

Panorama da engenharia automotiva no Brasil: inovação e o apoio do BNDES

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro, Daniel Chiari Barros e Luiz Felipe Hupsel Vaz

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

Panorama da engenharia automotiva no Brasil: inovação e o apoio do BNDES

Bernardo Hauch Ribeiro de Castro
Daniel Chiari Barros
Luiz Felipe Hupsel Vaz*

Resumo

O objetivo do presente artigo é apresentar um panorama da engenharia automotiva no Brasil e no mundo. A engenharia cumpre papel central no processo inovativo e no desenvolvimento econômico. Nesse setor, a realização local de projetos é ainda mais fundamental, tendo em vista, entre outros aspectos, o processo de definição de fornecedores que caracteriza a cadeia. As subsidiárias locais das montadoras ampliaram sua autonomia em relação às matrizes, e projetos mais sofisticados vêm sendo realizados localmente, ainda que exista um caminho a percorrer em relação aos países líderes no setor. Além de debater tais aspectos, o artigo traça um breve cenário da formação de engenharia no Brasil e ressalta o papel do BNDES para o fortalecimento da engenharia local. Por fim, discutem-se os mecanismos regulatórios que propiciam um ambiente mais favorável à inovação na indústria automobilística local.

* Respectivamente, gerente, economista e engenheiro do Departamento das Indústrias Metal-Mecânica e de Mobilidade da Área Industrial do BNDES. Os autores agradecem os comentários de Antonio Marcos Ambrozio, Haroldo Fialho Prates e Suzana Gonzaga da Veiga, e o auxílio, pela equipe da Área de Planejamento/Departamento de Avaliação, Inovação e Conhecimento/Gerência de Avaliação de Efetividade e Emprego (AP/DEINCO/GERAV), na coleta de dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), isentando-os da responsabilidade por erros remanescentes.

Engenharia automotiva, inovação e desenvolvimento econômico

A atividade de engenharia é fundamental para a criação de tecnologias e a difusão do progresso técnico e tecnológico. Ao proporcionar o aperfeiçoamento das bases do conhecimento, a geração de inovações torna-se mais provável e, portanto, mais recorrente. Em grande medida, o desenvolvimento econômico de um país depende de sua capacidade inovativa. A geração de inovações traz efeitos benéficos sobre a competitividade e a produtividade locais, permite o fortalecimento das empresas domésticas e a maior agregação de valor, além de possibilitar, como efeito indireto, o surgimento de novos padrões de aprendizado e de novos mercados.

A indústria automotiva brasileira cumpre papel central na cadeia de inovação do país. Isso se deve ao tamanho dessa indústria, aos significativos efeitos de encadeamento produtivo por ela gerados e ao próprio dinamismo característico do setor, no qual a introdução de novos produtos e tecnologias é essencial para o sucesso das empresas. Bahia e Domingues (2010, p. 11) enfatizam a importância dessa cadeia para o Brasil e para a difusão local do progresso técnico.

Em síntese, pode-se afirmar que a cadeia automotiva é a cadeia mais importante da economia brasileira quanto à indução direta e indireta de crescimento para todos os demais setores. Não é por menos que todos os ciclos econômicos brasileiros desde 1967 se iniciaram nos setores de bens de consumo duráveis, em particular da cadeia automotiva. Esta é uma característica da estrutura econômica brasileira, o que torna fortemente relevante entender a dinâmica de inovação na cadeia automobilística, pois ela tem um efeito significativo sobre a difusão de progresso técnico no Brasil.

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) de 2011¹ mostra que a indústria de transformação brasileira investia, em média, apenas 0,72% da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e 2,46% em atividades inovativas. As montadoras de veículos, por seu turno, investiam 1,39% em P&D e 2,79% em atividades inovativas. As autopeças dispendiam 1,17% em P&D, acima da média da indústria de transformação. No

¹ A Pintec é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

caso das autopeças, cumpre ressaltar que se forem considerados apenas os sistemistas (fornecedores de componentes e sistemas para as montadoras), esse percentual provavelmente é maior. A indústria automotiva, portanto, realiza esforço inovativo acima do realizado em outras indústrias, embora ainda aquém do executado por outros países.²

Outra característica da indústria automotiva é que seu investimento em P&D costuma ser proporcionalmente alto quando comparado com o investimento fixo. O setor, no Brasil, costuma passar por ciclos de investimento em ampliação de capacidade produtiva, enquanto o investimento em novos modelos é recorrente. A principal justificativa é que se trata de uma indústria muito competitiva, em que a atualização dos produtos é vital para as empresas. Por outro lado, como os processos produtivos são complexos, a ampliação de capacidade requer grandes investimentos, que tendem a se concentrar no tempo. Para ilustrar tal fato, a Tabela 1 mostra a relevância do investimento em P&D em relação ao investimento total na indústria automotiva brasileira, e a Tabela 2 expõe cálculo realizado com um estrato de empresas de outros países.³

Tabela 1 | Proporção entre o investimento em P&D e o investimento total na indústria automotiva brasileira (em R\$ milhões)

Montadoras	2000	2003	2005	2008	2011
Investimento em P&D	899	1.135	1.419	2.488	2.372
Investimento total	3.021	2.067	2.556	5.353	8.324
%	29,8	54,9	55,5	46,5	28,5
Autopeças	2000	2003	2005	2008	2011
Investimento em P&D	134	161	246	529	922
Investimento total	2.012	1.634	3.439	3.866	4.049
%	6,7	9,9	7,2	13,7	22,8

Fonte: Elaboração própria, com base em Anfavea (2013) e IBGE (2002; 2005; 2007; 2010; 2013).
Nota: Valores em reais convertidos pelo dólar médio de cada ano.

² A indústria automotiva na Alemanha, por exemplo, investe cerca de 5,6% de sua receita em P&D, somando € 19,6 bilhões em 2011 [Di Bitonto, Kolbe e MacDougall (2012)].

³ Apenas para comparação, a relação entre o investimento em P&D de todas as empresas brasileiras e a Formação Bruta de Capital Fixo em 2011, ambos calculados pelo IBGE, foi de 2,5%.

Tabela 2 | Proporção entre o investimento em P&D e o investimento total na indústria automotiva de outros países (em %)

	Montadoras	Fabricantes de autopeças	Total
Em países desenvolvidos	40,8	50,1	43,0
Em países emergentes	31,0	20,7	29,2
Total	39,7	47,9	41,6

Fonte: Elaboração própria, com base em European Commission (2013).

Nota: Estrato composto por 42 montadoras e oitenta fabricantes de autopeças; 29 em países emergentes e 93 em desenvolvidos.

Observa-se que o investimento em P&D das montadoras situa-se frequentemente acima de 30% do investimento total. Essa proporção tende a cair quando aumenta o investimento produtivo, conforme pode ser verificado nos ciclos mencionados.

No caso da indústria automotiva, além de a engenharia cumprir papel fundamental no processo inovativo, a realização dessa atividade localmente vai contribuir para que seus fornecedores também sejam locais. Ademais, projetos realizados no país podem gerar receitas de *royalties*, exportação e outras divisas, permitem a atualização tecnológica dos produtos e a permanente capacitação dos engenheiros automotivos. Ainda sobre o processo de definição dos fornecedores, Salerno *et al.* (2010, p. 567-568) destacam que este se inicia ainda na fase de concepção do veículo e que, portanto, a realização local do projeto veicular pela equipe de engenharia, desde seu início, é decisiva.

Assim, a engenharia tem, na prática, poder de veto sobre candidatos ao fornecimento [...]. O “leilão” de preços só ocorre após a engenharia aprovar os candidatos. Por decorrência, passa a ser decisiva a localização da engenharia, ou melhor, passa a ser decisiva a localização da unidade na qual se encontra a engenharia que analisa os candidatos ao fornecimento. Essa engenharia é aquela da unidade que é sede do projeto do veículo, isto é, a unidade que centraliza a gestão e as decisões sobre o projeto, seu desenvolvimento, suas modificações. O contato com fornecedores-chave acontece já na fase de definição do conceito do veículo. A unidade que desenvolve o projeto desde a fase de conceito (a fase inicial de um projeto de veículo, que define suas características gerais) é aquela que vai contatar os fornecedores, obtendo vantagem aqueles que estão localizados próximos à montadora. A proximidade não é física, mas sim de ne-

gócios, de relacionamento, de geração de valor de serviço. A própria viabilidade de importação é menor quando o veículo tem sede de projeto no Brasil, pois nessa situação há peças e partes não projetadas e/ou produzidas no exterior, levando a que o desenvolvimento experimental das peças em si e delas no conjunto do carro seja mais facilmente feito no país. Ainda, a engenharia que habilita fornecedores é a engenharia local, que tem um cardápio de fornecedores diferente do da matriz, com empresas locais já conhecidas seja pelo histórico, seja pelo monitoramento do parque industrial local.

A maior ou menor participação do país nas atividades de engenharia e desenvolvimento de produtos, tendo em vista que a indústria automobilística brasileira é formada predominantemente por multinacionais, dependerá de diversos fatores. Além da estratégia específica de cada montadora e da importância relativa da subsidiária local, há fatores locais – por exemplo, a situação macroeconômica, a existência de boa infraestrutura de pesquisa, de mão de obra qualificada de engenharia, de condições de apropriabilidade dos resultados do progresso técnico, de incentivos e de subsídios [De Negri *et al.* (2008)].

Baseado no diagnóstico de que um apoio à engenharia automotiva poderia trazer externalidades bastante positivas para a economia brasileira, o BNDES criou o Programa de Engenharia Automotiva em 2007, posteriormente transformado no BNDES Proengenharia. Tal diagnóstico mostrava também que um instrumento de financiamento adequado poderia melhorar as condições de competitividade das subsidiárias brasileiras das montadoras de veículos na disputa pelo desenvolvimento de projetos de novos modelos. Ainda que algumas montadoras tendam a concentrar seus esforços, a maior parte dispõe de vários centros de engenharia pelo globo. Tais centros competem entre si pelos projetos de novos modelos. Um dos objetivos do programa era ofertar condições atrativas para financiamento desses projetos no Brasil, criando, portanto, uma vantagem locacional. Ao financiar a engenharia nacional, buscava-se ainda criar outros diferenciais competitivos, como a ampliação e a qualificação dos setores de engenharia das empresas e o aprimoramento das competências e do conhecimento técnico do país.

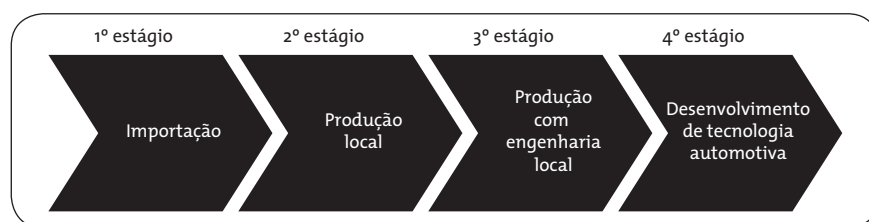
Trajetória de acumulação de conhecimento no setor automotivo

Conforme será exposto na terceira seção, atualmente o país dispõe de centros de engenharia qualificados, capazes de projetar um novo modelo de veículo desde a definição do conceito até a validação de produto e processo.

Contudo, as estruturas de desenvolvimento de produto ainda estão concentradas nas montadoras instaladas no Brasil há mais tempo. Embora se possam citar exemplos de veículos aqui concebidos, como o Volkswagen Fox e os novos Ford Ka e Ford EcoSport, a maior parte do esforço de engenharia continua concentrado em adaptações de modelos globais às condições locais, processo também conhecido como tropicalização, e em reestilizações. Além disso, o desenvolvimento de componentes e sistemas complexos ou disruptivos continua sendo realizado na sede das grandes sistemistas, que, em boa parte, também são empresas de capital estrangeiro.

