximas e prejudicar a atividade. A produção deve ser ambientalmente sustentável para que não se comprometa a qualidade dos recursos hídricos nacionais.

A atividade aquícola requer um longo período de aprendizagem, subestimado pela maior parte das empresas, que elaboram planos de negócio muito otimistas. Adicionalmente, uma das particularidades do segmento é seu longo ciclo operacional, exigindo maior utilização de capital de giro.

Também são muitos os entraves técnicos existentes na aquicultura: manejo inadequado, carência de mão de obra qualificada e de suporte técnico, falta de padronização dos pescados, entre outros. A tendência é que, com o amadurecimento e melhor estruturação do setor, o modelo de integração seja adotado, como aconteceu com suínos e aves.

Com a integração, há maior homogeneidade dos métodos produtivos empregados e da ração e genética utilizadas, resultando em maiores pa-

dronização e constância no recebimento do produto, fundamentais para o melhor planejamento da atividade. Isso representa maior estruturação da cadeia e coordenação entre os elos produtivos. O modelo de integração de pescados deverá ser semelhante ao de suínos, pela proximidade na duração de seus ciclos produtivos.

Apesar de os alevinos serem pouco representativos no custo total da produção de pescados, a genética é um dos elos mais importantes da cadeia aquícola. O Brasil, porém, tem dado pouca atenção a essa questão. O país deve investir mais em pacotes tecnológicos adequados a suas espécies nativas, não dispersando recursos em várias, mas focando nas que parecem mais promissoras, tanto em relação a padrões técnicos quanto a sua aceitabilidade no mercado.

A maior parte das empresas do setor ainda é muito pequena e não tem escala produtiva que justifique a verticalização de suas atividades. Escala também é um dos impeditivos para investimentos do setor de maquinários e equipamentos aquícolas. Como afirmado, o país possui equipamentos mais simples, com baixa intensidade tecnológica, sendo necessária a importação de máquinas mais sofisticadas.

O compartilhamento de conhecimento e formas de produção menos artesanais seriam benéficos à indústria aquícola, com maior profissionalização, entrada de novos *players* e estruturação do setor, possibilitando redução de custos. Com isso, caso a estratégia da empresa seja competição por custos, seria viável a redução de preço do pescado brasileiro, tornando-o competitivo no mercado nacional e até permitindo a substituição de importações das espécies de baixo preço. No caso das empresas que optarem pela estratégia de diferenciação, pescados nativos brasileiros poderiam ser inseridos no mercado global como produto diferenciado, por meio de investimentos intensivos em *marketing*.

Dessa forma, apesar dos gargalos ainda existentes e do baixo desenvolvimento do segmento no Brasil, existem potencialidades não exploradas e grande possibilidade de modernização e expansão da atividade. A produção de pescados em parques aquícolas também apresenta sinergias com políticas públicas de redução da pobreza, alternativa para políticas de entorno de grandes projetos e possibilidade de crescimento significativo da produção nacional (caso problemas de infraestrutura sejam equacionados). Este artigo destacou a produção de pescados em água doce, que se encontra em

estágio mais avançado. Se for considerado o potencial marítimo nacional para produção de pescados, a denominada maricultura, as possibilidades produtivas são ainda maiores.

As empresas brasileiras de proteínas, grandes *players* globais, ainda não se interessaram pelo setor aquícola, pois o consumo *per capita* nacional é baixo e a cadeia produtiva ainda muito atrasada e desorganizada. Contudo, como o pescado é uma alternativa de proteína saudável que compete com as demais carnes e seu consumo vem aumentando no Brasil e no mundo, a tendência é que haja maior interesse pelo segmento. A diversificação de portfólio geraria dissolução dos custos produtivos e aproveitamento de economias de escopo e de escala.

As empresas de pesca, com o esgotamento dos estoques das costas, também tendem a entrar no segmento aquícola. Por serem empresas maiores e com *know-how* em pescados, concentrarão mais fôlego para levar adiante investimentos, desenvolver novas tecnologias, consolidar e estruturar o setor. Também poderão se aproveitar de sinergias resultantes das duas atividades e de economias de escopo.

Assim, apesar dos entraves hoje existentes, há também um grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil. Com uma política de pesquisa e desenvolvimento focada nas espécies mais promissoras e com a modernização das empresas, pode ser iniciado um círculo virtuoso, permitindo o aumento da escala de produção, a verticalização da cadeia produtiva e o amadurecimento dessa indústria no país.

