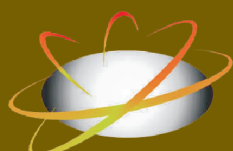


DIFUSÃO DE INOVAÇÕES E GRAU DE MATURIDADE TECNOLÓGICA DO COMPLEXO METAL-MECÂNICO

Conceito e Indicadores

n.6

Brasília 2008



DIFUSÃO DE INOVAÇÕES E GRAU DE MATURIDADE TECNOLÓGICA DO COMPLEXO METAL-MECÂNICO

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto

SENAI – Departamento Nacional

Diretor-Geral: José Manuel de Aguiar Martins

Diretora de Operações: Regina Maria de Fátima Torres



*Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional*

DIFUSÃO DE INOVAÇÕES E GRAU DE MATURIDADE TECNOLÓGICA DO COMPLEXO METAL-MECÂNICO

Conceitos e Indicadores

n.6

**Ricardo M. Naveiro
Heloisa V. Medina
Filipe Sálvio**

Brasília 2009



Modelo SENAI de Prospecção

Estudos Tecnológicos e Organizacionais

©2009. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

Unidade Tendências e Prospecção – UNITEP

Ficha Catalográfica

N323d

Naveiro, Ricardo M.

Difusão de inovações e grau de maturidade tecnológica do complexo metal-mecânico: conceitos e indicadores / Heloisa V. Medina; Filipe Sálvio. – Brasília : SENAI/DN, 2009.

124 p. il. (Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais, n. 6)

ISBN 978-85-7519-299-3

1. Complexo metal-mecânico 2. Maturidade tecnológica I. Medina, Heloisa V. II. Sálvio, Filipe III. Título

CDU: 669.01

SENAI

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (0xx61) 3317-9000
Fax: (0xx61) 3317-9190

Lista de Figuras e Quadros

Figura 1 – geração de inovações	15
Figura 2 – Esquema interativo de geração de conhecimento e difusão de inovações	17
Figura 3 – Desenvolvimento de projeto de produto em engenharia simultânea	18
Quadro 1 – Produção física por intensidade exportadora para os setores do complexo metal-mecânico	38

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Indicadores da produção industrial, por categoria de uso no Brasil (maio de 2007)	37
Tabela 2 – Participação dos gastos em P&D sobre a receita líquida das empresas do total da indústria e do complexo metal-mecânico	39

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Intensidade das atividades inovadoras do setor de fundição no Brasil	51
Gráfico 2 – Valor da transformação, por trabalhador	66
Gráfico 3 – Empresas inovadoras e não-inovadoras, segundo variáveis selecionadas – 2000	66

Sumário

Apresentação

1	Introdução	11
1.1	O complexo metal-mecânico: definições e abrangência	21
1.2	Tecnologias e processos de fabricação do complexo metal-mecânico	27
1.3	Metodologia geral do trabalho	34
2	Caracterização do complexo e sua dinâmica de inovação	37
2.1	Principais setores do complexo metal-mecânico	37
2.2	O perfil tecnológico e os padrões de inovação	40
2.3	A dinâmica dos processos de inovação e de difusão tecnológica	44
2.3.1	O projeto industrial como difusor de inovações globais	45
2.4	Principais processos e tendências tecnológicas	49
3	Panorama dos indicadores de inovação-difusão para o complexo metal-mecânico	63
3.1	Indicadores Inovação-Difusão na indústria brasileira	63
3.2	Indicadores Difusão-Inovação para o complexo metal-mecânico no Brasil	67
4	Uma proposta de indicadores de inovação-difusão para o complexo metal-mecânico no Brasil	71
	Referências	77
	Anexos	81
	Anexo A – Tabelas elaboradas a partir de indicadores selecionados da PINTEC/IBGE	83
	Anexo B – Gráficos elaborados a partir das tabelas do Anexo A	103

Apresentação

Dando continuidade à divulgação da Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais, temos o prazer de disponibilizar o estudo *Difusão de inovações e o grau de maturidade tecnológica do complexo metal-mecânico* abordando conceitos básicos sobre inovação tecnológica e indicadores tecnológicos.

O estudo busca elaborar uma proposta preliminar de indicadores do grau de maturidade tecnológica para o complexo metal-mecânico, visando contribuir para o aperfeiçoamento da metodologia de monitoramento da difusão tecnológica que vem sendo desenvolvida pelo SENAI. Para tal, é apresentado o processo de inovação tecnológica nos setores que formam o complexo, com ênfase na indústria automobilística.

Espera-se que com base nesse estudo, as instituições de formação profissional possam desenvolver ações educacionais segundo a dinâmica tecnológica apresentada pelo referido complexo industrial. Este estudo busca, também, ser um importante instrumento de consulta para as empresas e entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, para o desenvolvimento de estratégias tecnológicas, bem como para a formulação de políticas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico.

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor-Geral do SENAI/DN

1 Introdução

A inovação tecnológica tem sido tratada na bibliografia nacional e internacional sob diferentes óticas, com base em estruturas conceituais e abordagens teóricas diversas. Em sua origem, a primeira análise do processo de inovação está ligada à teoria do desenvolvimento do economista austríaco Joseph Schumpeter (1932), que cunhou o termo “destruição criadora”, expressão que designa o processo de evolução da indústria visto como de recriação permanente do seu sistema de acumulação sob as bases da destruição das antigas formas de organização industrial.

Schumpeter foi, assim, o primeiro a ver que a força competitiva de uma empresa estava na sua capacidade de inovação, como num processo de seleção natural, onde a competição destrói os mais fracos e só os mais fortes sobrevivem.

Uma rápida revisão de artigos e relatórios técnicos ligados à inovação na indústria mostra uma infinidade de termos associados a esse conceito: intensidade tecnológica, inovação industrial, inovação tecnológica, inovação organizacional, vigilância tecnológica, inovação competitiva, inovação básica, inovação incremental, inovação de produto, inovação de processo, inovação ambiental, etc.

Definições simples e diretas para a inovação tecnológica são requisitos necessários à construção de indicadores, seja através de cruzamentos de estatísticas existentes, seja através da realização de enquetes especiais do tipo “*survey*”. Por isso, é comum encontrar tanto “*surveys*” como indicadores desenvolvidos para casos específicos sendo utilizados para analisar e responder questões de natureza ampla e complexa, que podem conduzir a resultados equivocados ao tratar da questão em países ou setores com padrões de desenvolvimento tecnológico e industrial diversos dos que deram origem a tais estudos.

Acrescentam-se a esse cenário as dificuldades inerentes ao se tratar de mudanças – principalmente aquelas mais amplas e radicais como as das inovações tecnológicas, a saber:

- A falta de padrão ou modelo teórico explicativo da difusão do conhecimento tecnológico;
- A inexistência de códigos de funcionamento (que decorrem de um padrão);
- A dificuldade de se captar o “novo”, uma vez que suas configurações são desconhecidas e/ou ainda não puderam ser captadas por indicadores, pois estes se encontram associados a padrões anteriores.

Dentro do mesmo escopo, está a questão da difusão da inovação, que requer uma reflexão teórica para que o fenômeno seja correto e adequadamente captado e medido.

O presente trabalho pretende contribuir para o estudo da inovação tecnológica, fazendo uma reflexão sobre a inovação e a difusão tecnológica no contexto do complexo metal-mecânico no Brasil. Com base nisso, o trabalho se propõe a fornecer subsídios para a construção de indicadores de difusão que reflitam a dinâmica tecnológica deste complexo.

Portanto, o objetivo deste trabalho é estudar o processo de difusão das inovações tecnológicas nos principais segmentos do complexo metal-mecânico sob a luz dos conceitos que engendraram a construção de indicadores de inovação. E isto de forma a avaliar e mensurar a difusão de inovações tecnológicas no complexo metal-mecânico.

Este complexo é representado por segmentos que já atingiram a maturidade tecnológica, ou seja, setores industriais que evoluem em ritmo e intensidade mais lentos do que os que se encontram na fronteira do conhecimento tecnológico, segundo o enfoque neo-schumpeteriano (Dosi, Pavitt, Freeman), ainda hoje dominante.

Essa visão neo-schumpeteriana dissocia os processos de inovação e de difusão em fases estanques, como se apenas no primeiro ocorressem as mudanças ou desenvolvimentos tecnológicos importantes que seriam no segundo divulgados no tempo e no espaço entre atores ou agentes dos sistemas socioeconômicos. No entanto, “os processos de inovação e difusão não podem ser totalmente separados, pois em muitos casos a difusão contribui para o

processo de inovação. A difusão de um produto ou de um processo no mercado revela problemas que podem ser corrigidos em novas versões. Assim, a difusão alimenta e direciona a trajetória de inovação, revelando as necessidades cambiantes da demanda por soluções técnicas” (TIGRE, 2006).

No Brasil, autores como Tigre, Lastres, Cassiolato, entre outros, vêm contribuindo para a revisão crítica dessa abordagem teórica que, por analogia à evolução dos organismos vivos, divide o ciclo de vida de uma tecnologia em quatro fases: nascimento (invenção-inovação), crescimento (rápida difusão), maturidade (domínio amplo/lenta difusão) desaparecimento ou declínio (substituição por novas tecnologias).

De acordo com Tigre (2006), esse modelo, inspirado em modelos de difusão de epidemias, foi adaptado para explicar processos de difusão tecnológica, mas parece não ser adequado a diversas situações específicas. Para o autor, produtos como o telefone e a televisão não seguem essa trajetória e parecem mesmo estar seguindo rumo diverso pela intensa onda do que ele chama de “inovações revitalizadoras”, que vêm conseguindo estancar o declínio desses produtos e mesmo introduzir inovações rápidas e profundas já na fase de maturidade.

Aviões e automóveis também são produtos que não se enquadram nesse padrão clássico de ciclo de vida de inovação e difusão. Segundo Medina (2000), o automóvel vem sendo reinventado a cada novo projeto, e sua indústria se transformou nas últimas duas décadas de uma montagem metal-mecânica em uma complexa rede, transversalmente integrada a outros setores – principalmente o químico e o eletrônico, que assumiu o fornecimento de novos materiais e novos componentes.

Formaram-se assim redes de cooperação contínua e global que impulsionam a evolução do automóvel em ritmo cada vez mais acelerado. Contudo, muitas dessas inovações passam despercebidas. São as chamadas por Clark e Fujimoto (1991) “inovações invisíveis”, ou seja, aquelas que o cliente não vê ou não valoriza, a não ser indiretamente pelo serviço adicional que elas prestam, mas que nem por isso devem ser consideradas menos importantes do ponto de vista da evolução do produto.

O automóvel é o resultado da difusão de inovações e desenvolvimentos tecnológicos de outros setores ou que foram inicialmente aplicadas em outros produtos. Ao longo de um século, ele incorporou ao seu perfil metal-mecânico as contribuições da engenharia elétrica, da eletrônica, da química e da ciência e engenharia de materiais. A difusão de inovações em ligas metálicas, materiais plásticos e compósitos concebidos para a indústria aeroespacial confere hoje ao automóvel característica *high-tech* em termos de segurança, conforto e desempenho.