A Figura 1 ilustra, de modo esquemático, o estágio atual em que a indústria automotiva brasileira se encontra. Em um primeiro estágio, há os países que apenas importam veículos, como o caso de Chile, Bolívia, Paraguai, entre outros. Nesses países, a escala do mercado interno parece contribuir de forma negativa na decisão de instalação de unidades fabris pelas empresas já estabelecidas globalmente; tampouco tais locais figuram como plataformas de exportação para esse tipo de produto. Em um segundo estágio, encontram-se os países que têm produção local, mas que, de forma geral, não realizam engenharia local. Como já explicado, isso pode ser atribuído ao(s) fato(s) de suas subsidiárias locais contarem com pouca importância relativa e/ou de serem países de mercados pequenos e/ou de conviverem com fatores locais adversos para esse tipo de atividade. Além disso, questões como a disponibilidade de mão de obra qualificada também podem contribuir.

Figura 1 | Esquema ilustrativo dos estágios de desenvolvimento da indústria automobilística



Fonte: Elaboração própria.

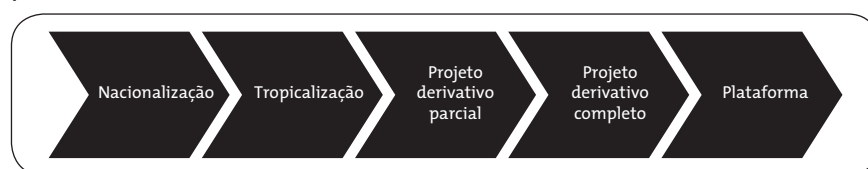
O Brasil se encontra em um terceiro estágio, assim como China e Índia. Além de produzirem veículos, esses países realizam engenharia local, promovem adaptações e algumas vezes concebem modelos. O quarto e últi-

mo estágio, em que estão países como Estados Unidos, Alemanha e Japão, compreende aqueles que desenvolvem tecnologia automotiva globalmente, criando e exportando o que há de mais moderno no mundo automotivo, gerando até aplicações que são incorporadas em outros setores industriais. Nesses países, as tecnologias mais avançadas em novos materiais, alternativas para motorização, eletrônica automotiva, tecnologia de processo etc., são pesquisadas, concebidas, desenvolvidas e exportadas.

O Brasil, portanto, já percorreu um caminho importante desse processo e, embora haja uma distância não desprezível a ser percorrida para o atingimento do nível dos países que se encontram atualmente na vanguarda do mundo automotivo, há um norte claro, para que a política pública deve mirar.

Durante o segundo e o terceiro estágios, há uma incorporação gradual de atividades de engenharia nas empresas. Assim, há também um acúmulo de competências tecnológicas em desenvolvimento de produto. Consoni (2004) apresenta um modelo empírico interessante que ilustra esse acúmulo, como descrito na Figura 2.

Figura 2 | Tipologia das competências tecnológicas em desenvolvimento de produto das montadoras de automóveis



Fonte: Elaboração própria, com base em Consoni (2004).

O primeiro nível, de nacionalização dos componentes, é uma iniciativa que reduz a dependência de fornecedores externos, na qual a engenharia toma a função principal de garantir a eficácia do substituto nacional ao componente importado.

No segundo nível, a competência em tropicalização se traduz na adaptação do veículo ao uso nacional (por exemplo: condições de rodagem, costumes e preferências locais, eliminação de itens do projeto original que a legislação brasileira não exige etc.). Ainda que a matriz no exterior possa se encarregar desse projeto, há uma tendência de que os projetos sejam realizados localmente.

No terceiro e no quarto níveis, há o desenvolvimento de modelos derivativos.

A criação de um projeto de veículo derivativo parcial envolve a atuação da engenharia de produto, sobretudo nas fases finais do ciclo de desenvolvimento de produto (engenharia de produto e de processo), e menos em conceito e planejamento. Isso ocorre uma vez que a plataforma básica já está pronta e a mesma se mantém praticamente inalterada. Há alterações no projeto, porém trata-se muito mais de mudanças pontuais, na parte externa do veículo, no acabamento e nos acessórios, e que visam atender especificamente às demandas do mercado local [Consoni (2004, p. 151)].

São exemplos dessas iniciativas em derivativos parciais a “criação de modelos sedan, *station wagon* e picapes leves, desenvolvidos a partir de uma versão de veículo *hatch*” [Consoni (2004, p. 151)].

A diferença entre o terceiro e o quarto níveis é sua complexidade. Nos derivativos completos, ela é maior e a engenharia nacional acaba por também participar das atividades de definição do conceito e planejamento.

Por fim, o quinto nível envolve o desenvolvimento de uma nova plataforma. As montadoras tendem a concentrar essa atividade, gerando ganhos de escala sem influenciar significativamente as vendas, visto que essa parte é quase “invisível” ao consumidor.

As montadoras instaladas no Brasil situam-se em diferentes níveis da tipologia exibida na Figura 2. Via de regra, as instaladas há mais tempo tendem a ter um acúmulo maior de competências em desenvolvimento de produto e a se situar no terceiro e no quarto níveis. No entanto, mesmo empresas instaladas há menos tempo têm investido em atividades de engenharia no Brasil.

Panorama da infraestrutura para engenharia automotiva no Brasil e no mundo

O projeto de um novo modelo envolve várias etapas, desde a concepção até a efetiva entrada em produção e comercialização. A concepção une estudos de mercado e os primeiros esboços em relação ao *design* do novo veículo. Entretanto, seu desenvolvimento vai além do *design*. Um novo modelo tem de ser técnica e comercialmente viável, o que envolve um trabalho de engenharia.

Assim como um engenheiro civil propõe alterações no projeto de arquitetura, a fim de viabilizar tecnicamente o projeto, reduzir custos, simplificar a construção e melhorar requisitos funcionais do novo edifício, a engenharia automotiva interage com o trabalho realizado nos centros de *design*. O objetivo é chegar a projetos de fabricação factíveis e adequados às instalações fabris da montadora e de seus fornecedores, que casem com o desenvolvimento dos sistemas de tração e dos demais sistemas e que estejam em consonância com o arcabouço regulatório do Brasil e de outros países, se o projeto for global.

Uma tendência atual do trabalho de engenharia é o uso cada vez mais intenso de sistemas computacionais. Os modelos são desenhados em computadores e, por meio da inserção de variáveis reais, são realizadas simulações e análises virtuais visando reduzir os gastos com a construção de protótipos e o prazo de desenvolvimento de produto. Ainda que não substituam totalmente os ensaios físicos, as simulações vêm ganhando espaço, com a alimentação dos modelos matemáticos com variáveis colhidas em situações reais.

O trabalho de engenharia envolve ainda testes de peças isoladamente. Exemplificando, em vez de compor um carro inteiro, se a informação de que determinada peça é crítica para a resistência mecânica do chassi está disponível, pode-se fabricá-la e testá-la de forma isolada. Podem-se medir as emissões de um motor a combustão interna em laboratório mesmo antes de inseri-lo em um veículo. Pode-se medir também o desgaste dos pneus sem que eles estejam em um veículo.

Ao construir um protótipo do novo veículo, várias melhorias ainda são possíveis. Testes de durabilidade, de comportamento em pista, de desempenho de freios e outros componentes em alta velocidade, de vibração e ruído, de aerodinâmica, de colisão (*crash-test*), entre vários outros, são normalmente realizados com o modelo completo em pistas de testes ou laboratórios construídos para esses fins.

Atualmente, vários centros de engenharia instalados no Brasil têm condições de projetar um novo modelo de automóvel, embora, em alguns casos, ainda haja dependência de infraestrutura existente apenas em outros países (por exemplo, túneis de vento em escala real).

As pistas de testes,⁴ apesar de serem a ponta de um *iceberg* na engenharia de veículos, constituem-se na mais simples forma de verificar o nível de capacitação local para a engenharia de novos modelos, por normalmente serem ao ar livre. O alto custo de investimento para esse tipo de infraestrutura também ajuda a mensurar a relevância da engenharia local na estratégia das montadoras e fabricantes de autopeças.

Das montadoras de veículos leves, apenas três dispõem desse tipo de infraestrutura no Brasil. Das montadoras de veículos pesados, por em geral trabalharem com produtos mais padronizados, também poucas dispõem, concentrando suas atividades em adaptações para as condições locais. Por questões relacionadas à segurança dos veículos, parte das autopeças, como pneus e freios, dispõe. O Quadro 1 mostra um mapa das pistas disponíveis no Brasil.

Quadro 1 | Campos de provas para desenvolvimento de produtos no Brasil

Segmento	Empresa	Localização	Inauguração	Extensão aproximada (em km)	Nível*
Montadora (veículos leves)	General Motors	Indaiatuba (SP)	1974	40	Alto
	Ford	Tatuí (SP)	1978	50 (dos quais 20 asfaltados)	Alto
	Volkswagen	Taubaté (SP)	n.d.	12	Alto
	Volkswagen	São José dos Pinhais (PR)	1999	2	Médio
	Fiat	Goiana (PE)	n.d.	n.d.	Em construção
Montadora (veículos pesados)	Mercedes-Benz	Indaiatuba (SP)	1999	18	Médio
Montadora (motos)	Honda	Rio Preto da Eva (AM)	2003	8	n.d.
Autopeças	Bosch	Campinas (SP)	2006	1	Médio
	Bosch	Curitiba (PR)	2004	1	Médio
	Randon	Farroupilha (RS)	2009	15	Alto
	TRW	Limeira (SP)	1978	4	Baixo

Continua

⁴ Não há uma clara distinção na literatura entre os termos “campo de provas” e “pistas de testes”. No entanto, a experiência prática mostra que o termo “campo de provas” normalmente é utilizado para qualificar um local onde há um conjunto de “pistas de testes”, sendo cada pista responsável por testes específicos.

Continuação

Segmento	Empresa	Localização	Inauguração	Extensão aproximada (em km)	Nível*
Pneus	Bridgestone	São Pedro (SP)	1997	6	Alto
	Goodyear	Americana (SP)	2001	7	Alto
	Pirelli	Sumaré (SP)	1988	6	Médio
	Pirelli	Elias Fausto (SP)	n.d.	n.d.	Em construção

Fonte: Elaboração própria, com base nos *sites* das empresas.

*Avaliação relativa ao que existe no Brasil.

Obs.: (1) Levantamento não exaustivo. (2) Em alguns casos, as pistas podem também ser utilizadas para o controle de qualidade da produção. (3) n.d. = não disponível. (4) A extensão de algumas pistas foi estimada pelos autores.

Além das pistas claramente destinadas ao desenvolvimento de novos produtos, outras empresas possuem pistas de uso compartilhado com outras atividades. Praticamente todas as montadoras no Brasil possuem uma pista de testes em anexo a suas fábricas, cuja destinação principal é o controle de qualidade da produção. Via de regra, todos os veículos produzidos são submetidos a um teste em pista visando identificar algum problema na produção. Em levantamento realizado, foram identificadas pelo menos vinte pistas com essas características, conforme apontado no Quadro 2.

Quadro 2 | Pistas de testes no Brasil para controle de qualidade da produção

Região	Empresa	Localização	Região	Empresa	Localização
Norte	Honda (moto)	Manaus (AM)	Sudeste	MAN	Resende (RJ)
Nordeste	Ford	Camaçari (BA)		Mercedes	Campinas (SP)
	Ford	Horizonte (CE)		Mercedes	Juiz de Fora (MG)
Centro-Oeste	Hyundai/CAOA	Anápolis (GO)		PSA	Porto Real (RJ)
	Mitsubishi/MMC	Catalão (GO)		Renault	São José dos Pinhais (PR)
Sul	Marcopolo	Ana Rech (RS)		Scania	São Bernardo do Campo (SP)
Sudeste	Fiat	Betim (MG)		Toyota	Indaiatuba (SP)
	General Motors	São José dos Campos (SP)		Toyota	Sorocaba (SP)
				Volkswagen	São Bernardo do Campo (SP)
				Volvo	Curitiba (PR)
	Honda	Sumaré (SP)			
	Hyundai	Piracicaba (SP)			

Fonte: Elaboração própria, com base nos *sites* das empresas.