No entanto, este artigo não esgota o tema. Ainda ficam pendentes um aprofundamento na experiência bem-sucedida de outros países, bem como uma revisão mais detalhada de medidas que poderiam alavancar a aquicultura no Brasil, temas que deverão ser abordados em trabalhos futuros.

Referências

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância. *Cartilha orientativa: comercialização de pescado salgado e de pescado salgado seco*. 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/cartilha_bacalhau.pdf>. Acesso em: jan. 2012.

Anualpec – Anuário da Pecuária Brasileira. Agra FNP Pesquisas Ltda., 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. *Balança comercial do pescado 2009*. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/Balan%C3%A7a%20Comercial%20do%20Pescado%202009.doc>>. Acesso em: dez. 2010.

_____. *Programa pesca e aquicultura (PPA)*, 2010. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/conape/doc_reunioes/2011/PPA%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20Aquicultura%20e%20Pesca%20vers%C3%A3o%20completa%20final.pdf>. Acesso em: dez. 2011.

_____. *Aquicultura brasileira*, 2011. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/seminario/Sem_aquicultura_Eletronas.pdf>. Acesso em: nov. 2011.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. *The State of World Fisheries and Aquaculture*, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/sofia/en>>. Acesso em: nov. 2011.

_____. *FAO Yearbook – Fishery and Aquaculture Statistics 2008*. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/71006419/Fishery-and-Aquaculture-Statistics-2008>>. Acesso em: nov. 2011.

_____. Fishstat Plus : universal software for fishery statistical time series. Version 2.3, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>>. Acesso em: jan. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (POF)*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf>. Acesso em: out. 2011.

REVISTA GLOBO RURAL. *Anuário do Agronegócio 2011*. De vento em popa, p. 60-62. São Paulo: Editora Globo, nov. 2011. (Edição especial).

ROPPE, L. *Perspectivas da produção mundial de carnes, 2007 a 2015*. 2009. Disponível em: <http://pt.engormix.com/member_login.aspx?referer=yes>. Acesso em: dez. 2011.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. *Criação de tilápias em tanques-redes*. 2007. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/7227d4d9d30ab6cc832573a9006df4bc/\\$file/nt0003737a.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/7227d4d9d30ab6cc832573a9006df4bc/$file/nt0003737a.pdf)>. Acesso em: out. 2011.

_____. *Aquicultura e pesca: tilápias*. 2008. (Série Estudos de Mercado). Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/77dbf2893a380b398325749e0067e2c5/\\$file/nt00038bee.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/77dbf2893a380b398325749e0067e2c5/$file/nt00038bee.pdf)>. Acesso em: set. 2011.

Sites consultados

ABIEPCS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – <www.abiepcs.com.br/>.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – <www.cpaef.embrapa.br/aquicultura/>.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Estatísticas – <faostat.fao.org/default.aspx>.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Estatísticas Aliceweb – <aliciweb.desenvolvimento.gov.br/>.

MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – <www.mpa.gov.br/>.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – <bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>.

PORTAL SÃO FRANCISCO – <www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-agua/agua-na-terra.php>.

UBABEF – UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – <www.abef.com.br/ubabef/index.php>.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Estatísticas – <www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=DATA_STATISTICS>.

Coordenação editorial

Gerência de Editoração do BNDES

Projeto gráfico

Fernanda Costa e Silva

Produção editorial

Expressão Consultoria e Produção Editorial

Arte final da capa

Refinaria Design

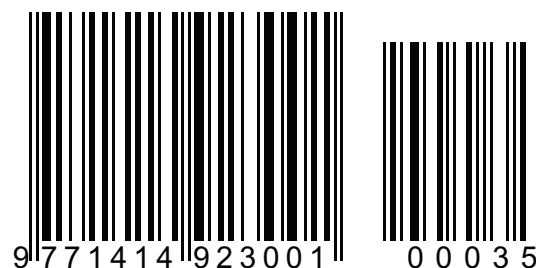
Editoração eletrônica

Abreu's System

Impressão

Walprint Gráfica e Editora

ISSN 1414-9230



Editado pelo
Departamento de Divulgação
Março de 2012



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior



ERROR: rangecheck
OFFENDING COMMAND: .buildshading3

STACK:

-dictionary-
-dictionary-
-savelevel-