A essa fonte externa de inovações agrega-se a difusão interna ao próprio setor automotivo pela multifuncionalidade dos materiais e por desenvolvimentos adaptativos de peças e processos. Portanto, o automóvel alterou substancialmente seu perfil tecnológico nos últimos vinte anos devido, principalmente, às novas propriedades dos materiais automotivos, à eletrônica embarcada, aos equipamentos e acessórios de segurança. Isso além de ter evoluído do controle e diminuição dos impactos ambientais (MEDINA, 2000).

A indústria automobilística fornece assim uma demonstração empírica exemplar do processo de difusão de inovações que se deu tanto de forma clássica ou primária – no caso dos materiais – como de forma incremental ou secundária – em peças e componentes e processos automotivos. A importância do processo de difusão de inovações para essa indústria é tal, que vem afetando a produtividade de todos os fatores de produção e conferindo maior sustentabilidade a um dos produtos mais pressionados para redução dos impactos ambientais.

O aumento da produtividade resulta da simplificação de processos e técnicas de montagem, quer na fabricação das peças e partes, quer na linha final de montagem. E o melhor perfil ambiental vem sendo conferido pelos materiais recicláveis, renováveis ou livres de substâncias tóxicas (metais pesados, amianto, entre outros). Assim como pelo melhor desempenho energético resultante da diminuição do consumo específico e pela redução de emissões.

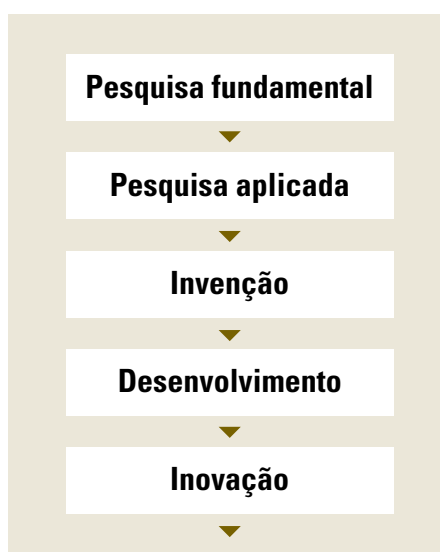
De uma forma geral, os demais segmentos do complexo metal-mecânico vêm apresentando esse mesmo padrão de renovação tecnológica através de absorção de inovações externas e geração interna de adaptações tecnológicas,

que se difundem em novos projetos e “re-projetos” de seus produtos. Desse modo, diversos autores têm afirmado que a atividade de projeto de produto é o *locus* privilegiado da inovação, ou seja, onde acontece a junção de conhecimentos científicos e tecnológicos (invenções) para o equacionamento de um problema técnico ou de uma demanda do mercado (inovações). A solução virá sob a forma de lançamento no mercado de um produto, processo ou serviço que será em maior ou menor grau inovador em relação à situação existente antes do projeto.

Perrin (2001) identifica o processo de inovação ao processo de concepção e ao desenvolvimento de um projeto de produto. Ele define inovação como um projeto historicamente situado e determinado – pelo estoque de conhecimentos técnico-científicos e pelo fluxo das tecnologias em cada sociedade – que permite aos atores envolvidos pensar e propor soluções tecnicamente realizáveis como resposta a uma demanda.

Assim, a inovação só se realiza se for tecnicamente possível de ser produzida e economicamente viável de ser comercializada. Entretanto, inovação e invenção, apesar de terem em comum as atividades de P&D, não seguem necessariamente a mesma rota e nem se apresentam invariavelmente de forma seqüencial. O esquema hierárquico linear (Figura 1) adaptado de Perrin (2001) serve para explicar casos históricos de inovações radicais como: o *nylon* da Dupont, o transistor da Bell, a caneta esferográfica ou o pneu radial.

Figura 1 – Esquema hierárquico linear de geração de inovações



Fonte: Perrin (2001).

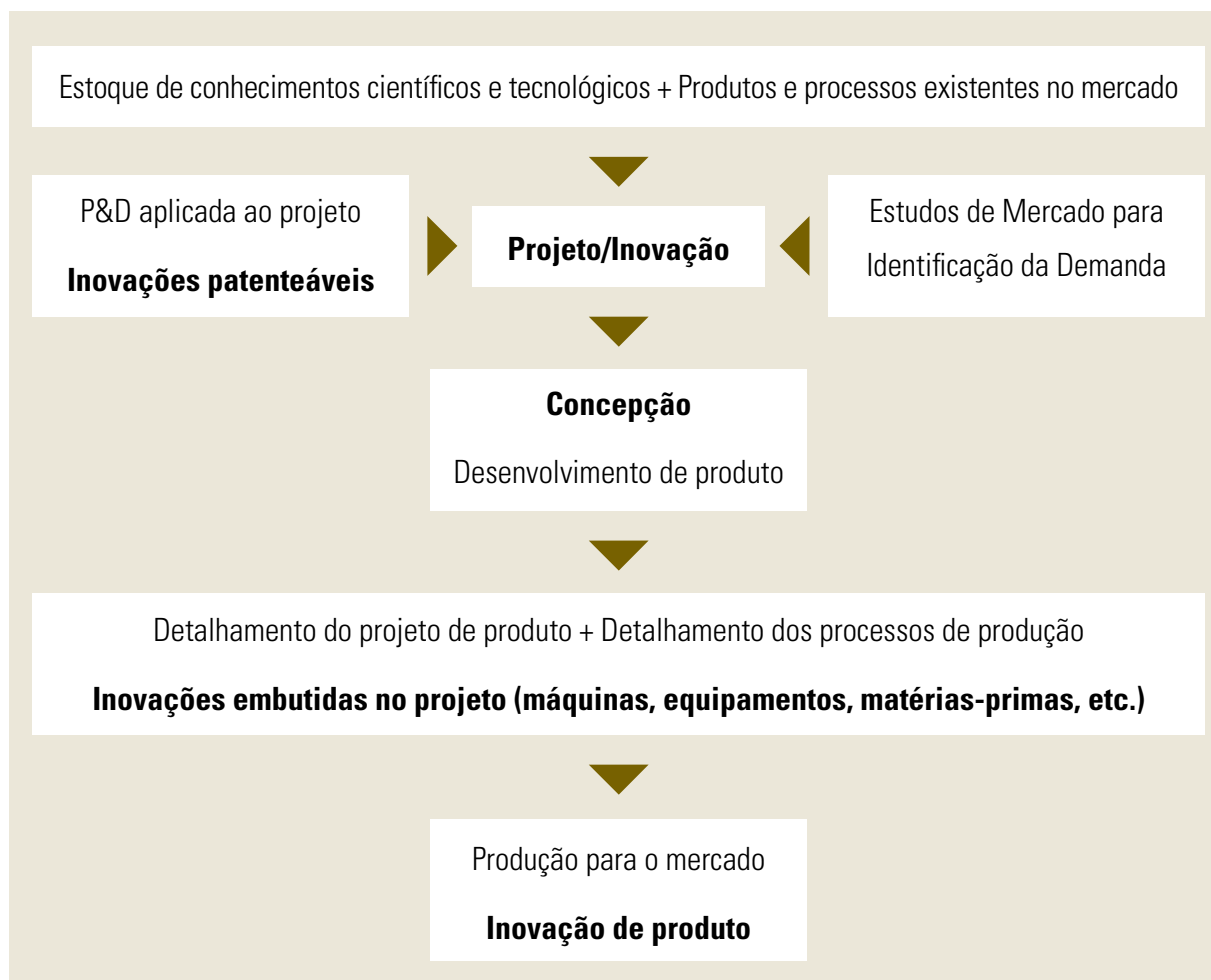
Esse esquema, que pressupõe que toda inovação depende de forma direta e exclusiva de pesquisas e desenvolvimentos (P&D) realizados na fronteira do conhecimento, vem norteando as iniciativas de elaboração de indicadores de inovação. Na verdade, essa é a linha teórica e analítica adotada pelo Manual de Oslo, que fornece as bases para a avaliação comparada do desenvolvimento científico e tecnológico dos países da OCDE desde os anos 80.

Porém, diversos autores vêm fazendo uma revisão crítica desse pressuposto por ele representar um modelo linear de desenvolvimento tecnológico industrial baseado em uma abordagem “*science push*”, ou seja, estimulada apenas pelo lado da oferta de conhecimentos científicos que promovem mudanças técnicas radicais.

Nesse sentido, Arundel (2006) afirma que P&D e patentes são excelentes indicadores do investimento das empresas no desenvolvimento direto de inovações (*in-house innovations*), mas que são insuficientes para capturar a inovação como um processo de difusão tecnológica. Segundo o autor, o desenvolvimento e distribuição das bases de conhecimento, que são um traço essencial da economia do conhecimento, o crescimento contínuo da importância econômica do setor de serviços e muitas outras atividades inovadoras informais não são capturadas por este modelo.¹

Essas atividades inovadoras informais, segundo o autor, são realizadas por engenheiros ligados diretamente à produção industrial e não por cientistas em centros de pesquisa. São as chamadas por Perrin (2001) de inovações industriais – decorrentes de projetos industriais – e representam mudanças qualitativas e melhoramentos contínuos em produtos existentes, tais como: ar condicionado, telefone celular, aparelhos de vídeo, e posteriormente de DVD, transmissão automática e injeção eletrônica em automóveis. As etapas desse tipo de inovação podem ser representadas pelo esquema (Figura 2) a seguir:

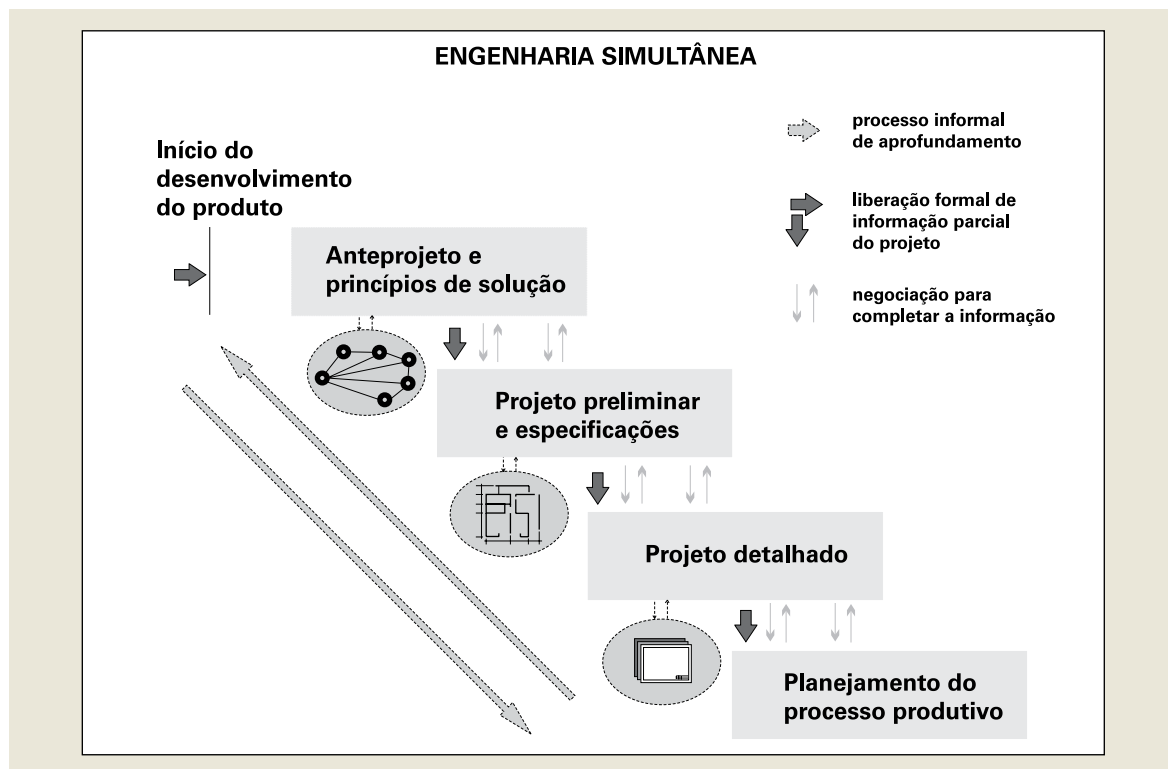
¹ No original: “R&D and patents are excellent indicators of firm investment in developing innovations in-house through creative activities, particularly in manufacturing, but they are insufficient for capturing innovation as a process of diffusion, the development of distributed knowledge bases that are essential feature of the knowledge economy, the continual increased in the economic importance of the service sectors, and many informal innovative activities.”