Obs.: (1) Levantamento não exaustivo. (2) Em alguns casos, as pistas podem também ser utilizadas para o desenvolvimento de produtos.

O fato de o uso principal da pista ser o de controle de qualidade não significa que ela não seja utilizada para desenvolvimento de novos produtos. No entanto, sua capacidade fica limitada e, em alguns casos, a empresa acaba: recorrendo à infraestrutura da matriz, reduzindo a autonomia da subsidiária; recorrendo a outras empresas no Brasil ou no exterior; ou ainda realizando testes em rodovias, no pátio da fábrica ou em outras condições não ideais. Apesar disso, há alguns fatores que tornam a realização de testes no exterior inevitável, por exemplo, a necessidade de condições climáticas específicas, especialmente em condições extremas de temperatura (frio ou calor) [Consoni (2004)].

Se forem tomadas como parâmetro as pistas de testes localizadas em outros países, as diferenças são simples de identificar. Na maior parte dos casos, a infraestrutura existente no Brasil está aquém do que existe na Europa, nos Estados Unidos e no Japão. No entanto, a infraestrutura brasileira é superior à disponível em países como Argentina e México.

Como exemplo, a Volkswagen (VW) mantém na Alemanha o campo de provas de Ehra-Lessien, que testa veículos de todas as marcas do grupo e tem 96 km de extensão.⁵ O principal campo da Fiat está localizado em Balocco, na Itália, foi inaugurado em 1964 e ampliado algumas vezes. Nele, é possível fazer testes em solo molhado, em subida e descida e em alta velocidade, em linha reta ou oval, entre vários outros testes. Em levantamento não exaustivo realizado pelos autores, foram catalogados 107 campos de provas em todo o mundo, além dos existentes no Brasil, destinados ao desenvolvimento de novos produtos, dos quais 49 na Europa, 25 nos Estados Unidos, 17 no Japão e o restante em países como África do Sul, Argentina, Austrália, China, Coreia do Sul, Índia, Indonésia, México e Tailândia. A Tabela 3 contém uma síntese da distribuição dos campos de prova encontrados nesse levantamento.

É importante mencionar que, em vários países, há empresas independentes que dispõem de pistas de testes e/ou de infraestrutura laboratorial para uso das montadoras e das autopeças. Exemplos disso são: AET (Estados Unidos), Applus Idiada (Espanha), Arctic Driving Center (Finlândia), Arctic Falls (Suécia), AVL (Áustria), Ceram (França), Prototipo Group (Itália),

⁵ O maior campo de provas do Brasil, da General Motors, tem cerca de 40 km.

MGA (Estados Unidos), Mira (Reino Unido) e Test World (Finlândia). A presença de empresas independentes permite que mesmo montadoras de pequeno porte possam desenvolver seus próprios modelos de veículos sem se sujeitar a uma delicada dependência de seus concorrentes.

Tabela 3 | Campos de prova automotivos no mundo

	Europa	Ásia	Estados Unidos	Brasil	Outros	Total
Montadora	20	14	15	7	4	60
Autopeças	11	12	6	8	2	39
Independente	18	0	4	0	1	23
Total	49	26	25	15	7	122

Fonte: Elaboração própria.

Obs.: Levantamento não exaustivo.

O Apêndice mostra o resultado desse levantamento. Por intermédio das coordenadas listadas, é possível realizar uma análise, mesmo que meramente visual, por meio da qual se observa uma grande diferença da complexidade entre os vários campos de prova pelo mundo, indicando provavelmente onde a P&D e a engenharia automotiva ocorrem de forma mais intensa.

A infraestrutura para a realização de testes de impacto (*crash-tests*) também é pequena. Tais testes consistem no impacto de veículos automotores contra barreiras indeformáveis (blocos de concreto ou ferro) ou deformáveis (bloco deformável metálico). Têm por objetivo avaliar a segurança automotiva para verificar se cumprem determinadas normas de segurança de proteção à colisão em situações de acidente de trânsito.

A maior parte das empresas não dispõe desse tipo de estrutura. No Brasil, as maiores montadoras realizam seus próprios testes de impacto e os resultados são homologados pelo Denatran por meio da responsabilidade civil criminal. A Ford utiliza seu campo de provas de Tatuí (SP), a GM o de Cruz Alta, em Indaiatuba (SP), e a Volkswagen o Centro de Impactos Veiculares, na fábrica Anchieta, em São Bernardo do Campo (SP). O centro da VW foi o primeiro do gênero da América Latina, inaugurado em 1971. A Fiat costuma utilizar as instalações da matriz italiana, porém já dispõe de *know-how* no Brasil para o tratamento das informações obtidas nos testes.

Há ainda uma entidade independente, o Centro de Experimentação e Segurança Veicular (Cesvi) Brasil, localizada em São Paulo (SP), que realiza testes de impacto com o objetivo principal de estudar a reparação automotiva, com vistas a dotar as seguradoras de referências para a avaliação de danos em acidentes de trânsito. Porém, não há centros independentes que prestem serviço para as montadoras na realização de testes de impacto no Brasil, ainda que haja algumas iniciativas em curso, como um centro a ser construído no Instituto Mauá, em São Bernardo do Campo (SP) [Franco (2013)] e outro no Inmetro, no distrito de Xerém, em Duque de Caxias (RJ), com previsão de início de operação para 2015 [Campo Grande e Cavalcante (2013)].

Em relação ao estudo da aerodinâmica veicular, embora já existam *softwares* que simulem a ação do vento sobre os veículos, eles ainda dependem de parametrização nos chamados túneis de vento. Os túneis são mais utilizados para testar os veículos em condições de alta velocidade, o que não costuma ser o foco dos desenvolvimentos no Brasil. No entanto, crescente atenção vem sendo dada à influência da aerodinâmica na eficiência energética do veículo. O Brasil não dispõe desse tipo de estrutura em escala real. Mesmo empresas mais dependentes do estudo dos ventos, como a Embraer e as empresas de pás para aerogeradores, fazem estudos em escala reduzida ou recorrem a laboratórios no exterior.

Em suma, embora o Brasil disponha de infraestrutura de desenvolvimento de novos produtos, o sistema está aquém do que é oferecido nos outros países, o que provavelmente condiciona o tipo de modelo a ser desenvolvido no Brasil. É possível que a disponibilidade de infraestrutura mais avançada qualifique o país a receber projetos cada vez mais complexos e de abrangência mundial.

Panorama da formação e do emprego de engenheiros na indústria automotiva

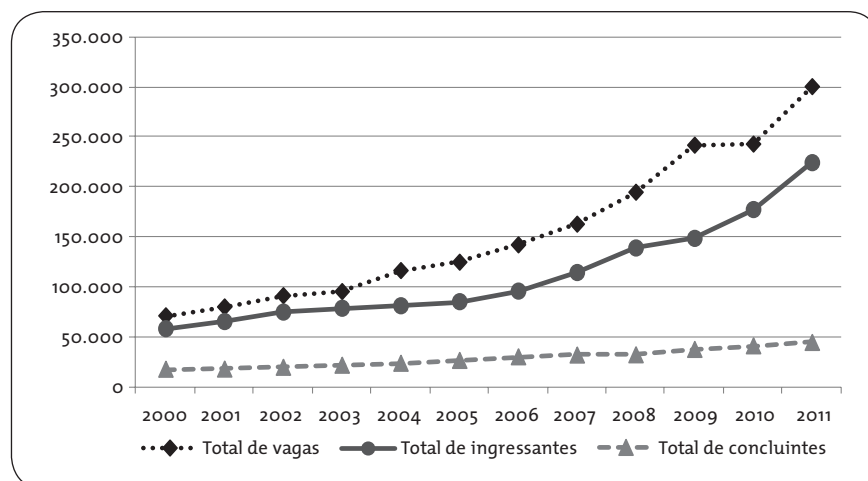
A disponibilidade de profissionais de engenharia é outro fator importante na disputa por projetos de veículos *intercompany*. O desenvolvimento de um novo veículo, ou até mesmo a reestilização de um modelo já existente, exige não apenas infraestrutura física de engenharia, mas também profissionais qualificados, capazes de criar, projetar e testar produtos e soluções. Embora o país venha formando um número crescente de enge-

nheiros nos últimos anos, o déficit ainda é notório e agravado pelo fato de boa parte dos formados optarem por trabalhar em outras áreas, como o setor financeiro.

Formação de engenheiros

O Gráfico 1 mostra que a oferta de vagas nos cursos de engenharia cresceu sobremaneira nos últimos anos. Em 2000, eram oferecidas 71 mil vagas para as diversas engenharias no Brasil. Em 2011, mais de trezentas mil vagas estavam disponíveis – um crescimento de 322%. O número de ingressantes subiu 285% no mesmo período, alcançando 224 mil alunos em 2011. O número de formados, por seu turno, cresceu 151%, passando de 17,8 mil, em 2000, para 44,5 mil, em 2011. Embora essa taxa seja expressiva, é importante observar a notável diferença entre os ingressantes e os concluintes, o que mostra a grande evasão de estudantes na formação, ainda que se deva considerar a defasagem de cerca de cinco anos entre o ingresso no curso e a formatura. Grande parte dos ingressantes faz nova opção de curso ou não conclui a formação superior. Para os próximos anos, o número de formados deverá seguir em alta, mesmo com toda a evasão, tendo em vista que a maior inflexão na curva de ingressantes se deu a partir de 2006 e que a demanda por profissionais na área segue crescente.

Gráfico 1 | Total de vagas, total de ingressantes e total de concluintes nos cursos de engenharia – Brasil

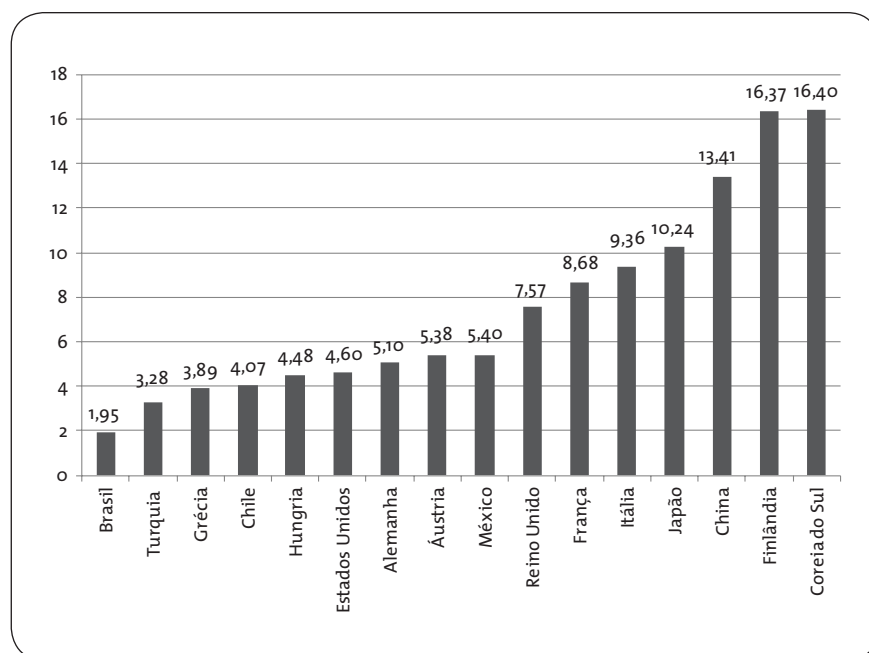


Fonte: EngenhariaData.

Desde o momento em que o déficit na formação de engenharia foi percebido pela indústria, ganhando repercussão, diversas estimativas sobre o fato foram sendo publicadas. Segundo estimativa da Federação Nacional dos Engenheiros (FNE), seria necessária a formação de sessenta mil engenheiros por ano no país [Pinheiro (2013)]. Logo, pode-se estimar um déficit anual de aproximadamente 15 mil profissionais.

Segundo Pacheco (2010), um comparativo internacional aponta que o Brasil dispunha, em 2007, de uma reduzida proporção de engenheiros na população, menor, até mesmo, do que a de outros países em nível semelhante de desenvolvimento econômico. O Gráfico 2 evidencia que a proporção de engenheiros no México e na China, por exemplo, era, respectivamente, 2,8 e 6,9 vezes maior do que a verificada no Brasil.

Gráfico 2 | Graduados em engenharia para cada dez mil habitantes – países selecionados, 2007



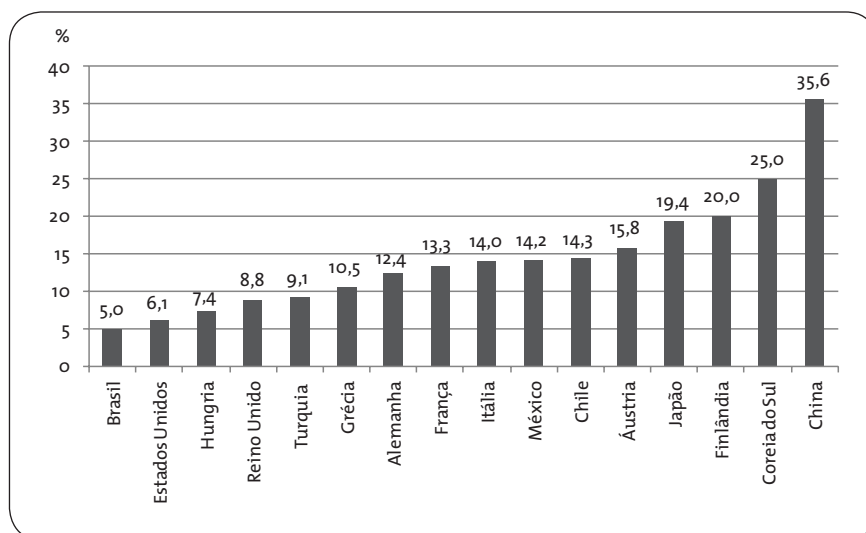
Fonte: Pacheco (2010).

Outra estatística internacional interessante, exibida no Gráfico 3, é o percentual de egressos em cursos de engenharia em relação ao total de egressos em cursos de nível superior. Em 2007, apenas 5% dos ingressantes em nível

superior optavam pela área de engenharia no Brasil. Na China, por exemplo, 35,6% dos estudantes faziam essa opção, evidenciando o dinamismo do setor industrial e os consideráveis esforços inovativos realizados, que, entre outros fatores, vêm sustentando as elevadas taxas de crescimento da economia chinesa.

No Brasil, a concentração de ingressantes em cursos superiores se dá em ciências sociais e direito (27,3%), educação (21,1%), saúde e bem-estar social (16%) e economia e administração (13,7%), segundo dados de 2008 do Ministério da Educação (MEC), do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) e do Censo da Educação Superior [Pacheco (2010)].

Gráfico 3 | Percentual de egressos em cursos de nível superior em engenharia em relação ao total de egressos – países selecionados, 2007



Fonte: Pacheco (2010).

Engenheiros na indústria automotiva

Em 2012, a indústria automotiva empregava 539,5 mil trabalhadores no Brasil, considerando montadoras de veículos, autopeças e fabricantes de cabines, carrocerias e reboques. Desse total, 8,7 mil eram engenheiros, o que representou 1,6% do emprego global. O número de engenheiros é maior nas montadoras, tanto em termos absolutos quanto como proporção do total de

empregados. No mesmo ano, as montadoras empregavam mais de cinco mil engenheiros, o que representou 4,3% da mão de obra no segmento. As autopeças empregavam 3,4 mil engenheiros, apenas 0,9% do total de empregos no segmento. É importante notar o crescimento expressivo do número de engenheiros desde 2006, especialmente nas montadoras. Naquele ano, as montadoras e as autopeças empregavam um número próximo de engenheiros. Com o dinamismo do setor e os investimentos em diversos novos modelos, as montadoras aumentaram a contratação desses profissionais. As autopeças, embora também tenham aumentado seus quadros de engenharia, não seguiram na mesma intensidade. Esse resultado vai ao encontro de outros dados encontrados para esses segmentos. O investimento e o faturamento, por exemplo, também cresceram mais nos fabricantes de veículos do que nos fabricantes de peças e acessórios, o que pode ser, em parte, justificado pela maior participação das autopeças importadas.

A título de comparação, as montadoras instaladas nos Estados Unidos empregavam 9,9 mil engenheiros em 2012, o que representava 5,9% dos empregados no segmento, número 37% superior ao brasileiro (tabelas 4 e 5). Já os fabricantes de autopeças empregavam 30,4 mil engenheiros, ou 6,3%. Percebe-se também um claro contraste entre os dados norte-americanos e brasileiros, já que nos Estados Unidos há proporcionalmente muito mais engenheiros trabalhando no segmento de autopeças que nas montadoras.

Tabela 4 | Número de engenheiros e total de empregados – indústria automotiva (Brasil)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Montadoras	Engenheiros	2.430	2.854	3.317	3.662	4.443	4.983	5.068	4,3%
	Total de empregados	92.792	103.706	109.999	105.425	118.023	122.390	117.777	
Cabines, carrocerias e reboques	Engenheiros	153	146	190	198	203	247	248	0,4%
	Total de empregados	39.365	46.628	51.694	51.253	59.332	64.778	59.793	
Autopeças	Engenheiros	2.231	2.405	2.611	2.667	2.916	3.436	3.382	0,9%
	Total de empregados	272.185	304.376	317.522	311.658	352.697	364.076	361.969	

Continua

Continuação

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Indústria automotiva	Engenheiros	4.814	5.405	6.118	6.527	7.562	8.666	8.698	1,6%
	Total de empregados	404.342	454.710	479.215	468.336	530.052	551.244	539.539	

Fonte: Elaboração própria, com base na Rais.

Tabela 5 | Número de engenheiros e total de empregados (em mil) – indústria automotiva (Estados Unidos), 2012

Montadoras	Engenheiros	9,9	5,9%
	Total de empregados	168,0	
Cabines, carrocerias e reboques	Engenheiros	3,2	2,6%
	Total de empregados	125,4	
Autopeças	Engenheiros	30,4	6,3%
	Total de empregados	479,6	
Indústria automotiva	Engenheiros	43,5	5,6%
	Total de empregados	773,0	

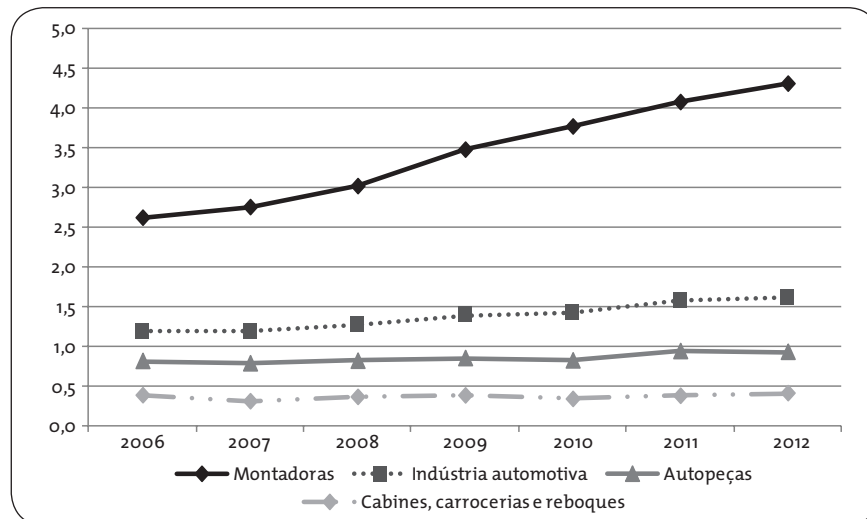
Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Bureau of Labour Statistics.

Obs.: Não inclui os técnicos em engenharia (*engineering technicians*), que elevariam a média da indústria para 6,9%.

O Gráfico 4 mostra a evolução da proporção de engenheiros em relação ao emprego total na indústria automotiva e em seus segmentos. Conforme já comentado, as montadoras aumentaram sobremaneira seus quadros de engenharia. Esse crescimento foi bem maior que o registrado para o conjunto dos quadros (ver Tabela 4). Dessa maneira, as montadoras se tornaram mais intensivas em mão de obra qualificada desses profissionais. Os engenheiros representavam 2,6% do emprego, em 2006, percentual que se elevou progressivamente até alcançar 4,3%, em 2012. Mantido o ritmo de crescimento verificado nos últimos anos, a indústria brasileira atingiria a proporção de engenheiros observada nas montadoras norte-americanas em 2012 entre os anos de 2017 e 2018.

Já nas autopeças e nos fabricantes de cabines, carrocerias e reboques, há uma clara manutenção dessa proporção nos últimos anos. Influenciado pelo desempenho dos fabricantes de veículos, portanto, o indicador para o conjunto da indústria apresentou leve melhora subindo de 1,2%, em 2006, para 1,6%, em 2012.

Gráfico 4 | Evolução da proporção de engenheiros em relação ao total de empregados (em %) – indústria automotiva



Fonte: Elaboração própria, com base na Rais.

Para os pós-graduados, a situação é semelhante, figurando a indústria automotiva como grande empregadora. Segundo levantamento,⁶ 10,7% dos mestres e doutores empregados na indústria de transformação estão na indústria automotiva. Isso mostra o quanto esse tipo de atividade depende de uma boa formação acadêmica.

O apoio do BNDES à inovação e à engenharia automotiva

O BNDES trabalha com vários programas e linhas de financiamento que compreendem o apoio à engenharia automotiva. O mais importante é o BNDES Proengenharia, concebido com esse foco e posteriormente apoiando a outros setores.

Outros produtos do BNDES acabam também por financiar atividades de engenharia, quando estas fazem parte de iniciativas mais amplas de desenvolvimento ou quando aparecem apenas de forma complementar a outros investimentos. A linha de maior destaque nesse caso é a de inovação (BNDES Finem – Inovação), que não tem recorte setorial, englobando projetos automotivos de maior intensidade tecnológica.

⁶ Segundo os levantamentos Mestres 2012 e Doutores 2010, do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Inclui apenas “Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias” (Cnae 29).

O Programa BNDES Proengenharia teve origem em 2009, a partir do antigo Programa BNDES Engenharia Automotiva, criado em 2007. O Programa BNDES Engenharia Automotiva tinha como objetivo o financiamento da engenharia nacional do setor automotivo, visando fortalecer os setores de engenharia das empresas e estimulando o aprimoramento das competências e do conhecimento técnico no país. O diagnóstico realizado à época mostrava que um instrumento de financiamento adequado poderia melhorar as condições de competitividade das subsidiárias brasileiras das montadoras de veículos na disputa pelo desenvolvimento de projetos de novos modelos. As montadoras de veículos instaladas no Brasil são grandes multinacionais, com fábricas e centros de engenharia espalhados pelo mundo. Ainda que algumas montadoras tendam a concentrar seus esforços, a maior parte dispõe de vários centros de engenharia pelo globo. Tais centros competem entre si pelos projetos de novos modelos. Um dos objetivos do programa era oferecer condições atrativas para financiamento desses projetos no Brasil.