Figura 2 – Esquema interativo de geração de conhecimento e difusão de inovações

Fonte: Perrin (2001).

No esquema representado na Figura 2, os processos de inovação e de difusão acontecem de forma simultânea e complementar ao longo das atividades de um projeto ou re-projeto de um produto e é o que mais frequentemente se verifica nos setores do complexo metal-mecânico.

Esse esquema pode ser complementado pela abordagem da engenharia simultânea aplicada à atividade de projetar. Conforme mostrado na Figura 3, existe uma conexão permanente entre as diversas fases do desenvolvimento de um projeto via geração e troca de informações e conhecimentos ao longo de todo o projeto. O conceito de engenharia simultânea prevê a liberação de informação parcial para os setores a jusante do projeto, assim como a antecipação da manufaturabilidade do produto ainda na fase de projeto.

Figura 3 – Desenvolvimento de projeto de produto em engenharia simultânea

Fonte: Naveiro (2006).

Assim, pode-se dizer que o conceito de inovação visto como um fenômeno seqüencial e estanque dentro de uma lógica única e linear que parte do conhecimento científico e culmina na inovação, que chega à produção e ao mercado de forma quase automática (Figura 1), não é suficiente para analisar o fenômeno complexo da difusão de inovações em todos os setores industriais e países de diferentes padrões e níveis de desempenho econômico e tecnológico.

Ainda segundo Arundel (2006), esse enfoque não só é inadequado para alguns setores – especialmente os tidos como tecnologicamente maduros –, como também é insuficiente para avaliar o desempenho tecnológico inovador dos países menos desenvolvidos e dos diferentes setores industriais, uma vez que enfoca apenas parte da fonte de inovação que é a P&D.

O autor vai mais longe, dizendo que essa abordagem serve a políticas de C,T&I, que visam privilegiar o fomento às atividades de P&D, negligenciando a atividade de desenvolvimento tecnológico industrial – firma e informal

– como difusão de tecnologias e habilidades, prejudicando especialmente as pequenas e médias empresas que se encontram no centro desse universo. Em suas palavras:

“A política (tecnológica) focada em indicadores de P&D reflete a dominância de políticas de apoio à P&D. Não há medidas precisas do montante de financiamento para outros tipos de políticas de inovação, porém uma extensa base de informações sobre programas de inovação em cada país membro da EU está disponível on Trend Chart website. Uma sólida busca identificou 54 programas com foco na difusão de tecnologias ou de especialistas (habilidades técnicas), em especial em PME (ver em <http://trendchart.cordis.lu>). Isto certamente não cobre todos os programas de inovações não ligados a P&D, mas pelo menos captura um bom número de outros programas existentes. Informação sobre despesa realizada em Euros está disponível para cerca 85% desses 54 programas. Os programas foram divididos em dois grupos principais: Políticas que não envolvem P&D e políticas onde P&D pode, eventualmente, existir.”²

Dentro dessa mesma linha está o conceito de indicador adotado no Brasil pelo Centro de Gestão e de Estudos Estratégicos ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), para o qual indicadores são representações quantitativas de informações relacionadas aos objetivos que permitem monitorar a evolução e o estado das ações.

Considera-se assim que um indicador deve conter informações objetivas que possam ser verificadas por qualquer especialista no tema o qual se refere. Existem diversos tipos de indicadores: aqueles que quantificam e qualificam os inputs, outputs e processos (podem ser denominados indicadores de acompanhamento) e aqueles que se referem aos objetivos (podem ser denominados indicadores de efeito). Ambos os tipos são indicadores de desempenho.

Nesse sentido, as patentes como indicador de inovação são baseadas no pressuposto de que a introdução de novas tecnologias na produção – inovação

² No original: “The policy focus on R&D indicators reflects the dominance of policies to support R&D. There are no accurate measures of the amount of funding for other types of innovation policies, but an extensive database of innovation programs in each of the EU member states is available on the Trend Chart website. A thorough search identified 54 programs with a focus on the diffusion of technology or skills, particularly to small and medium sized firms (SMEs). - see [Http:// trendchart.cordis.lu](http://trendchart.cordis.lu). This is unlikely to cover all non-R&D innovation programs, but it should capture the range of programs on offer. Annual expenditure in Euros was available for 85% of the 54 programs. The programs were divided into two main groups: policies, which did not involve R&D and policies where R&D could (although not necessarily) be involved.”

tecnológica – é resultado de P&D intramuros ou extramuros da empresa e estará refletida no aumento dos depósitos de patentes (www.cgee.org.br).

Segundo essa visão, a principal característica dos setores tecnologicamente maduros é exatamente uma menor intensidade das atividades de pesquisa e de patenteamento. Contudo, com frequência a origem de produtos e processo inovadores nesses setores não está diretamente relacionada à P&D realizada dentro ou fora das empresas, mas são inovações que vêm embutidas em máquinas e equipamentos, consultorias técnicas – como no caso das certificações de qualidade e ambiental; de softwares e informações técnicas adquiridas; de revistas técnicas, manuais, etc.

Esse estudo vai verificar em que medida o conceito de tecnologicamente maduro se aplica ao complexo metal-mecânico brasileiro. E, de acordo com o perfil tecnológico encontrado, vai buscar identificar indicadores de desempenho que melhor reflitam o processo de difusão de novas tecnologias tal como ele se dá nesse complexo, e que possam assim servir para a avaliação e acompanhamento de sua dinâmica tecnológica.

Na verdade, não se dispõe até hoje, mesmo em nível internacional, de bons indicadores de difusão de inovação. Nesse sentido, o presente trabalho irá contribuir para ultrapassar os limites do referencial teórico neo-schumpeteriano das análises do processo de inovação, buscando mostrar que, ao menos no caso brasileiro, o complexo metal-mecânico apresenta um perfil tecnológico inovador, dinâmico e altamente competitivo, tanto em âmbito nacional como internacional.

Essa nova visão é resultante de uma abordagem integrada dos processos de inovação e de difusão doravante designado *Inovação-Difusão*, caracterizado pelo acelerado ritmo de inovações informais, inovações industriais ou revitalizadoras que os segmentos mais importantes do complexo metal-mecânico vêm apresentando. Sob essa mesma ótica serão analisados os principais indicadores de desempenho econômico e tecnológico destes segmentos, de modo a formar um conjunto de indicadores coerentes que representem o fenômeno da difusão de inovações no complexo.

1.1 O complexo metal-mecânico: definições e abrangência

O escopo do trabalho está limitado ao complexo metal-mecânico. Para o IBGE, o complexo metal-mecânico é o maior e o mais importante da indústria de transformação no Brasil. Seus indicadores de desempenho mensal (PIM-PF e DG – pesquisa industrial mensal da produção física e de dados gerais) são considerados indicadores antecedentes da evolução anual da indústria (PIA – Pesquisa Industrial Anual) e do comportamento do PIB industrial.

A sua grande importância é devido à abrangência e à representatividade de seus segmentos, que inclui 9 setores industriais e 166 grupos de produtos, que vão desde a metalurgia, passando pela produção de materiais e peças metálicas, pela fabricação de bens de capital (máquinas, equipamentos, motores e caminhões) e de bens de consumo durável (telefones, televisões, automóveis, barcos, motos, etc.), até a fabricação de outros equipamentos de transporte (que inclui a produção de aeronaves) e a construção e reparação de embarcações.

O complexo pode ser visto ainda do ponto de vista dos processos tecnológicos que utiliza, o que permite, assim, focalizar melhor sua evolução tecnológica e a dinâmica dos processos de Inovação-Difusão. As informações sobre atividades inovadoras para todos os segmentos da indústria foram reunidas a partir de 2000 pelo IBGE na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), que segue classificação setorial da CNAE, na qual o complexo metal-mecânico aqui considerado envolve desde os segmentos 275 (Fundição e produtos de metal), do setor 27, e 283 (Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e tratamento de metais), do setor 28, até a totalidade dos setores 29, 30, 31, 32, 33, 34 e 35, conforme listados a seguir.

— **Processos Metalúrgicos: (Fundição, Usinagem, Forjamento, Conformação, Sinterização)**

— **27. Metalurgia Básica**

275 Fundição e Produtos de Metal

28. Fabricação de Produtos de Metal

283 Forjaria, Estamparia, Metalurgia do Pó e Tratamento de Metais

Processos de Montagem: (Montagem, fabricação e reparação)

29. Fabricação de Máquinas e Equipamentos

291 Motores, Bombas, Compressores e Equipamentos de Transmissão

292 Máquinas e Equipamentos de Uso Geral

293 Tratores, Máquinas e Equipamentos para Agricultura, Avicultura

294 Máquinas-Ferramenta

295 Máquinas e Equipamentos para Indústria Mineral e da Construção Civil

296 Outras Máquinas e Equipamentos de Uso Específico

297 Armas, Munições e Equipamentos Militares

298 Eletrodomésticos

30. Fabricação de Máquinas para Escritório e Equipamentos de Informática

301 Máquinas para Escritório e Equipamentos de Informática

302 Máquinas e Equipamentos de Sistemas Eletrônicos

— **31. Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos**

311 Geradores, Transformadores e Motores Elétricos

312 Equipamentos para Distribuição e Controle de Energia Elétrica

313 Fios e Cabos Condutores Elétricos Isolados

314 Pilhas, Baterias e Acumuladores Elétricos

315 Lâmpadas e Equipamentos de Iluminação

316 Material Elétrico para Veículos Exceto Baterias

319 Outros Equipamentos e Aparelhos Elétricos

— **32. Fabricação de Material Eletrônico, Telefonia, Radiofonia e Televisão**

321 Material Eletrônico Básico

322 Telefonia, Radiofonia e Transmissores de Televisão e Rádio

323 Aparelhos Receptores de Rádio e Televisão e de Reprodução, Gravação ou Amplificação de Som e Vídeo

— **33. Fabricação de Equipamentos de Instrumentação Médico-Hospitalar Instrumentos de Precisão e Ópticos, Equipamentos para Automação Industrial, Cronômetros e Relógios**

- 331 Aparelhos e Instrumentos para usos Médico-Hospitalares, Odontológicos e de Laboratórios e Aparelhos Ortopédicos
- 332 Aparelhos e Instrumentos de Medida, Teste e Controle – Exceto Equipamentos para Controle de Processos Industriais
- 333 Máquinas, Aparelhos e Equipamentos de Sistemas Eletrônicos Dedicados a Automação Industrial e Controle do Processo Produtivo
- 334 Aparelhos, Instrumentos e Materiais Ópticos, Fotográficos e Cinematográficos
- 335 Cronômetros e Relógios

34. Fabricação e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias

- 341 Automóveis, Camionetas e Utilitários
- 342 Ônibus e Caminhões
- 343 Cabines, Carrocerias e Reboques
- 344 Peças e Acessórios para Veículos Automotores
- 345 Recondicionamento ou Recuperação de Motores para Veículos

35. Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte

351	Construção e Reparação de Embarcações
352	Construção, Montagem e Reparação de Veículos Ferroviários
353	Construção, Montagem e Reparação de Aeronaves
359	Outros Equipamentos de Transportes (motocicletas, triciclos, bicicletas...)