Enquanto algumas montadoras já dispunham de infraestrutura de engenharia instalada no Brasil, outras não. A realização de projetos de engenharia automotiva no Brasil poderia levar a um efeito importante no desenvolvimento de competências e na incorporação de conhecimentos no país, além de acirrar a rivalidade existente entre as montadoras, induzindo um ciclo virtuoso de incorporação de conhecimento no Brasil. Com pessoal treinado e infraestrutura disponível, seria ainda mais provável que as subsidiárias fossem designadas para desenvolver novos projetos. Assim, um segundo objetivo do programa estava voltado à constituição de infraestrutura de P&D e engenharia nas subsidiárias brasileiras.

O Programa de Engenharia Automotiva vigorou por cerca de dois anos, quando foi reformulado, incorporando o apoio a outros setores e sua denominação foi alterada para Programa BNDES Proengenharia. O objetivo do Proengenharia é o financiamento da engenharia nos setores de bens de capital, defesa, petróleo e gás, naval, aeronáutico, aeroespacial, nuclear e automotivo, buscando fortalecer as áreas de engenharia das empresas e estimular o aprimoramento das competências e do conhecimento técnico no país.⁷

Embora a gama de setores tenha aumentado, a presença preponderante do setor automotivo nas contratações se manteve, reforçando as ideias cunhadas no diagnóstico inicial.

⁷ O BNDES Proengenharia passou por alterações posteriores e atualmente financia também os setores químico, petroquímico e a cadeia de fornecedores das indústrias de petróleo e gás e naval.

Desde sua criação, o Proengenharia vem desempenhando papel muito relevante ao financiar o capital intangível das empresas. O programa pode ser considerado um marco na atuação do BNDES no setor automotivo, já tendo financiado diversas atividades relacionadas à concepção e à reestilização de veículos, o desenvolvimento de novos motores para veículos pesados adequados às exigências da legislação ambiental, bem como a implantação, a ampliação e a modernização de centros de engenharia nas empresas produtoras de veículos e autopeças.

Desembolsos

O BNDES vem ampliando sua atuação no apoio à inovação no país. Em 2012, por exemplo, o Banco desembolsou R\$ 2,2 bilhões para fomento nos diversos setores que apoia, um crescimento de 159% em relação a 2008. No período de 2008 a 2013, o BNDES desembolsou, especificamente ao setor automotivo, um total de cerca de R\$ 2,5 bilhões para atividades de engenharia e inovação, constituindo parcela relevante do montante geral desembolsado pelo Banco (Tabela 6). O Proengenharia foi o instrumento financeiro mais utilizado, com desembolsos de cerca de R\$ 1,8 bilhão (73% do total), considerando também o antigo Programa de Apoio à Engenharia Automotiva e o PSI Inovação – Engenharia.

Com o mercado automobilístico batendo recordes de vendas, diversas montadoras decidiram investir na concepção de novos modelos e na reestilização dos existentes para manter ou ampliar a clientela. Isso aumentou a demanda por recursos de inovação no biênio 2010-2011. Em 2012 e 2013, os desembolsos foram menores, mas ainda bastante significativos. Como as contratações foram elevadas nesses anos, espera-se que os desembolsos voltem a crescer em 2014.

Tabela 6 | BNDES – desembolsos para inovação e engenharia (em R\$ milhões)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Montadoras	49,8	142,0	537,8	601,1	527,8	470,9	2.329,6
Autopeças e fabricantes de carrocerias e reboques	40,6	0,0	9,0	9,5	44,2	23,8	127,1
Total indústria automotiva	90,5	142,0	546,8	610,6	572,1	494,7	2.456,7
Total em operações diretas (todos os setores)	863,0	563,0	1.374,0	1.635,0	2.236,0	3.281,7	9.952,7
Participação do setor automotivo no total desembolsado (%)	10,5	25,2	39,8	37,3	25,6	15,1	24,7

Fonte: Elaboração própria.

Obs.: (1) Inclui apenas operações diretas realizadas com participação de empresas do setor automotivo. (2) Não inclui máquinas agrícolas e rodoviárias.

Contratações

As contratações destinadas à engenharia e à inovação para o setor automotivo totalizaram quase R\$ 4 bilhões nos anos de 2008 a 2013. Apesar da queda verificada em 2013, as contratações cresceram de modo consistente no restante do período (Tabela 7). As montadoras concentraram 95,6% do total contratado no período. No Brasil, as montadoras investem proporcionalmente mais em P&D e engenharia do que as autopeças e os fabricantes de carrocerias e reboques, conforme comentado no início deste artigo. Além disso, o diagnóstico que deu origem ao Proengenharia era de que, ao fortalecer as subsidiárias locais das montadoras, o país atrairia maior número de projetos automotivos, com desdobramentos por toda a cadeia de autopeças. Por fim, cabe ressaltar que grande parte das montadoras já era cliente do Banco. Tais fatores ajudam a explicar essa concentração. O BNDES, todavia, vem realizando ações complementares, incluindo as de fomento, para ampliar o acesso das autopeças ao Banco.

Tabela 7 | BNDES – contratações para engenharia e inovação no setor automotivo (em R\$ mil)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Montadoras	78.252	282.723	652.169	884.895	1.189.529	725.657	3.813.224
Autopeças e fabricantes de carrocerias e reboques	40.757	3.514	20.185	25.000	36.585	49.460	175.502
Total	119.009	286.237	672.354	909.895	1.226.114	775.117	3.988.726

Fonte: Elaboração própria.

Obs.: (1) Inclui apenas operações diretas realizadas com participação de empresas do setor automotivo. (2) Não inclui máquinas agrícolas e rodoviárias.

A Tabela 8 mostra o histórico de contratações voltadas à engenharia e à inovação para o setor automotivo, discriminadas por instrumento financeiro. Até 2011, o Proengenharia foi o instrumento mais utilizado pelo setor automobilístico para financiamento à engenharia e à inovação. Em 2011, todo o escopo do Proengenharia foi incorporado ao Programa de Sustentação de Investimento (PSI), que oferece taxas mais competitivas. As novas operações passaram a ser realizadas, portanto, por meio do PSI. Em 2012 e 2013, as contratações por meio do programa representaram 100% e 99,4% do montante contratado.

Tabela 8 | BNDES – contratações para engenharia e inovação no setor automotivo por instrumento (em R\$ mil)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
PEA*	119.009	211.621	0	0	0	0	330.630
Proengenharia	0	74.616	672.354	424.826	0	0	1.171.796
PSI, Linhas de Inovação e outros**	0	0	0	485.069	1.226.114	770.435	2.481.618
Funtec	0	0	0	0	0	4.682	4.682
Total	119.009	286.237	672.354	909.895	1.226.114	775.117	3.988.726

Fonte: Elaboração própria.

* Programa BNDES Engenharia Automotiva.

** Inclui o Finem – Linha de Inovação, as linhas descontinuadas (Linha Inovação Produção e Linha Inovação Tecnológica) e outras linhas do Finem.

Um detalhamento dos principais canais de apoio do BNDES ao setor automotivo, e até mesmo para outras finalidades, pode ser encontrado em Barros e Pedro (2012).

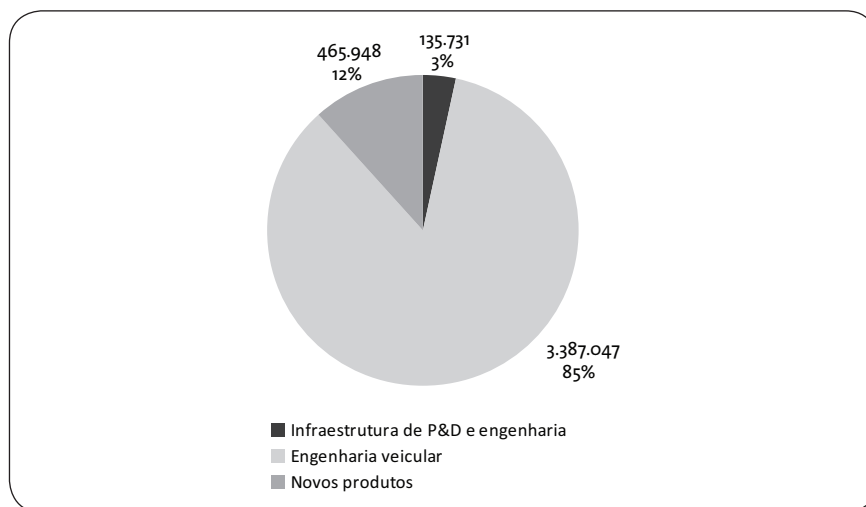
Operações contratadas de acordo com o objetivo do projeto

O apoio do BNDES à inovação no setor automotivo inclui o financiamento desde a concepção de um novo modelo de veículo, ou de uma nova peça ou componente, até a construção de um centro de pesquisa e desenvolvimento. Com o progressivo desenvolvimento do país, espera-se que os projetos de engenharia realizados localmente aumentem não apenas em quantidade, mas, sobretudo, em qualidade. Do total contratado no período de 2008 a 2013, R\$ 3,4 bilhões (85% do total) foram destinados à engenharia veicular (desenvolvimento de novos modelos ou *facelifts*). Novos produtos, que compreendem principalmente peças e componentes, por seu turno, tiveram contratações de R\$ 466 milhões (12% do total). Apenas R\$ 135,7 milhões (3% do total) foram contratados para operações exclusivamente destinadas à construção/ampliação/modernização de infraestrutura para engenharia/P&D (Gráfico 5).

Conforme já comentado, a construção de infraestrutura para engenharia/P&D é fundamental para a realização dos projetos no país. Dada a atuação global das empresas e a predominância de multinacionais com matrizes no exterior nos principais setores, a inexistência de uma infraestrutura adequada pode até prejudicar as subsidiárias brasileiras nas disputas por projetos

intercompany. Com vistas a isso, o BNDES tem implementado ações de priorização desse tipo de investimento. Por exemplo: em 2013, o Proengenharia foi renovado, passando a oferecer condições diferenciadas para a criação/melhoria dessa infraestrutura.

Gráfico 5 | Contratações, de acordo com o objetivo do projeto – consolidado 2008 a 2013 (em R\$ mil e em % do total)



Fonte: Elaboração própria.

Relevância das operações de inovação nos gastos em P&D das empresas apoiadas

De acordo com a Pintec de 2011, os gastos em P&D das empresas fabricantes de veículos⁸ representavam, em média, 1,39% da receita operacional líquida (ROL). O resultado é o pior, considerando as últimas quatro pesquisas, embora a indústria lidere os gastos em P&D quando comparados com aos das demais indústrias.⁹ Para mensurar a importância do BNDES nos gastos em inovação das montadoras de veículos apoiadas, calculou-se o valor desembolsado para cada empresa e dividiu-se pela ROL da empresa no ano do desembolso. Os desembolsos para inovação representaram, em

⁸ Refere-se ao item “Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus” da Cnae 2.0 do IBGE.