Esses segmentos, para efeito de análise dos indicadores do complexo metal-mecânico, podem ser divididos em dois grandes grupos, de acordo com os processos de produção. O primeiro é formado pelos processos metalúrgicos mais diretamente ligados à indústria mecânica, como fundição, usinagem, forjamento, estampagem e sinterização, também chamada metalurgia do pó. O segundo constitui-se no maior núcleo do complexo e de maior peso da indústria de transformação, envolvendo diversos processos de montagem de máquinas e equipamentos industriais, eletrodomésticos, automóveis e aviões.

Essa classificação é utilizada pelo IBGE para todas as estatísticas e indicadores industriais, embora em níveis de agregação que variam de acordo com o tipo (painel intencional PIM-PF ou amostra probabilística PIA e PINTEC) e tamanho da amostra (sigilo estatístico para não identificação da empresa informante). Por esse motivo, por exemplo, a PINTEC não divulga informações detalhadas por subsetor único ou produto único do setor fabricação de outros equipamentos de transporte, como é o exemplo das aeronaves produzidas pela EMBRAER.

Desse modo, vamos apresentar os indicadores da PINTEC para o complexo metal-mecânico detalhado no nível dos dois dígitos da CNAE, totalizando 9 setores. Estes setores serão também agregados para efeito de análise e aplicação dos indicadores selecionados segundo grupos de setores como: Fundição (fundição e fabricação de produtos de metal), Máquinas e Equipamentos (para uso geral e específico como escritório e informática, aparelhos e materiais elétricos, eletrônicos, e de telefonia, radiofonia e televisão, e equipamentos de instrumentação médico-hospitalar, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios),

Veículos e autopeças (veículos automotores, reboques e carrocerias e outros equipamentos de transportes).

Na Série Relatórios Metodológicos Volume 30 do IBGE, o Anexo 2, que exemplifica os conceitos de inovação de produto e processo considerados na aplicação dos questionários nas empresas, agrupa e descreve os principais segmentos segundo a natureza dos processos de produção em:

1. Indústrias extrativas;
2. Indústrias de alimentação, bebidas e fumo;
3. Indústrias de processo tradicionais: produtos têxteis, celulose e papel, edição e impressão;
4. Indústrias tradicionais: artigos de vestuário, couro, calçados, madeira, embalagens e móveis;
5. Indústrias química, de petróleo, álcool, borracha e plástico;
6. Indústrias de base metalúrgica: produtos de minerais não-metálicos, metalurgia básica – fundição e produtos de metal – e reciclagem (CNAEs 27, 275 e 37);
7. Indústrias de base mecânica: produtos de metal – forjados, estampados e sinterizados –, máquinas e equipamentos; automóveis e caminhões; autopeças; embarcações; aeronaves (CNAEs 28, 29, 34, 35);
8. Indústrias de base eletroeletrônica: máquinas e equipamentos de informática, máquinas, aparelhos e materiais elétricos; material eletrônico e aparelhos e equipamentos de comunicação (TV e telefonia); equipamentos de instrumentação médico-hospitalar, equipamentos de precisão e ópticos, equipamentos de automação industrial, cronômetros e relógios (CNAEs: 30, 31, 32, 33).

O complexo metal-mecânico aqui considerado reúne: a montante, a parte

da metalurgia básica mais próxima das indústrias de base mecânica, ou seja, a fundição e produtos de metal, e a jusante, o grupo das indústrias de máquinas e equipamentos de base eletroeletrônica.

1.2 Tecnologias e processos de fabricação do complexo metal-mecânico

Listamos a seguir as tecnologias de produção que apresentam a maior difusão no complexo metal-mecânico, o que significa basicamente falar de tecnologias de processamento de metais e de plásticos de engenharia.

Não foram incluídas neste trabalho tecnologias para processamento de materiais cerâmicos e materiais compósitos em virtude da sua baixa difusão no setor como um todo, o que não impede de se preparar um texto específico para essas tecnologias caso se considere necessário. Os materiais compósitos se justificam, por exemplo, para escolas do SENAI que atendem ao setor aeronáutico.

Em cada item (usinagem, conformação, fundição, etc.) estão listadas as tecnologias que podem ser encontradas tanto em grandes quanto em pequenas empresas.

Convém ressaltar a presença da tecnologia da informação em todos os processos aqui descritos. A usinagem, a fundição e o processamento de plásticos, para citar como exemplos, dispõem de programas de auxílio ao projeto de peças usinadas, fundidas e injetadas que permitem um excelente aprendizado do processo sem propriamente se realizar a produção física do item.

As tecnologias abaixo representam uma primeira leitura do tema a ser discutido oportunamente pelo Grupo Executivo do projeto.

Usinagem convencional

Compreende os processos de torneamento, fresamento, aplainamento, furação e retificação. Os processos convencionais de usinagem são encontrados

nas pequenas empresas, em oficinas de manutenção, assim como nas grandes empresas de produtos não seriados. Além dos processos mais comuns de usinagem por arrancamento de material, existem processos de usinagem química e eletroquímica muito utilizados pela indústria de matrizes e estampos de injeção de plásticos. No VI Inventário de máquinas-ferramenta feito pela *Revista Máquinas e Metais*, o setor de usinagem convencional representou 67% do universo das máquinas-ferramenta existentes.

Principais equipamentos:

- Torno horizontal, torno vertical e tornos especiais
- Fresadora horizontal, fresadora vertical
- Mandriladoras e geradora de engrenagens
- Brochadeiras
- Torno limador horizontal, torno limador vertical, plaina de arraste
- Máquinas de eletroerosão

Usinagem a controle numérico

Compreende basicamente os mesmos processos da usinagem convencional, porém as máquinas não acompanham o nome do processo como na convencional. O advento da tecnologia do controle numérico (ou comando numérico) provocou e, ao mesmo tempo, viabilizou a concepção de equipamentos que executam mais de um processo de usinagem. Dessa forma, surgiu o centro de usinagem, um equipamento que pode executar operações de fresamento, furação, aplainamento e torneamento, bastando para isso trocar a ferramenta e executar o programa adequado.

Os processos de usinagem a controle numérico estão intimamente ligados a sistemas CAD/CAM, que são sistemas informatizados que integram o projeto e o processo produtivo da peça, sendo, portanto, comum encontrar a utilização destes nas empresas.

Principais equipamentos:

- Tornos a comando numérico
- Fresadoras a comando numérico
- Centros de usinagem
- Equipamentos programáveis de transporte e transferência de peças
- Equipamentos de medição
- CAD/CAM

Fundição

Os processos de fundição são classificados de acordo com o tipo ou material do molde. O molde pode ser de areia e destruído a cada peça fundida, ou então pode ser metálico, sendo reutilizado muitas vezes antes de ser abandonado.

Os processos de fundição envolvem a preparação do modelo (normalmente em madeira), a preparação do molde propriamente dito, a fusão do metal, a desmoldagem, o corte dos canais, a rebarbação e a limpeza. A fabricação dos modelos envolve equipamentos de marcenaria convencionais, enquanto que os demais processos estão associados a equipamentos específicos para a fundição.

Principais processos:

- Fundição em areia
- Fundição em casca
- Fundição de precisão
- Fundição em molde permanente
- Fundição em coquilha

Principais equipamentos:

- Fornos cubilot, a arco elétrico ou a indução
- Compactadores e misturadores de areia
- Equipamentos de movimentação de cargas
- Painéis para transporte de metal líquido
- Esmerilhadeiras e maçaricos
- Máquina para fundição em coquilha

Conformação mecânica

O processo de conformação mecânica consiste na obtenção de uma determinada peça pela deformação permanente imposta ao material. Compreende desde processos que envolvem um alto grau de deformação, isto é, processos onde ocorre uma variação enorme das dimensões e da forma geométrica até processos onde ocorre uma pequena deformação do material, apenas para se obter uma forma geométrica desejada.

Os processos que envolvem grandes deformações são feitos a quente, enquanto os processos que envolvem pequenas quantidades de deformação em regra geral são feitos a frio. O conceito de “a quente” e “a frio” está relacionado com a temperatura de recristalização do material, e não com a temperatura ambiente como se poderia pensar.

Normalmente, os processos a frio são os processos de conformação de chapas metálicas que envolvem dobramento, embutimento, estampagem, repuxamento e corte. Os principais processos a quente são os de laminação, forjamento, extrusão e trefilação.

Os processos de laminação são encontrados em usinas siderúrgicas, enquanto os processos de extrusão e trefilação, nas empresas metalúrgicas fabricantes de componentes semi-acabados. Os processos de forjamento podem ser encontrados em indústrias do ramo metal-mecânico, porém não são comuns.

Os equipamentos envolvidos nos processos de conformação a quente são muito variados. Os de laminação, trefilação são específicos para esses processos. Os equipamentos para forjamento e extrusão são as prensas e os martelos de forjar, acompanhados de uma matriz de forjamento ou de uma matriz para extrusão.

A trefilação, o forjamento e a extrusão envolvem o fabrico de matrizes para conformação do material na forma desejada. A laminação envolve o uso de cilindros de laminação dos mais variados diâmetros e perfis, conforme o uso.

Os equipamentos envolvidos nos processos de conformação de chapas são as tesouras (ou guilhotinas), as prensas viradeiras (para dobramento), as prensas mecânicas ou hidráulicas para as operações de estampagem, e os tornos para repuxamento. Os processos de corte, dobramento e estampagem (embutimento) envolvem a fabricação de um ferramental individualizado – as matrizes ou estampos – específico para cada uma das peças a ser fabricada.

As matrizarias, empresas que fazem estampos e matrizes para o setor de processamento de metais e processamento de plásticos, utilizam-se de modernos equipamentos de usinagem para esse fim.

Metalurgia do pó

O processo denominado genericamente de metalurgia do pó utiliza pós metálicos para a fabricação de peças por compactação seguido de sinterização. Sendo também conhecido como sinterização, as peças fabricadas por ele são conhecidas como peças sinterizadas.