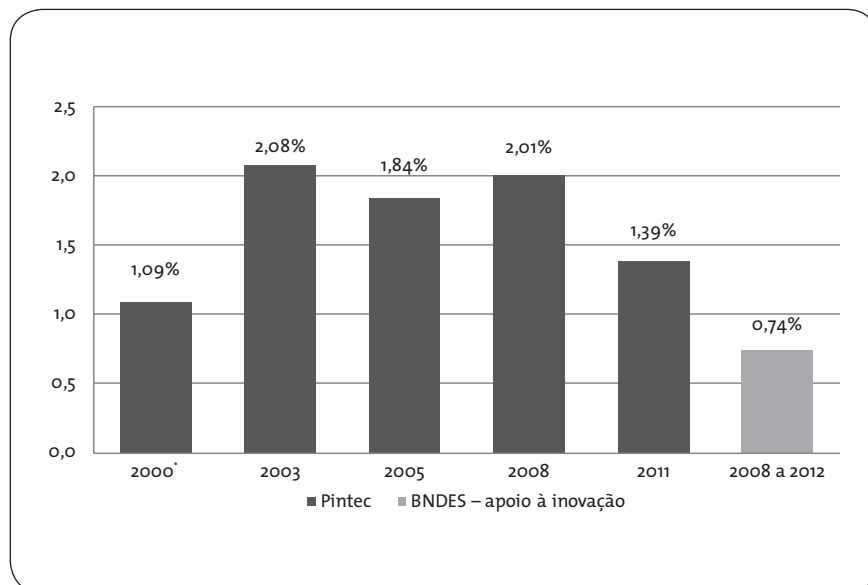
⁹ Segundo a Pintec de 2011, a indústria automotiva (Cnae 29) respondia por 23% do total investido em P&D pela indústria de transformação contra 16% da indústria de produção e refino de combustíveis (Cnae 23).

média, 0,74% da ROL dessas empresas. Há, portanto, indicação clara de que o BNDES é bastante significativo para o orçamento de P&D das empresas apoiadas (Gráfico 6).

No caso das autopeças, a relevância do BNDES é ainda maior. Ainda de acordo com a Pintec, em 2011 o setor investia 1,17% da ROL em P&D. Embora o percentual seja pequeno, observa-se considerável evolução em relação às pesquisas anteriores. De modo análogo ao cálculo feito para as montadoras, nas autopeças apoiadas pelo Banco, os desembolsos representaram, em média, 0,74% da ROL dessas empresas (Gráfico 7).

Os gráficos 6 e 7 apresentam os gastos em P&D/ROL divulgados nas últimas cinco pesquisas Pintec (2000, 2003, 2005, 2008 e 2011) nos setores de veículos e autopeças, respectivamente, e uma estimativa da relevância dos desembolsos de inovação do BNDES para esses setores ante o orçamento de P&D das empresas apoiadas.

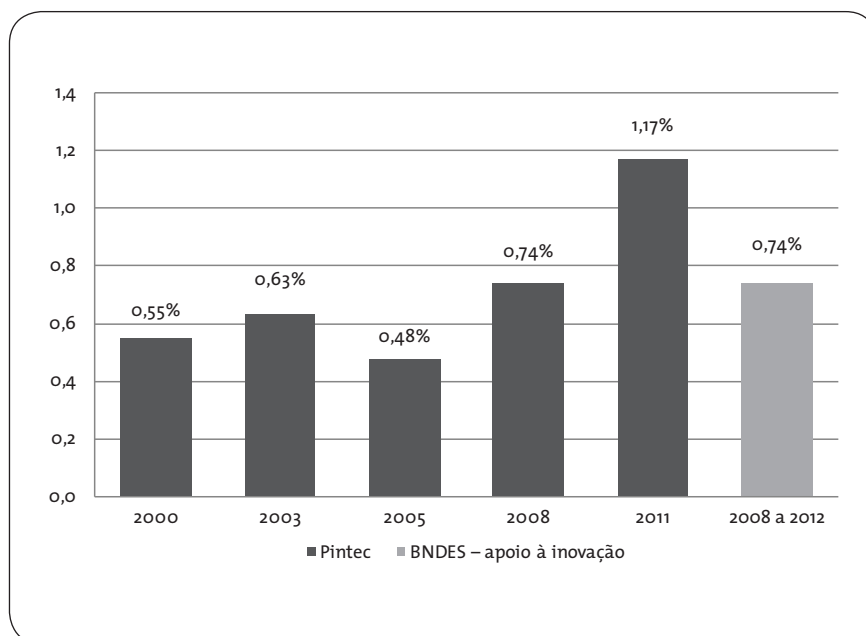
Gráfico 6 | Gastos em P&D/ROL no setor de veículos e desembolsos do BNDES para inovação em veículos/ROL das montadoras de veículos apoiadas (em %)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados da Pintec e do BNDES.

* Estimativa dos autores. Em 2000, a Pintec não desagregava os números de veículos e de reboques, cabines, carrocerias e recondicionamento de motores. Assim, com base no dado agregado apresentado (1,04%), os autores estimaram o número apenas para veículos com base em uma proporção dos números desagregados indicados nas pesquisas posteriores.

Gráfico 7 | Gastos em P&D/ROL no setor de autopeças (em %) e desembolsos do BNDES para inovação em autopeças/ROL das autopeças apoiadas (em %)



Fonte: Elaboração própria, com base em European Commission (2013).

A fim de se obter um parâmetro para balizar o investimento feito pela indústria automotiva no Brasil, foram selecionadas 122 empresas do setor que figuram entre as duas mil mais inovadoras do mundo, segundo levantamento do European Commission (2013). Os valores apontados na Tabela 9 mostram que, embora o investimento em P&D automotivo no Brasil tenha se mantido em um patamar superior à média da indústria, mesmo empresas situadas em outros países emergentes investem proporcionalmente mais que as brasileiras.

Tabela 9 | Estimativa de investimento em P&D sobre o faturamento de empresas selecionadas (em %)

	Montadoras	Fabricantes de autopeças	Total
Em países desenvolvidos	4,3	4,3	4,3
Em países emergentes	2,2	1,8	2,1
Total	4,0	4,1	4,0

Fonte: Elaboração própria, com base em European Commission (2013).

Regime automotivo, incentivos e pesquisa

Alguns novos mecanismos regulatórios vêm desempenhando papel importante na construção de um ambiente mais propício ao desenvolvimento tecnológico e à inovação no Brasil. Entre os mecanismos mais recentes, podem-se citar: o novo regime automotivo brasileiro (conhecido como Inovar-Auto), a Lei do Bem e a Lei de Inovação. Além disso, a existência de grupos de pesquisa em universidades e centros de pesquisa denota uma primeira constituição de um vínculo entre a universidade e a indústria, ponto crucial para que o Brasil se consolide como desenvolvedor de tecnologia automotiva.

Inovar-Auto

No fim de 2012 foi lançado o novo regime automotivo brasileiro, o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto). O novo regime inseriu metas de investimento em P&D e engenharia para todas as empresas: que produzam veículos no país; que não produzam, mas que comercializem; e que apresentem projetos de investimento. Empresas habilitadas no regime terão direito a crédito presumido de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de até trinta pontos percentuais.

Ainda que, para as montadoras presentes no Brasil há mais tempo, as obrigações provavelmente sejam de cumprimento mais simples; para as novas empresas, não. O Quadro 3 mostra uma síntese das obrigações relacionadas a P&D e engenharia.

Quadro 3 | Atividades e obrigações inseridas na habilitação das montadoras de veículos no novo regime automotivo (Inovar-Auto)

	Atividades incluídas	Obrigaçã
P&D	I - Pesquisa básica dirigida;	Realizar, no país, dispêndios correspondentes a, no mínimo: 2013: 0,15% 2014: 0,30% 2015: 0,50% 2016: 0,50% 2017: 0,50% (percentual sobre a receita bruta, excluídos impostos e contribuições sobre a venda)
	II - pesquisa aplicada;	
	III - desenvolvimento experimental;	
	IV - serviços de apoio técnico diretamente vinculados às atividades I, II e III.	

Continua

Continuação

	Atividades incluídas	Obrigação
Engenharia	I - Desenvolvimento de engenharia (concepção de novo produto ou processo de fabricação e agregação de novas funcionalidades ou características a produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando em maior competitividade no mercado);	Realizar, no país, dispêndios correspondentes a, no mínimo: 2013: 0,50% 2014: 0,75% 2015: 1,00% 2016: 1,00% 2017: 1,00%
	II - tecnologia industrial básica;	
	III - treinamento do pessoal dedicado a P&D e inovação;	(percentual sobre a receita bruta, excluídos impostos e contribuições sobre a venda)
	IV - desenvolvimento de produtos, incluindo veículos, sistemas e seus componentes, autopeças, máquinas e equipamentos;	
	V - construção de laboratórios para o desenvolvimento das atividades previstas em I e II;	
	VI - desenvolvimento de ferramental, moldes e modelos para moldes, instrumentos e aparelhos industriais e de controle de qualidade;	
	VII - capacitação de fornecedores.	

Fonte: Elaboração própria, com base no Decreto 7.819, de 3 de outubro de 2012.

Desde a entrada em vigor do Inovar-Auto, em janeiro de 2013, o programa já resultou em R\$ 8,3 bilhões anunciados para investimento em novas plantas e na vinda de dez empresas internacionais fabricantes de veículos leves e pesados, além de empresas fornecedoras [Brasil (2013d)].

Lei do Bem e Lei da Inovação

No aspecto legal, duas leis são especialmente relevantes para o incentivo à pesquisa e à inovação no Brasil. Uma delas, a Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como Lei do Bem, determina incentivos fiscais e subvenções econômicas para pesquisa e desenvolvimento tecnológico no país. Entre os incentivos fiscais, podem-se citar: dedução de Imposto de Renda (IR) e contribuição sobre o lucro líquido (CSLL) de dispêndios em P&D; redução de IPI na compra de máquinas e equipamentos para P&D; e depreciação acelerada desses bens. A lei também prevê subvenções econômicas, via Finep, para contratação de pesquisadores mestres ou doutores, empregados em empresas para realização de atividades de P&D [Brasil (2013a)].

Mecânica e transportes é o setor que lidera o uso de renúncia fiscal prevista na Lei do Bem. Em 2012, representou 24% da renúncia. Porém, já chegou a representar 46%, como é possível observar na Tabela 10.

Tabela 10 | Renúncia fiscal por investimentos em P&D (em R\$ milhões)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Renúncia – mecânica e transportes	87,3	340,0	728,2	539,1	701,9	552,9	256,3	3.205,8
Detalhamento por incentivo	CSLL	22,7	86,3	182,4	138,2	183,9	146,3	827,7
	IR	62,9	239,8	506,8	383,8	510,9	406,5	2.299,1
	IPI	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,8
	IR – pagamento exterior	1,7	13,9	38,4	17,1	7,1	0,0	78,2
Renúncia total	229,0	883,9	1.582,7	1.382,8	1.727,1	1.410,0	1.048,2	8.263,7
Mecânica e transportes (%)	38	38	46	39	41	39	24	39

Fontes: Brasil (2007; 2008; 2010a; 2010b; 2011; 2012; 2013b).

Entre todos os setores que o banco apoia, o de mecânica e transportes lidera em quantidade de empresas que utilizam esses incentivos. A Tabela 11 evidencia a relevância desse setor em relação ao total de empresas.

Tabela 11 | Empresas com renúncia fiscal por investimentos em P&D

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Número de empresas – mecânica e transportes	30	81	114	111	147	154	125
Total de empresas	130	300	460	542	639	767	787
Mecânica e transportes (%)	23	27	25	20	23	20	16

Fontes: Brasil (2007; 2008; 2010a; 2010b; 2011; 2012; 2013b).

A segunda lei é a 10.973, de 2 de dezembro de 2004, conhecida como Lei da Inovação. Sua principal base é a criação de um ambiente propício à inovação no país, favorecendo a estruturação de redes de pesquisa, ações de empreendedorismo e a criação de incubadoras e parques tecnológicos. A lei prevê, também, que pesquisadores possam se beneficiar dos resultados financeiros dos serviços prestados, independentemente do vínculo com uma instituição científica e tecnológica (ICT) pública. Há a previsão, ainda, de mecanismos de financiamento sob a forma de subvenção econômica, financiamento e participação acionária da União e das agências de fomento às empresas nacionais envolvidas em atividades de pesquisa e desenvolvimento [Brasil (2013c)].