Os equipamentos envolvidos nesse processo são as prensas mecânicas ou hidráulicas utilizadas para a compactação do pó, associadas a fornos de aquecimento para promover a sinterização do compactado. Em alguns casos as peças podem ser prensadas após a sinterização para ajuste dimensional e eliminação de porosidade.

Soldagem

Os processos de soldagem são utilizados para promover a união (permanente ou semipermanente) entre duas peças. O processo de união semipermanente é denominado de brasagem, e consiste em “soldar” as duas peças com um metal de adição de temperatura de fusão inferior à das peças.

Os processos de soldagem que envolvem união permanente das peças são aqueles em que o metal de adição tem a mesma composição que a das peças, compreendendo em termos gerais a soldagem elétrica e a soldagem oxiacetilênica.

Os principais processos de soldagem elétrica são: soldagem por eletrodo revestido, solda por resistência, soldagem por plasma, soldagem com eletrodo submerso, soldagem por feixe de elétrons.

Os principais equipamentos envolvidos em soldagem são as máquinas de solda (retificadores) e os maçaricos para solda oxiacetilênica. A soldagem por resistência, a soldagem por plasma e a soldagem por feixe de elétrons envolvem equipamentos especiais.

Apesar de bastante conhecidas, a soldagem por plasma e a soldagem

por feixe de elétrons são pouco difundidas. Estas são utilizadas apenas nos casos em que as especificações de qualidade assim o determinem.

Processos de acabamento

Os principais processos de acabamento são a pintura, a galvanoplastia, que consiste na deposição eletroquímica de um metal passivo sobre a superfície das ligas ferrosas (zinco, cromo, estanho, etc.) e o recobrimento orgânico ou cerâmico dos metais.

Principais processos:

- Limpeza mecânica ou química (decapagem)
- Tratamento térmico
- Oxidação, galvanização, fosfatização, cromagem
- Recobrimento metálico (metalização)
- Recobrimento cerâmico
- Recobrimento polimérico
- Recobrimento orgânico
- Pintura

Processamento dos plásticos

O processamento dos plásticos envolve os processos de injeção, extrusão,

sopro e termoformagem, entre outros menos difundidos. Não estão sendo aqui considerados os processos de obtenção de termoplásticos e termofixos, uma vez que o granulado de plástico é a matéria-prima para o processamento.

Os processos de injeção e sopro são muito utilizados. Os processos de injeção são mais usados para peças densas, como os componentes automotivos, por exemplo, enquanto o sopro é mais usado em peças ocas, tais como os frascos e garrafas. A termoformagem é muito utilizada na fabricação de embalagens em geral.

Os equipamentos usados no processamento dos plásticos são específicos para plásticos, tais como a máquina de sopro, a injetora de plásticos, a termoformadora e a extrusora.

Todos os processos envolvem, no entanto, o uso de matrizes e estampos para a obtenção da peça desejada.

1.3 Metodologia geral do trabalho

Para melhor atingir os objetivos de caracterizar tecnologicamente o complexo metal-mecânico e de avaliar seu dinamismo através de indicadores de difusão de inovações, o presente estudo foi dividido em quatro etapas:

- Caracterização do complexo através da análise do seu desempenho econômico e tecnológico com avaliação dos processos produtivos em uso e em perspectiva: evolução recente e tendências.
- Identificação do perfil tecnológico, padrão de inovação e da dinâmica do processo de difusão tecnológica.
- Panorama da inovação em setores-chave do complexo (fundição e veículos & autopeças) e levantamento das fontes de informação estatísticas.
- Proposta de indicadores de difusão de inovação tecnológica baseada no levantamento realizado na fase anterior e na análise das informações

estatísticas disponíveis ou possíveis de serem obtidas junto às empresas e associações ligadas ao complexo.

As etapas da metodologia de análise e tratamento das informações para elaboração de indicadores de inovação-difusão do complexo metal-mecânico brasileiro são:

1. Resenha da literatura especializada nacional e internacional sobre indicadores de ciência, tecnologia e inovação, desde as proposições do Manual de Oslo até os indicadores da OCDE identificando:

- Principais indicadores disponíveis
- Vantagens e problemas desses indicadores
- Debate crítico sobre o Manual de Oslo: conceitos e indicadores
- Contribuições de autores nacionais e internacionais ao debate: (Tigre, Lastres, Ferraz, Hansenclever, Medina, Naveiro, Smith, Freeman, Arundel, Salazar e Holbrook)

2. Análise e seleção das estatísticas nacionais de inovação e P&D:

- Identificação das principais fontes de informação: IBGE (PIM, PIA e PINTEC), INPI (patentes), ANPEI e associações setoriais do complexo como: ABIMAQ, ABIFA, ABM, etc.
- Seleção de informações e indicadores relevantes
- Elaboração de indicadores complementares
- Recomendações para a construção de novos indicadores com base estudos setoriais junto a empresas ou associações e sua inclusão nas próximas edições da PINTEC do IBGE

2 Caracterização do complexo e sua dinâmica de inovação

2.1 Principais setores do complexo metal-mecânico

Os principais setores da indústria brasileira, tanto em termos de produção como de exportação, encontram-se no complexo metal-mecânico. Na subdivisão adotada pelos indicadores da produção industrial mensal do IBGE (PIM-PF) por atividade e categoria de uso, os produtos de maior volume de produção desse complexo pertencem às categorias bens de capital e bens de consumo durável. Em bens de capital o segmento de máquinas e equipamentos é o de maior peso, representando 27% entre os 7 segmentos da categoria. Já o segmento de veículos automotores representa 48% da categoria de bens de consumo durável e ainda ocupa a segunda posição em bens de capital (21%). Os bens de capital (máquinas e equipamentos, inclusive equipamentos de transportes) tiveram o crescimento mais expressivo dos últimos 12 meses, desde maio de 2006, com uma expansão do volume de produção de 9,7%, como mostra a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Indicadores da produção industrial, por categoria de uso no Brasil (maio de 2007)

Categorias de Uso	Varição Acumulada (%) em 12 meses (2006/2007)
Bens de capital	9,7
Bens Intermediários	2,8
Bens de Consumo	2,6
• Duráveis	3,3
• Semiduráveis e não duráveis	2,5
Total da Industrial Geral	3,3

Fonte: IBGE PIM-PF – Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física.

O bom desempenho dos bens de capital é não apenas um sinal de dinamismo do complexo metal-mecânico, mas também, e principalmente, um indicador antecedente de crescimento dos demais segmentos da indústria. O complexo metal-mecânico, na verdade, constitui a base da produção industrial, com impacto econômico e tecnológico em todos os demais segmentos da atividade econômica.

Vale destacar ainda que as maiores taxas de crescimento da produção nos últimos 12 meses foram verificadas exatamente nos segmentos mais representativos do complexo: o de máquinas e equipamentos e o de automóveis e autopeças. Na categoria de bens de consumo durável, os segmentos de automóveis, motocicletas e eletrodomésticos da linha branca também tiveram crescimento sustentado durante todo o ano bem acima da média da indústria.

Outro indicador de desempenho econômico que pode ser utilizado na caracterização do complexo é o índice especial de **Intensidade Exportadora do IBGE**, concebido com o objetivo de oferecer mais um instrumento para a análise do desempenho e do perfil da indústria nacional. “Esse índice agrega os produtos integrantes da Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física, segundo três categorias de intensidade exportadora-alta, média-alta e média –, utilizando uma tipologia definida a partir de um coeficiente de exportação (relação entre o valor das exportações e a receita das empresas industriais), obtida a partir da Pesquisa Industrial Anual – Empresa de 2004.”³

Observa-se pelo Quadro 1 que os segmentos exportadores do complexo estão nos extratos superiores de alta e de média-alta intensidade exportados, indicando que seus produtos são competitivos no mercado internacional.

Quadro 1 – Produção física por intensidade exportadora para os setores do complexo metal-mecânico

Setor	Categoria
Máquinas e equipamentos para a indústria mineral e construção	Alta
Automóveis, caminhonetes e utilitários	Alta
Ônibus e caminhões	Alta
Outros equipamentos de transporte, construção e reparação de embarcações	Alta
Construção, montagem e reparação de aeronaves	Alta
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	Média-alta
Tratores, máquinas e equipamentos para agricultura, avicultura...	Média-alta
Máquinas-ferramenta	Média-alta

Fonte: IBGE PIM-PF – Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física.

³ Informações do site <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfintensidade/default.shtm>.

Considerando-se que o grau de inovação é um importante fator de competitividade internacional, pode-se inferir que esses segmentos apresentam um bom nível de atualização tecnológica. Isso pode ser confirmado também pelo indicador clássico de intensidade tecnológica, medido pelo pelos gastos em P&D sobre receita líquida das empresas. Tigre (2006) compara esse indicador no Brasil e nos países da OCDE, encontrando grande vantagem para o Brasil nos setores de refino de petróleo (0,9% contra 0,5% dos países da OCDE), mas registrando acentuada fragilidade do setor farmacêutico, o mais dinâmico nos países desenvolvidos, com um índice de 10% na média dos países da OCDE e apenas 0,9% no Brasil. Tigre registra como obstáculos ao melhor desempenho desse indicador no Brasil: a fragilidade das empresas locais em um mercado dominado em 80% por multinacionais e os altos custos e riscos das atividades de P&D neste segmento.

Coerentemente com a intensidade exportadora, o complexo metal-mecânico, segundo o indicador de intensidade tecnológica adotado pela OCDE, está classificado na faixa média (entre 1% e 3%) e alta (acima de 5%), no caso da produção de aeronaves. A maioria dos segmentos do complexo no Brasil encontra-se no mesmo nível dos da OCDE e bem acima da média da indústria. As exceções ficam por conta dos produtos de metal, que se encontram ligeiramente abaixo da média nacional, e da informática e eletrônica, que estão bem abaixo da média da OCDE, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Participação dos gastos em P&D sobre a receita líquida das empresas do total da indústria e do complexo metal-mecânico

Setores	Brasil	Países da OCDE
TOTAL	0,6	1,8
Produtos de metal	0,4	0,5
Máquinas e equipamentos	1,2	2,0
Informática	1,3	4,3
Materiais elétricos	1,8	2,2
Eletrônico e comunicações	1,7	7,6
Veículos automotores	1,0	2,2
Aeronaves	8,0	8,0

Fonte: Adaptada de Tigre (2006), p.122, dados IBGE (PIA 2004) e OCDE (2004).

Contudo, para uma caracterização mais precisa do perfil tecnológico e da dinâmica da inovação do complexo, é necessário não só analisar os demais indicadores disponíveis, avaliando sua adequação vis-à-vis nosso conhecimento como especialistas, mas também propor a construção de novos indicadores ou a realização de “surveys” complementares.

2.2 O perfil tecnológico e os padrões de inovação

A inovação, conforme definida no Manual de Oslo, é internacionalmente medida pelo esforço realizado em P&D pelas empresas. O IBGE incluiu essa variável pela primeira vez no Censo Industrial de 1985 e passou a levá-la regularmente na Pesquisa Anual da Indústria (PIA) a partir do ano 2000. A Pesquisa Nacional de Inovação Tecnológica (PINTEC), iniciada também no ano 2000, mediu pela primeira vez e de forma bastante abrangente o esforço inovador das empresas industriais baseadas na mesma amostragem realizada para a PIA, o que possibilita ao usuário comparar as informações das duas pesquisas e elaborar indicadores cruzados entre elas, como será mostrado em detalhe mais adiante.

Complementarmente às estatísticas industriais, a Pesquisa Anual de Serviços – Produtos e Serviços – PAS do IBGE também auxilia na avaliação da evolução e na caracterização do perfil tecnológico da indústria brasileira. Assim, os últimos resultados da PAS 2004-2005 mostram que o maior destaque foi o segmento **Serviços de engenharia e arquitetura**, com um crescimento de 32,6% da receita operacional no período.

Neste segmento, os Serviços de engenharia representam 74% do total, com as seguintes atividades: elaboração e acompanhamento de projetos industriais, projetos de água, gás, energia elétrica, telecomunicações, e gestão de resíduos; serviços de obras de engenharia, serviços de consultoria em engenharia (inspeção técnica, auditoria, perícia, etc). Seguem-se os **Serviços de auxiliares e de apoio à engenharia** com 13,1% de participação e os **Serviços de Arquitetura** com apenas 3,3%. Nota-se que o universo pesquisado contempla apenas empresas com mais de 20 pessoas empregadas, o que pode ser um critério restritivo à participação dos escritórios de arquitetura na pesquisa.

Três atividades do segmento Serviços de engenharia podem se constituir em indicadores de difusão de inovações na indústria em geral: os projetos industriais, os projetos de gestão de resíduos e os serviços de consultoria. Contudo, seu cálculo para o complexo metal-mecânico está fora do âmbito desta pesquisa do IBGE, mas pode ser objeto de uma survey específica, ou de inclusão na PINTEC do segmento Serviços de engenharia.

A PAS permite, assim, captar algumas variáveis relacionadas à inovação complementares à PIA e à PINTEC, porém sem o necessário detalhamento sobre dois fatores de inovação que estão em alguma medida imbricados: energia e meio ambiente. Há todo um grupo de variáveis a serem pesquisadas. Estas estão ligadas às chamadas tecnologias limpas, que podem se constituir em inovações ambientais, tais como: reciclagem, qualidade ambiental dos processos de produção, tratamento de resíduos, energias alternativas, co-geração de energia, tecnologias e processos de menor consumo energético.

O processo de inovação-difusão acontece de fato de forma conjugada, e assiste-se, hoje, a um efeito cascata das legislações e normas ambientais em prol da aceleração e amplificação desse processo. Devido à busca por certificações de qualidade (ISO 9000) e posteriormente por certificações ambientais (ISO 14000), as grandes empresas passaram a buscar certificar pequenas e médias empresas que de alguma forma participam de sua cadeia produtiva ou prestam serviços industriais, como tratamento ou destinação final de resíduos e rejeitos, reciclagem, etc.

Os desenvolvimentos recentes de novos materiais, de novas formas de energia, de novos processos de reciclagem e de tecnologias limpas têm ultrapassado os padrões clássicos de inovação. Conjugam-se, no caso do complexo metal-mecânico, inovações tecnológicas com inovações industriais, aquelas geradas dentro das fábricas por engenheiros e técnicos de produção.

Em termos gerais, o padrão da evolução tecnológica do complexo metal-mecânico pode ser caracterizado por um processo interativo de inovação-difusão tanto para avanços dentro de uma mesma trajetória – ritmo – como para mudanças de trajetória-direção. Essa interação é marcada de um lado pela complementaridade das inovações que ocorrem em cascata ou transversalmente.

“Em cascata”, refere-se a quando são traduzidas em exigências de novas inovações ao longo da cadeia produtiva de cada setor (fornecedores de matérias-primas, componentes, prestadores de serviços industriais, etc.). Já “transversais”, a quando exigem mudanças organizacionais, estratégicas, novas capacitações ou novo *layout* da fábrica ou da linha de montagem dos produtos.

De outro lado, essa interação se caracteriza também pela sincronia que se deve manter com a evolução do produto e as mudanças do perfil dos mercados consumidores. Ou seja, diante da complexidade crescente dos produtos e da multiplicidade de funções e serviços que eles vêm incorporando, o mercado vai exigir das empresas uma atenção para a aptidão do mercado local ou mundial de absorver as novidades. É o chamado processo de *catching-up*, que vem evitar o descompasso entre inovação e difusão da tecnologia no mercado.

Nesse sentido, os materiais para uso automotivo são mais uma vez exemplares e confirmam a existência do processo integrado **Inovação-Difusão** fruto da reflexão teórica feita nesse trabalho. Esses avanços vêm sendo realizados, de forma paralela e simultânea, sob dois eixos principais: o do **aprimoramento contínuo** e o da **funcionalidade inovadora**. E complementarmente vêm sendo feitas atualizações permanentes de toda a rede de revendedores e serviços autorizados pelas montadoras, prazos de garantia estendidos, diagnósticos eletrônicos, fornecedores exclusivos. Torna-se cada vez mais difícil fazer manutenção de veículos com alto grau de eletrônica embarcada em oficinas mecânicas independentes.

- **Aprimoramento contínuo:** o aprimoramento ou inovação contínua acontece quando o material evolui sobre o mesmo eixo característica/funções. Exemplos desses aprimoramentos em cima do mesmo material estão nos pára-choques e nos painéis de bordo em polipropileno e que, inicialmente, eram pretos e desbotavam com a exposição ao sol com o passar do tempo. Com os primeiros desenvolvimentos, esse material adquiriu mais resistência ao calor e à luz, proporcionando às peças melhor aparência e maior durabilidade. Melhoramentos adicionais tornaram possível a pintura de peças em PP por um aumento ainda maior de sua resistência térmica.

- **Funcionalidade inovadora:** a funcionalidade inovadora ou inovação radical acontece quando o material adquire novas características para atender

a novas e/ou múltiplas funções. É o caso dos plásticos com transparência vítrea ou do pára-lamas de plástico, que é um plástico com condutibilidade elétrica e resistência térmica semelhantes às das do aço. São inovadores, pois são plásticos que se comportam como outros materiais, podendo, assim, desempenhar as mesmas funções de um vidro, no primeiro caso, ou de um metal, no segundo.

Na prática, contudo, é inegável que através desse caminho de evolução contínua chega-se a determinados pontos em que essas mudanças levam a outras de natureza mais radical, alterando a trajetória tecnológica anterior: são os chamados *turning points*. A eletrônica embarcada nos veículos a partir do início dos anos 90 e sua conjugação com as tecnologias de telecomunicações para sensoriamento remoto têm alterado profundamente as características das novas gerações de veículos.

A tendência de concepção integrada dos materiais automotivos como materiais funcionais vem sendo observada desde fins do século XX e só tende a se aprofundar neste século. Ela participa da miniaturização dos produtos, notadamente eletroeletrônicos, proporcionando a integração de diversas funções em uma mesma peça ou sistema e a redução do número de componentes, assim como dos materiais contidos no produto final.

Nesse sentido altera-se o processo de difusão de inovações da simples absorção de inovações geradas pelos setores ditos de ponta – informática, eletrônica ou telecomunicações – dentro de uma lógica *science-technology push*, pela demanda de inovações pelos setores utilizadores, tais como máquinas, equipamentos, autopeças, automóveis, etc. (*demand pull*).

O setor de fabricação de veículos passou de receptor a agente do processo de **Inovação-Difusão**, gerando demandas significativas de inovações em cascata a montante do complexo metal-mecânico, ou seja, a seus fornecedores de peças e materiais.

2.3 A dinâmica dos processos de inovação e de difusão tecnológica

O processo de difusão de inovações foi ainda por muito tempo tratado apenas no nível das relações de transferência de tecnologia entre setores, seguindo a lógica clássica. Segundo essa lógica, os setores de ponta são os geradores de inovações e os demais setores evoluem na esteira das mudanças radicais deflagradas pelos primeiros. E isto dentro de um ciclo de amadurecimento da tecnologia que a torna técnica e economicamente mais acessível aos setores menos exigentes e/ou menos aptos para absorver as inovações.

A dinâmica da inovação do complexo metal-mecânico situa-se hoje dentro de um modelo híbrido. Esse modelo conjuga as lógicas do modelo clássico de evolução linear entre a geração de conhecimentos (P&D) e as inovações (segmentos aeronáutico e eletrônico) com o modelo interativo, onde o projeto de produto (Figura 3) é o principal *locus* do processo de inovação e tem como motor não apenas a evolução de conhecimentos específicos e cumulativos (*learning by-doing*), como também mudanças provocadas por rupturas tecnológicas mais ou menos radicais.

A transversalidade das tecnologias de informação, da microeletrônica e das telecomunicações e ainda das chamadas inovações ambientais – tecnologias limpas, tratamentos de rejeitos e reciclagem, novos processos de tratamentos de superfície, novos revestimentos – é a responsável pela mudança da dinâmica de evolução tecnológica do complexo no sentido de um processo integrado **inovação-difusão**.

Esses dois motores da inovação funcionam de forma complementar e estão presentes em alguma medida, mesmo que não de forma sincronizada, nos diferentes segmentos do complexo. E isso através da difusão das inovações dentro de um esquema puxado pela demanda – *demand pull* – entre segmentos de uma mesma cadeia produtiva.

Em ambas as situações a dinâmica de inovação-difusão segue a lógica, o ritmo e o escopo das atividades de projeto, sejam elas realizadas dentro da empresa, em parcerias, adquiridas de outras empresas ou ainda contratadas sob a forma de consultoria.

Os programas de gestão da qualidade e do meio ambiente impulsionaram a partir dos anos 90 inúmeras inovações e mudanças tecnológicas nos diversos segmentos do complexo metal-mecânico. Estes, junto com a química e a petroquímica vêm desde os anos 80 sendo alvo de cobranças e sanções de todo tipo por danos ambientais.

Nesse sentido muitos processos pirometalúrgicos (produção de baterias) foram aprimorados ou substituídos por vias hidrometalúrgicas, substâncias tóxicas foram retiradas de autopeças (como amianto de freios e juntas) e processos de tratamento de superfície de acabamentos de peças metálicas foram desenvolvidos no sentido de minimizar os efluentes e rejeitos tóxicos, entre outros exemplos. Essas e outras mudanças foram realizadas a partir de projetos industriais inovadores para as empresas, para o mercado nacional e alguns para o mercado mundial.

2.3.1 O projeto industrial como difusor de inovações globais

A atividade de concepção passou ao longo desses últimos anos cada vez mais a incorporar conhecimentos científicos e a utilizar métodos científicos e modelagem matemática na resolução dos problemas que se apresentam ao longo do seu desenvolvimento. Em razão disso, a complexidade do processo de inovação aumentou e adquiriu uma forte dimensão organizacional. O desenvolvimento de produtos se utiliza de estruturas em rede, as quais requerem profissionais com habilidades de negociação e de integração de conhecimentos provenientes de diferentes culturas e especialidades.

O contexto em que ocorre a inovação também se tornou mais complexo, envolvendo de um lado um ambiente industrial globalizado no qual produtos são projetados simultaneamente em mais de um país, ou projetados em um país e fabricado em outro com mão-de-obra mais barata. E do outro lado uma quantidade enorme de atividades intensivas em conhecimento embutidas no artefato final.