Ainda que bastante importante, o mecanismo de subvenção econômica tem sido utilizado ainda de forma tímida no setor automotivo. Como é possível verificar na Tabela 12, nos últimos seis anos, apenas 1,8% dos projetos contratados pela Finep no setor foram financiados por meio de subvenção. Desses, 85,0% destinavam-se a desenvolvimentos para veículos híbridos e elétricos, e o restante para pesquisa em materiais e em desenvolvimento de acessórios.

Tabela 12 | Finep – contratações no setor automotivo (em R\$ mil)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Montadoras	0	2.679	4.112	0	56.242	62.281	125.315
Fabricantes de autopeças e de carrocerias e reboques	41.568	238.423	37.753	257.775	319.787	152.207	1.047.513
Total	41.568	241.103	41.865	257.775	376.029	214.488	1.172.828
Crédito	41.568	238.423	36.342	224.635	376.029	200.065	1.117.061
Subvenção	0	2.679	1.313	12.289	0	4.668	20.950
Outros*	0	0	4.210	20.851	0	9.755	31.556

Fonte: Elaboração própria, com base em dados disponíveis em Finep (2013).

* Inclui projetos cooperativos contratados com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) ou com recursos do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel).

Obs.: (1) Inclui apenas operações diretas realizadas com participação de empresas do setor automotivo. (2) Não inclui máquinas agrícolas e rodoviárias.

De fato, os veículos híbridos e elétricos têm figurado como uma oportunidade de transformação do mercado global, abrindo espaço para novos fornecedores, especialmente de equipamentos eletroeletrônicos e de *software* [Castro e Ferreira (2010)], e trazendo desafios para a indústria local [Castro, Barros e Veiga (2013)].

Pesquisa em ICTs

A principal forma de estruturação da pesquisa em ICTs é por meio de grupos de pesquisa. Em busca não exaustiva na base do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foram identificados 31 grupos de pesquisa dedicados direta ou indiretamente à engenharia veicular, a maior parte na área de engenharia mecânica. Merecem destaque linhas de pesquisa em: motores a combustão interna, emissões veiculares, biocombustíveis, veículos elétricos, eficiência energética, refrigeração veicular, integridade

estrutural, novos materiais, corrosão, soldagem, dinâmica veicular, catalizadores, sistemas eletrônicos embarcados e desenvolvimento de fornecedores.

Alguns desses grupos são apoiados por empresas do setor automobilístico. A Universidade de Taubaté (Unitau), por exemplo, tem parceria com a Volkswagen para pesquisa em veículos elétricos e eficiência energética. Mais especificamente, uma linha aborda novas formas de regeneração de energia para aumento da autonomia de baterias em um modelo de VW Saveiro elétrica.

Outro exemplo vem da área de mecânica dos sólidos e integridade estrutural. A Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e a Fiat têm parceria em uma linha de pesquisa sobre comportamento mecânico dos materiais, com ênfase na análise de danos causados por fadiga em componentes automotivos. Por fim, há também exemplo de linha em ações estruturantes, como a parceria entre a Ford e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) na Bahia. Tal grupo tem por objetivo o desenvolvimento de fornecedores para a cadeia automotiva da empresa no estado.

Considerações finais e perspectivas

O Brasil ainda está a uma distância considerável dos líderes e desenvolvedores de tecnologia automotiva. Há, no país, problemas estruturais, como uma baixa proporção de engenheiros na população em comparação a outros países e, de forma geral, uma infraestrutura de engenharia aquém da necessária para desenvolvimento de caráter global e concentrada em algumas poucas empresas. No entanto, é notável a evolução na construção de competência em engenharia automotiva ao longo dos anos.

A quantidade de engenheiros graduados tem aumentado substancialmente, e a indústria automotiva tem absorvido uma parte considerável dessa mão de obra. Ainda que as montadoras tenham respondido pela maior parte do incremento do número de engenheiros na indústria automotiva, os fabricantes de autopeças também aumentaram seus quadros de engenharia. De fato, a dinâmica dessa indústria prevê desenvolvimentos colaborativos. Nessa linha, segundo a Pintec 2011 [IBGE (2013)], metade das montadoras implementou inovações desenvolvidas de forma colaborativa, número mais de três vezes superior à média da indústria de transformação. Dessas colaborações, os fornecedores aparecem com destaque, representando, ao lado dos consumidores, as principais fontes de informação e de parceria.

Aparentemente, há ainda um espaço importante para o crescimento do relacionamento com universidades e centros de pesquisa, em especial em

assuntos ligados a P&D. O estabelecimento de um ambiente mais propício à inovação tem contribuído para estimular esse relacionamento. Novas leis e um novo regime automotivo buscam direcionar investimento para P&D, tanto dentro da empresa como fora, com uma aproximação providencial da academia. Tais incentivos catalisam a formação de novos profissionais e o investimento em infraestrutura, como novos laboratórios.

A engenharia é um componente importante para a construção de uma indústria automotiva nacional e competitiva globalmente. Sem mão de obra com boa formação e com experiência prática em desenvolvimento de projetos complexos na indústria, não há como protagonizar desenvolvimentos de fato locais. Além disso, há um caminho importante a percorrer no fortalecimento dos fabricantes de autopeças para que possam não só responder às demandas das montadoras, mas também liderar desenvolvimentos de sistemas inovadores, como ocorre nos países desenvolvidos.

Ciente disso, o BNDES tem focado, justamente, em criar condições mais favoráveis ao investimento, à engenharia automotiva e à inovação. Por esse motivo, alterou o valor mínimo para apoio direto de projetos no BNDES Proengenharia, visando melhorar o acesso dos fabricantes de autopeças ao programa. Além disso, melhorou as condições de financiamento à implantação de infraestrutura destinada à engenharia de produto.

O BNDES Proengenharia tem sido o principal instrumento para estímulo ao desenvolvimento de produto no setor automotivo nos últimos anos. Estima-se que pelo menos 36,6% dos veículos leves vendidos no Brasil em 2013 tinham ao menos algum componente cuja engenharia foi financiada pelo BNDES, como mostra a Tabela 13. Conforme mencionado, o Banco ainda dispõe de outros instrumentos voltados ao apoio à inovação e ao desenvolvimento tecnológico do setor automotivo.

Tabela 13 | Estimativa de veículos leves emplacados no Brasil com engenharia parcial ou integralmente financiada pelo BNDES (%)

2008	2009	2010	2011	2012	2013	Média
0,1	2,3	11,3	27,8	38,7	36,6	21,0

Fonte: Elaboração própria, com base em BNDES e Fenabreve.

Obs.: (1) Inclui apenas projetos de engenharia desenvolvidos especificamente para algum modelo de veículo e que sejam compartilhados por suas versões. Desenvolvimentos transversais, como autopeças não específicas e implantação de infraestrutura de P&D, não foram considerados.

(2) O valor pode ser superior ao indicado, tendo em vista que alguns desenvolvimentos podem ser utilizados em outros modelos não previstos inicialmente.

Decerto, desenvolvimentos tecnológicos locais, como os motores *flex-fuel*, servem de inspiração para que a indústria mude de patamar e passe a figurar amplamente como uma fornecedora de tecnologia global, junto de países como os Estados Unidos e o Japão. Para que o Brasil possa assumir esse papel, necessita incorporar competências em inovação e dispor de uma política pública alinhada com esses objetivos.

Com vistas a isso, o BNDES vem estimulando P&D de veículos híbridos e elétricos, fronteira tecnológica da indústria, possibilitando uma reconfiguração da cadeia produtiva, com a entrada de empresas de fora do setor, como Weg e Itaipu.

Apêndice | Campos de prova selecionados no mundo

Categoria: autopeças				
#	Empresa	Local	País	Localização estimada (em graus decimais)
1	Bosch	Boxberg	Alemanha	49.440087, 9.629474
2	Bosch	Tolhuin (Patagônia)	Argentina	-54.489162, -67.174365
3	Bosch	Baudette (Minnesota)	Estados Unidos	48.720556, -94.611683
4	Bosch	Flatrock (Michigan)	Estados Unidos	42.085771, -83.314304
5	Bosch	New Carlisle (Indiana)	Estados Unidos	41.661691, -86.490469
6	Bosch	Juvincourt	França	49.424597, 3.890061
7	Bosch	Memambetsu	Japão	43.9025, 144.163611
8	Bosch	Vaitoudden	Suécia	66.053612, 17.671152
9	Bosch	Campinas	Brasil	-22.894917, -47.111778
10	Bosch	Curitiba	Brasil	-25.538139, -49.322333
11	Bridgestone	São Pedro (São Paulo)	Brasil	-22.569278, -47.977306
12	Bridgestone	Yiking	China	n.d.
13	Bridgestone	Fort Stockton (Texas)	Estados Unidos	30.927335, -103.095888
14	Bridgestone	Columbiana (Ohio)	Estados Unidos	40.90555, -80.641774
15	Bridgestone	Karawang	Indonésia	-6.396081, 107.333998
16	Bridgestone	Aprilia	Itália	41.533961, 12.698815
17	Bridgestone	Hokkaido	Japão	44.247874, 142.443145
18	Bridgestone	Tochigi	Japão	36.932502, 139.986885

Continua

Categoria: autopeças				
19	Bridgestone	Acuña	México	n.d.
20	Bridgestone	Nong Khae	Tailândia	14.318966, 100.831422
21	Continental	Contidrom	Alemanha	52.652905, 9.742899
22	Denso	Abashiri Test Center	Japão	43.954518, 144.090744
23	GKN	Tochigi	Japão	36.3979, 139.80055
24	Goodyear	Mireval	França	43.521357, 3.795691
25	Goodyear	Americana (São Paulo)	Brasil	-22.70875, -47.308139
26	Michelin	Almeria	Espanha	36.796433, -2.197021
27	Michelin	Laurens Proving Grounds (LPG)	Estados Unidos	34.396499, -82.027544
28	Michelin	Ladoux	França	45.850983, 3.129117
29	Pirelli	Milão (Vizzola Ticino)	Itália	45.626644, 8.67636
30	Pirelli	Sumaré (São Paulo)	Brasil	-22.809167, -47.189333
31	Pirelli	Elias Fausto (São Paulo)	Brasil	n.d.
32	Randon	Farroupilha (Rio Grande do Sul)	Brasil	-29.16725, -51.283528
33	Sumitomo Rubber/Dunlop	Asahikawa	Japão	43.735499, 142.567778
34	Sumitomo Rubber/Dunlop	Nayoro	Japão	44.430833, 142.458333
35	Sumitomo Rubber/Dunlop	Okayama	Japão	n.d.
36	TRW	Limeira (São Paulo)	Brasil	-22.512944, -47.300778
37	Wabco	Jeversen	Alemanha	52.652359, 9.742298
38	Wabco	Rovaniemi	Finlândia	n.d.
39	Wabco	Chennai (Sundaram Clayton)	Índia	13.0375, 79.890556
Categoria: independente				
#	Empresa	Local	País	Localização estimada (em graus decimais)
40	AET	Baudette (Minnesota)	Estados Unidos	48.661007, -94.616704
41	Applus Automotive Technology	Idiada	Espanha	41.254968, 1.552406