As conseqüências da globalização sobre a manufatura ultrapassam a questão da realocação das unidades de manufatura para países com menores custos de mão-de-obra. A nova arena de competição neste início de século

XXI não se limita a fatores de desempenho da produção e dos produtos no mercado, pois está fortemente apoiada na eficiência global do processo de inovação. Os elos e as relações entre crescimento da empresa, conhecimento, inovação, concepção e pesquisa precisam ser bem gerenciados para um melhor desempenho empresarial.

A Lei nº 10.973 de dezembro de 2004 estabelece medidas de incentivo à inovação nas empresas, reconhecendo que o local adequado para uma série de inovações é a própria empresa dentro da sua rotina diária de procura por melhorias em processos e produtos. Esta lei representou um grande avanço ao admitir que as empresas cumpram um papel importante no processo de inovação e ao flexibilizar as regras que permitem a participação de instituições de ensino e pesquisa em projetos conjuntos com o setor privado. A nova lei viabilizou a abertura da infra-estrutura de P&D e dos recursos humanos de centros de pesquisa e universidades para as pequenas e médias empresas.

O manual “Séries Metodológicas” da PINTEC⁴ reconhece a complexidade do processo de inovação, adotando uma nova abordagem de análise que supera o enfoque tradicional centrado em gastos em P&D e quantidade de patentes obtidas. Os levantamentos atuais do IBGE levam em conta uma série de atividades informais relacionadas à resolução de problemas correntes das empresas as quais resultam em inovação local restrita à empresa. São atividades inovadoras informais, denominadas inovações industriais⁵, realizadas por engenheiros ligados diretamente à produção industrial, acarretando mudanças qualitativas e melhoramentos contínuos em produtos existentes.

A literatura sobre inovação também caminha nessa mesma direção. Isso porque a inovação está conjugada à atividade de concepção de novos produtos e serviços. A concepção direcionada à inovação⁶ define uma capacidade coletiva de recriação das fontes de valor da empresa (produtos, patentes, valores ambientais, etc.), assim como de fomentar novas competências (conhecimentos, procedimentos, etc.). A inovação se apóia diretamente nas atividades de concepção coletiva no seio das empresas; sua característica coletiva e interdis-

⁴ Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica, conduzida pelo IBGE. Recentemente foram publicados os resultados dos levantamentos realizados em 2005.

⁵ Denominação dada por Perrin em sua obra *Concevoir l'innovation industrielle* (obra citada).

⁶ Conceito explicado no texto de Hatchuel, Masson e Weil (obra citada). Conforme os autores, a “concepção inovante” é algo que afeta todas as áreas da empresa no seu esforço de inovar.

ciplinar assim como a sua complexidade são condicionantes-chave na tomada de decisão em uma equipe de projeto.

A atividade de projeto de produto é, portanto, o *locus* privilegiado da inovação, ou seja, onde acontece a junção de conhecimentos científicos e tecnológicos para o equacionamento de um problema técnico ou de uma demanda do mercado. A solução virá sob a forma de lançamento no mercado de um produto, processo ou serviço que será, em maior ou menor grau, inovador em relação à situação existente antes do projeto.

A presença crescente dos problemas de organização na introdução de novos produtos no mercado é um aspecto atual que deve ser estudado. A atividade de desenvolvimento de produtos passou a incluir no conceito do produto aspectos vinculados à sua comercialização ou a seu serviço. Os serviços conjugados à utilização dos produtos influenciam por um lado a constituição do produto e, por outro, criam novos negócios, induzidos pelas características presentes nos produtos. Na Europa, por exemplo, a eletrônica embarcada, os sistemas de comunicação de baixo custo embutidos nos computadores de bordo dos veículos e o GPS estão viabilizando a criação de um vínculo entre cliente e concessionária não existente anteriormente.

O exemplo da indústria automobilística tem sido recorrente pela importância e transparência que nela assume a dinâmica da difusão de inovações em curso. Esse setor hoje se reconstrói pela negação e destruição das bases de um modelo que foi, por mais de meio século, o motor de seu sucesso: a divisão do trabalho concebida por Taylor e intensificada por Ford. Assim, reduzir o tempo de concepção dos produtos e torná-los mais atrativos para os consumidores é questão de sobrevivência competitiva para as empresas e função básica da atividade de projeto.

O caminho dessa redução que vem se desenhando desde os anos 80 é o da quebra do seqüenciamento e da separação tradicional das etapas do projeto, pela introdução e difusão dos princípios da engenharia simultânea, desde a P&D até a industrialização final do produto.

A atividade de projeto industrial nesse quadro de transformações assume posição central desempenhando um papel de difusor de inovações tecnológicas e

organizacionais que nele integram as várias sinergias do sistema automotivo. As lógicas do projeto e da empresa se unificam, e a empresa inovadora passa a ser identificada como aquela que se organiza por projetos. Nesse ambiente, projetar cada vez mais rápido para oferecer novos produtos a um mercado dinâmico e ávido de novidades passa a ser fundamental para a sobrevivência competitiva da empresa.

O lançamento de novos produtos passa a ser um importante indicador do ritmo do processo de inovação e difusão que as montadoras repassam aos seus fornecedores e parceiros, que sincronizam suas atividades de inovação impelidos pela demanda (*demand pull*). Em nome da competitividade, o projeto precisou evoluir no sentido de uma maior integração e teve que abandonar sua concepção inicial baseada na especialização técnica segmentada, em que cada competência tinha sua contribuição e seu momento específico no conjunto.

Chega ao fim o isolamento geográfico e temporal entre especialistas das diversas fases do projeto. Unifica-se o trabalho de P&D, "design", cálculos, ensaios e testes de qualidade; escolha de materiais, estudo de suas propriedades nos produtos e suas funções no processo produtivo, o que leva a mudanças tecnológicas amplas e algumas vezes radicais e a novas concepções organizacionais em relação ao trabalho e à linha de montagem. Tudo isso passa a ser visto como parte de um conjunto de atividades articuladas com um objetivo único e comum: gerar, de forma inovadora, produtos diferenciados.

O projeto imprime, assim, a marca da inovação em todo o processo, desde a concepção até a montagem final do produto. Torna-se, desse modo, o centro difusor da lógica da inovação nos modelos de produção industrial do século XXI. Como bem caracteriza Veltz (1993), "no taylorismo do início do século a inovação (de produto ou processo) e a aprendizagem aconteciam de forma gradual, dentro de uma seqüência temporal e de estruturas organizacionais bem definidas. Eram consideradas como uma atividade à parte, um desvio, em relação à produção em série já estabelecida e que tendia à estabilidade, à regularidade e à reprodução de procedimentos técnicos e conhecimentos instituídos.

Era o domínio da separação entre o trabalho intelectual, de concepção de processos e produtos, e o trabalho manual de execução de rotinas preestabelecidas que, naquela época, era então o motor do regime de exploração

competitiva dos recursos produtivos. Ora, desde o final do século XX, essa separação rígida começou a comprometer os avanços dos setores e das tecnologias maduras que atingiram seus limites em termos de ganhos de produtividade, indispensáveis à manutenção da competitividade industrial”.

2.4 Principais processos e tendências tecnológicas

Os principais processos tecnológicos do complexo metal mecânico são aqueles que caracterizam os principais segmentos do complexo, ou seja, a fundição e produção de peças metálicas, a produção de máquinas e equipamentos e a montagem de veículos automotores e de autopeças. A seguir comenta-se brevemente a evolução tecnológica recente e as tendências no futuro próximo para dois desses segmentos.

Fundição⁷

Estudo concluído recentemente realizado pela Rede Metal-Mecânica em parceria com a Associação Brasileira de Fundição (ABIFA) mostrou que o setor de fundição no Brasil tende a ser inovador. Os dados extraídos do trabalho mostram que mais de 60% das empresas que o compõem realizam as atividades de inovação caracterizadas pela aquisição de máquinas e equipamentos e o treinamento para qualificação de pessoal. Desse número, 38% realizam atividades internas de P&D, enquanto 22% adquirem externamente esses serviços; 39% realizam atividades para introduzir inovações na comercialização de seus produtos e mais de 50% executam outras atividades voltadas para a inovação de produtos e processos.

Como se vê, as empresas atribuem prioridade à aquisição de máquinas e equipamentos para incorporação de novas tecnologias e ao treinamento de pessoal. No entanto, há grande potencial para a utilização de outras formas de introdução de inovações, entre elas a aquisição de conhecimentos externos e a realização interna de atividades de P&D.

⁷ Extraído e resumido de *O setor de fundição no Brasil: perfil produtivo e tecnológico*, de Assunção F. R., Santos V. R., Naveiro R. M. et al., publicado em 2007 pela FINEP.

Em termos de práticas de gestão da qualidade e do meio ambiente, o setor tem grupos de empresas, notadamente as de médio e grande porte, que atuam em padrão internacional e que adotam, portanto, práticas que atendem a normas internacionais. Nesses segmentos, a maioria das grandes empresas já utiliza, ou planeja utilizar, normas internacionais de qualidade e de redução de impactos ambientais e de riscos para pessoas.

Esse padrão de organização predomina nas empresas fornecedoras dos setores de automóveis e de tratores e máquinas. O segmento fornecedor das indústrias de utensílios domésticos é o mais carente nesse aspecto. Este ponto é de especial interesse no que se refere às empresas exportadoras de fundidos para utensílios domésticos, que estão mais sujeitas a perderem mercado, já que utilizam práticas de gestão aquém dos padrões internacionais.

Nas empresas de micro e pequeno porte, é expressiva a intenção de adotar a certificação de sistemas de gestão da qualidade. Bem menor é o interesse pela adoção da certificação de sistemas de gestão ambiental (apenas 20% das empresas pretendiam adotá-la nos dois anos seguintes ao levantamento). No caso das normas ambientais, os resultados indicam que as empresas menores têm expectativas de se adequar às normas internacionais, mas preocupa que o façam tão pouco no momento.

Também merece atenção o fato de que é grande a fração de empresas exportadoras que ainda não se adequaram a padrões globais, o que impõe risco relevante à manutenção de clientes no mercado internacional.