Continua

Continuação

Categoria: independente				
42	Arctic Driving Center	Rovaniemi	Finlândia	66.475468, 25.771938
43	Arctic Falls	Vitberget	Suécia	65.90747, 20.307964
44	Arctic Falls	Lillkorstrask	Suécia	n.d.
45	Arctic Falls	Plantskolan	Suécia	n.d.
46	Arctic Falls	Vidsel	Suécia	n.d.
47	Arctic Falls	Nattberg	Suécia	65.688187, 20.376278
48	ATP	Papenburg	Alemanha	53.051636, 7.507241
49	Ceram	Mortefontaine	França	49.139158, 2.595042
50	Colmis AB	Arjeplog	Suécia	66.051939, 18.02014
51	Consumer Union	Connecticut	Estados Unidos	41.521527, -72.359654
52	Gerotek	Pretoria	África do Sul	-25.756841, 28.013843
53	INTA	Madrid	Espanha	40.499034, -3.471511
54	MGA	Burlington (Wisconsin)	Estados Unidos	42.62950000, -88.30865100
55	Mira	Midlands	Reino Unido	52.562222, -1.446667
56	NATC	Carson City (Nevada)	Estados Unidos	39.303554, -119.355561
57	Prodrive	Warwickshire	Reino Unido	52.358488, -1.665465
58	Prototipo Group	Nardo	Itália	40.339871, 17.966052
59	RDW	Lelystad	Holanda	52.455225, 5.524614
60	Test World	Mellatracks	Finlândia	68.691047, 27.653017
61	Test World	Airport	Finlândia	68.606548, 27.425909
62	TRL	Crowthorne	Reino Unido	51.381826, -0.785486
Categoria: montadora				
#	Empresa	Local	País	Localização estimada (em graus decimais)
63	Audi	Northern Cape	África do Sul	-29.056667, 19.855
64	Audi	Neustadt au der Donau	Alemanha	48.77039, 11.730216
65	BMW	Aschheim	Alemanha	48.22067, 11.757932

Continua

Categoria: montadora				
66	BMW	Miramas	França	43.604386, 4.993788
67	Chrysler	Arizona (Yucca)	Estados Unidos	34.874722, -114.125278
68	Chrysler	Chelsea (Michigan)	Estados Unidos	42.2675, -84.045833
69	Daimler	Untertürkheim (Stuttgart)	Alemanha	48.787315, 9.229285
70	Daimler	Oragadam-Chennai	Índia	12.845685, 79.954956
71	Ferrari	Fiorano (Maranello)	Itália	44.533889, 10.858056
72	Fiat	Lecce	Itália	40.320308, 17.822129
73	Fiat	Goiana (Pernambuco)	Brasil	-7.615722, -34.969306
74	Fiat/Alfa Romeo	Balocco	Itália	45.478911, 8.301273
75	Ford	You Yangs	Austrália	-37.891389, 144.408889
76	Ford	Lommel	Bélgica	51.198056, 5.327778
77	Ford	Dearborn	Estados Unidos	42.3, -83.220833
78	Ford	Arizona	Estados Unidos	33.706389, -112.506667
79	Ford	Romeo (Michigan)	Estados Unidos	42.845262, -83.07349
80	Ford	Dunton	Reino Unido	51.5825, 0.403889
81	Ford	Tatuí (São Paulo)	Brasil	-23.395583, -47.922972
82	General Motors	Lang Lang	Austrália	-38.353889, 145.590833
83	General Motors	Guangde County (Anhui)	China	31.044266, 119.425751
84	General Motors	Milford (Michigan)	Estados Unidos	42.583603, -83.684449
85	General Motors	Yuma	Estados Unidos	32.919818, -114.323366
86	General Motors	Cupuán del Río (Michoacán)	México	18.783056, -102.168611
87	General Motors	Millbrook	Reino Unido	52.043622, -0.534983
88	General Motors	Indaiatuba (SP)	Brasil	-23.139528, -47.260250

Continúa

Continuação

Categoria: montadora				
89	General Motors/ Opel	Testzentrum Dudenhofen	Alemanha	49.992777, 8.923055
90	Honda	Cantil (Califórnia)	Estados Unidos	35.272952, -117.958059
91	Honda	East Liberty (Ohio)	Estados Unidos	40.304142, -83.547935
92	Honda	Takasu	Japão	43.898944, 142.296797
93	Honda	Tochigi	Japão	36.580247, 140.019372
94	Honda (motos)	Rio Preto da Eva (Amazonas)	Brasil	n.d.
95	Hummer	Indiana	Estados Unidos	41.641297, -86.258211
96	Hyundai	Namyang	Coreia do Sul	37.1586749, 126.7853165
97	Hyundai-Kia	California	Estados Unidos	35.057824, -118.158059
98	Kia	Hwasung	Coreia do Sul	37.035002, 126.758065
99	MAN	Munique	Alemanha	48.229461, 11.474337
100	Mazda	Mine	Japão	34.143056, 131.105
101	Mazda	Miyoshi	Japão	34.797778, 132.866944
102	Mazda	Kenbuchi	Japão	44.128753, 142.2876692
103	Mazda	Nakasatsunai	Japão	42.6512897, 142.9861164
104	Mercedes	Wörth	Alemanha	49.053002, 8.256898
105	Mercedes	Sindelfingen	Alemanha	48.698156, 8.99128
106	Mercedes-Benz	Indaiatuba (São Paulo)	Brasil	-23.146972, -47.223278
107	Nissan	Dongfeng Nissan Technical Center	China	23.387601, 113.163514
108	Nissan	Arizona	Estados Unidos	32.953872, -111.980824
109	Nissan	Rikubetsu	Japão	44.153144, 143.572927
110	Nissan	Tochigi	Japão	36.460295, 139.912777
111	Peugeot	La Ferté-Vidame	França	48.594946, 0.907217
112	Porsche	Weissach	Alemanha	48.845062, 8.90643

Continua

Categoria: montadora				
113	Renault	Aubevoye	França	49.175532, 1.311565
114	Subaru	Indiana	Estados Unidos	40.380944, -86.801562
115	Toyota	Zaventem	Bélgica	50.87286, 4.496391
116	Toyota	Shibetsu	Japão	44.179927, 142.23251
117	Volkswagen	Ehra-Lessien	Alemanha	52.605133, 10.801222
118	Volkswagen	Maricopa (Arizona)	Estados Unidos	33.050616, -111.935076
119	Volkswagen	Taubaté (São Paulo)	Brasil	-23.048333, -47.632972
120	Volkswagen	São José dos Pinhais (Paraná)	Brasil	-25.664306, -49.176
121	Volvo	Greensboro	Estados Unidos	36.082449, -79.969788
122	Volvo	Hällered	Suécia	57.780879, 12.782407

Fonte: Elaboração própria, com base nos *sites* das empresas, Disdale (2006), Madrigal (2008), Automotive Testing Technology International (2014) e De Carli (2014).

Obs.: (1) Levantamento não exaustivo. (2) Algumas coordenadas podem não se referir exatamente ao local da pista por limitações do levantamento. (3) n.d. = não disponível.

Referências

- ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*. São Paulo, 2013.
- AUTOMOTIVE TESTING TECHNOLOGY INTERNATIONAL. *Proving ground directory*. Disponível em: <http://www.automotivetestingtechnologyinternational.com/proving_directory.php>. Acesso em: 6 jan. 2014.
- BAHIA, L. D.; DOMINGUES, E. P. *Estrutura de inovações na indústria automobilística brasileira*. Ipea, fev. 2010. (Texto para discussão, n. 1.472).
- BARROS, D. C.; PEDRO, L. S. O papel do BNDES no desenvolvimento do setor automotivo brasileiro. In: SOUSA, F. L. (Org.). *BNDES 60 anos: perspectivas setoriais*. v. 1. Rio de Janeiro: BNDES, out. 2012, p. 98-136.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano-Base 2006*. Brasília, dez. 2007.

- _____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano-Base 2007*. Brasília, nov. 2008.
- _____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais (versão retificada): Ano-Base 2008*. Brasília, mar. 2010a.
- _____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano-Base 2009*. Brasília, nov. 2010b.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano-Base 2010*. Brasília, dez. 2011.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano-Base 2011*. Brasília, dez. 2012.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). *Lei do Bem – Capítulo III*. 2013a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8586/Lei_do_Bem___Capitulo_III.html>. Acesso em: 30 dez. 2013.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). *Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais: Ano-Base 2012*. Brasília, dez. 2013b.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). *Sobre a Lei da Inovação*. 2013c. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8477/Lei_de_Inovacao.html>. Acesso em: 30 dez. 2013.
- _____. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Para Pimentel, momento histórico favorece foco na competitividade nacional. *Notícias*, 12 dez. 2013d. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/portalmDIC/sitio/interna/noticia.php?area=2¬icia=12890>>. Acesso em: 2 jan. 2014.
- CAMPO GRANDE, P.; CAVALCANTE, U. Nossos carros contra a parede. *Revista Quatro Rodas*, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/quatro-rodas.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2013.
- CASTRO, B. H. R.; BARROS, D. C.; VEIGA, S. G. Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 37, p. 443-495, mar. 2013.

CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 32, p. 267-310, set. 2010.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Doutores 2010: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira*. Brasília, 2010.

_____. *Mestres 2012: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira*. Brasília, 2012.

CNPQ – CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. *Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil*. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/>>. Acesso em: 30 dez. 2013.

CONSONI, F. L. *Da tropicalização ao projeto de veículos: um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, 2004.

DE CARLI, G. *Tracks*. Disponível em: <<http://www.gdecarli.it/php/index.php?var1=2&var2=2>>. Acesso em: 6 jan. 2014.

DE NEGRI, F. *et al. Determinantes da acumulação de conhecimento para inovação tecnológica nos setores industriais no Brasil: setor automotivo*. Brasília: ABDI, dez. 2008. (Estudos Setoriais de Inovação).

DI BITONTO, S.; KOLBE, M.; MACDOUGALL, W. *The automotive industry in Germany 2012-2013*. Berlin: Germany Trade and Invest, set. 2012.

DISDALE, J. Inside story: secret test tracks. *Auto Express*, 13 dez. 2006. Disponível em: <<http://www.autoexpress.co.uk/car-news/27854/inside-story-secret-test-tracks>>. Acesso em: 6 jan. 2014.

EUROPEAN COMMISSION. R&D ranking of the world top 2000 companies. *The 2013 EU Industrial R&D Scoreboard*. Sevilha, 2013. Disponível em: <<http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard13.html>>. Acesso em: 6 jan. 2014.

FRANCO, C. Centro de crash test do Instituto Mauá terá R\$ 196 milhões. *AutomotiveBusiness*, 18 out. 2013. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia_det.aspx?id_noticia=18234>. Acesso em: 18 dez. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000*. Rio de Janeiro, 2002.

_____. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003*. Rio de Janeiro, 2005.

_____. *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005*. Rio de Janeiro, 2007.

_____. *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008*. Rio de Janeiro, 2010.

_____. *Pesquisa de Inovação 2011*. Rio de Janeiro, 2013.

MADRIGAL, A. Auto test tracks revealed from above. *Wired*, 20 jun. 2008. Disponível em: <http://www.wired.com/cars/coolwheels/multimedia/2008/06/gallery_test_tracks>. Acesso em: 6 jan. 2014.

PACHECO, C. A. *A formação de engenheiros no Brasil: desafio ao crescimento e à inovação*. Iedi, jul. 2010.

PINHEIRO, M. C. C. *Carta FNE 213/2013* [Carta]. 2f. Brasília, 12 ago. 2013. Recebida por Dilma Rousseff.

SALERNO, M. S. *et al.* Alavancando pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor de autopeças: análise e propostas a partir de survey e estudo qualitativo focado. *Produção*, v. 20, n. 4, p. 565-575, 2010.

Sites consultados

DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA DO BRASIL/CNPQ – CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – <dgp.cnpq.br>.

ENGENHARIA DATA – <engenhariadata.com.br>.

FENABRAVE – FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – <www.fenabrave.org.br>.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS (RAIS) – <www3.mte.gov.br/rais/>.

U.S. BUREAU OF LABOUR STATISTICS – <www.bls.gov>.