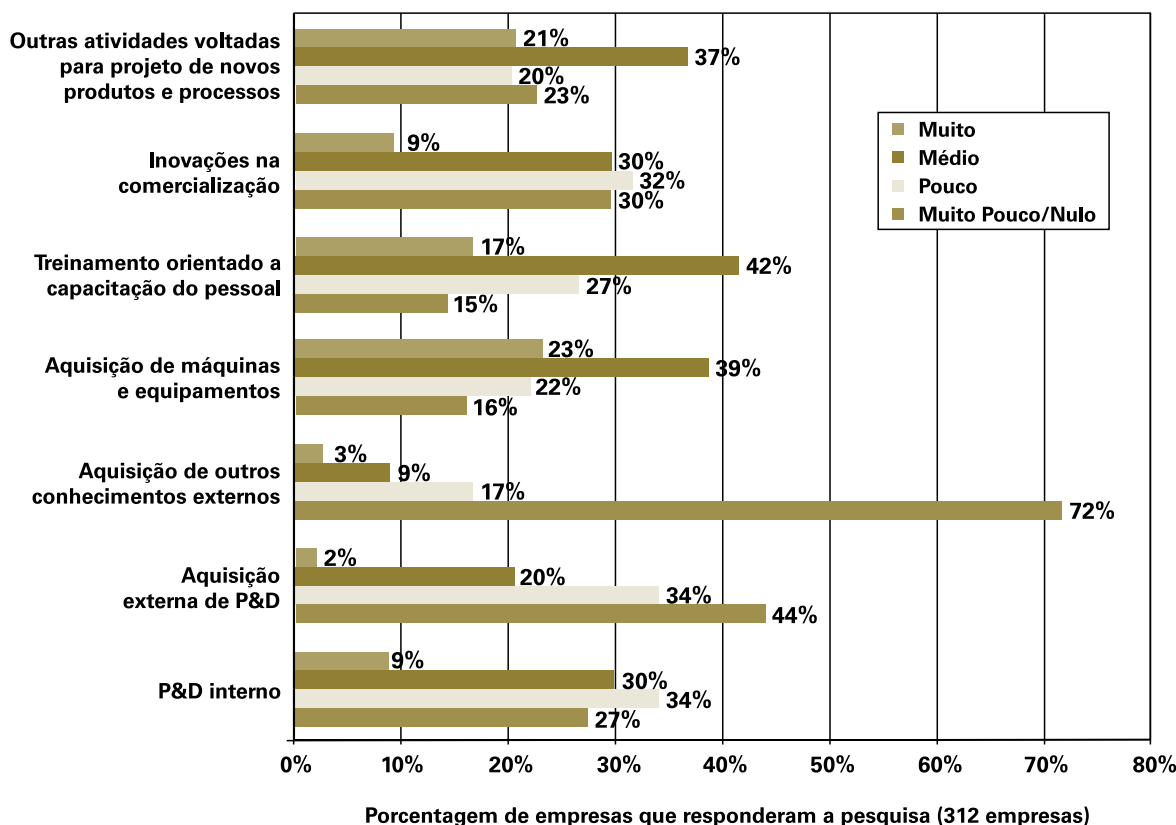
Entre os principais entraves identificados para a ampliação da competitividade do setor estão: a dificuldade de acesso a crédito em condições de custos e prazos compatíveis com a capacidade das empresas, sobretudo as de micro, pequeno e médio porte; a baixa escolaridade da mão-de-obra, especialmente a alocada no setor de produção das empresas; e a relativamente baixa interação das empresas com agências de fomento, universidades e organismos de apoio a empresas, como o sistema SENAI/SEBRAE. Por outro lado, é expressivo o interesse declarado pelas empresas em interagir com essas organizações.

Para intensificar a implementação das diversas formas de produzir inovação, é preciso fortalecer a realização de ações, como a capacitação de pessoal, a padronização de processo produtivo, a melhoria de *layout*, a padronização da liga a ser fundida, as alterações de projetos de produtos e ferramentas e a realização de investimentos em equipamentos de melhor desempenho.

O trabalho realizado pela Rede Metal-Mecânica levantou as principais atividades que caracterizam inovação tecnológica nas empresas, como: atividades internas de P&D, aquisição externa de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento para capacitação do pessoal, inovações na comercialização dos produtos.

O Gráfico 1 apresentado a seguir mostra a intensidade das atividades inovadoras do setor de fundição no país através dos resultados de uma amostra de 312 empresas visitadas em 2005 e 2006.

Gráfico 1 – Intensidade das atividades inovadoras do setor de fundição no Brasil



Fonte: Rede Metal-Mecânica (2006).

As atividades internas de P&D no segmento de fundição concentram-se em poucas companhias. Do universo de empresas que responderam a esse quesito, 38% realizam pesquisa e desenvolvimento interno numa intensidade “médio-muito”. Nas empresas com menos de 30 funcionários, ou seja, as microempresas, e uma parte das pequenas, esse percentual é ainda menor: apenas 21%.

Já na faixa das empresas com mais de 31 funcionários, que inclui algumas pequenas empresas e as médias e grandes, 40% a 47% realizam pesquisa e desenvolvimento interno numa intensidade “médio-muito”. Isso está relacionado ao tipo de produto que essas empresas fabricam, ou seja, peças de maior valor agregado e mais especializadas tecnicamente, necessitando assim de maior desenvolvimento e acompanhamento por um qualificado corpo técnico interno.

Convém salientar que, entre as empresas que desenvolvem atividades de pesquisa interna, mesmo que incipiente, como é o caso das microempresas, poucas são as que mantêm unidade própria de pesquisa e desenvolvimento com profissionais ocupados integralmente nessa atividade. E isso seja focando no desenvolvimento de novos produtos ou processos ou no aperfeiçoamento dos processos existentes.

No que se refere à atividade de inovação através de “Aquisição externa de P&D”, a grande maioria (78%) das 312 empresas que responderam ao quesito se enquadra na classificação “nulo-pouco”. Ou seja, são empresas que, por falta de conhecimento ou por restrições financeiras, não têm a cultura de investir em inovação através dessa atividade. Apenas a parcela menor classificada em “médio-muito” (22% das empresas) tem um contato mais intenso com esse tipo de atividade promotora de inovação.

Numa análise mais aprofundada das respostas ao mesmo quesito, com base na estratificação das empresas pelo número de funcionários, observamos que o tamanho da empresa não é o principal fator de influência direta sobre a realização da atividade de inovação através da aquisição externa de P&D.

As atividades inovadoras relacionadas com a aquisição de máquinas e equipamentos e com o treinamento para a capacitação de pessoal são mais significativas que as anteriores no segmento de fundição, principalmente pela

necessidade de modernização do parque fabril e de qualificação de recursos humanos. Essas inovações servem para que as empresas possam ampliar a gama de produtos, atingir patamares mais altos de competitividade e produtividade, reduzir os índices de refugo, garantir a qualidade dos produtos, e, por conseguinte, melhorar sua rentabilidade, reduzir os impactos ambientais e manter ou ampliar sua participação no mercado.

Com relação à aquisição de máquinas e equipamentos, tem-se que, no geral, mais de 60% das empresas investem nessa atividade de inovação. Destaca-se na categoria “médio-muito” que 80% das empresas que têm mais de 100 funcionários investem com freqüência nessa atividade de inovação. Mas, entre as empresas com até 30 funcionários, apenas 32% investem com freqüência nessa atividade, o que se deve principalmente a dificuldades financeiras e de acesso às linhas de crédito existentes.

A atividade “Treinamento para capacitação do pessoal” também se destaca como uma prática das fundições. A análise dos dados revela percentuais equivalentes para a atividade de treinamento e para aquisição de máquinas e equipamentos. Ou seja, considerando a categoria “médio-muito”, 59% das empresas realizam com freqüência atividades de treinamento para capacitação de pessoal.

Da mesma forma, entre 70% e 80% das empresas que têm mais de 100 funcionários e apenas 29% das de menor porte (até 30 funcionários) realizam essa atividade.

Neste ponto é importante destacar que as empresas de menor porte em geral apresentam maior carência nessa atividade devido ao fato de que sua equipe dificilmente estará capacitada tecnologicamente para os desenvolvimentos de produtos e processos. Mas, em função da limitação de recursos para investimentos, deixam essa atividade de inovação em segundo plano e priorizam a produção.

Mas quando as empresas se inserem num mercado de fornecimento de peças mais técnicas com maior valor agregado – por exemplo, o mercado de exportação ou mesmo segmentos mais exigentes do mercado interno, como o

setor automobilístico e/ou de máquinas e equipamentos –, as fundições passam a sofrer cobranças mais efetivas de seus clientes e a sentir mais intensamente a necessidade de qualificação constante de seu quadro profissional.

No quesito “Outras atividades”, incluem-se atividades relacionadas às certificações (por exemplo: Sistema de Gestão da Qualidade – ISO 9001, Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14000) e implantação de ferramentas de qualidade e de controle de processo (CEP, cartas de controle e técnicas de inspeção por amostragem, entre outras).

Como essas atividades demandam tempo e capital de investimento, o percentual das empresas que realizam “Outras atividades voltadas para projetos de novos produtos e processos” está vinculado principalmente ao porte da empresa e às exigências do mercado que ela atende. Essa atividade é realizada por 18% das empresas até 30 funcionários, 54% das que têm entre 31 e 100 funcionários e 80% das que têm mais de 100.

Quando se trata de inovação de produto (e, por conseguinte, de introdução no mercado de um produto novo ou aperfeiçoado para a empresa), a indústria de fundição tem um papel significativo para a economia brasileira. Trata-se de um “segmento fornecedor” de produtos/serviços para diversos setores: automobilístico, tratores/máquinas rodoviárias, máquinas e equipamentos, cimento e mineração, ferroviário e naval, siderurgia, infra-estrutura/saneamento/construção civil, entre outros.

O percentual de empresas que introduziram inovações de produto representa 54,7% das empresas que participaram do estudo. As mesmas fizeram inovações de produtos nos dois anos anteriores ao levantamento. Trata-se de um fator essencial para o segmento de fundição, pois através dessas inovações as empresas passam cada vez mais a ter diferenciais competitivos, não só para concorrência no mercado nacional, mas principalmente para a concorrência no mercado mundial.

Comparando as respostas por porte de empresa, constata-se novamente a concentração de inovações de produto nas empresas maiores. Mais de 70% das que têm mais de 100 funcionários registraram atividades de inovação de

produtos, contra 49,5% das empresas que têm entre 31 e 100 funcionários. No universo das empresas que têm entre zero e 30 funcionários, apenas 31% responderam ter feito inovação de produto nos dois anos anteriores ao levantamento.

É fato que, nas empresas com mais de 30 funcionários, trata-se de inovação com evolução tecnológica, conseqüentemente de maior valor agregado para a indústria de fundição brasileira. Já nas empresas que têm menos de 30 funcionários, nem sempre o que elas consideram inovação de produto significa evolução no produto ou atualização tecnológica. Em alguns casos, essas empresas mantêm o mesmo processo, apenas alterando algumas características no formato das peças, com isso lançando um novo produto.

Outro dado importante, resultante das informações fornecidas por 135 empresas, é o perfil dos setores de mercado atendidos pelas inovações de produtos realizadas. O setor atendido de maior destaque é o automobilístico, seguido por máquinas e equipamentos e, em terceiro lugar, infra-estrutura/saneamento/construção civil.

Esse fato está relacionado ao desenvolvimento do setor automotivo no país, pois, apesar das críticas à política cambial e das dificuldades financeiras que já levaram Volkswagen e General Motors a lançarem planos de demissões, as montadoras continuam a bater recordes de produção, vendas e exportação. Tanto que a Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotivos) projetou para 2006 um crescimento de 7,1% nas vendas para o mercado interno, que atingiria assim 1,84 milhão de veículos, e de 4,5% na produção total, que somaria 2,64 milhões de unidades.

Da mesma forma, o segmento de máquinas e equipamentos/bens de capital está em plena expansão. E em parte é ajudado por programas do governo (como o Progex e o PNE – Programa Nacional de Extensão) que proporcionam o desenvolvimento das empresas desse segmento, gerando novas demandas de fundidos.

O setor de bens de capital, que é fortemente atendido pelas empresas de fundição, tem um importante papel de difusor de progresso técnico. A Pesquisa

de Inovação Tecnológica (PINTEC) apresenta um dado significativo: 52,2% dos investimentos feitos pelas empresas em inovação, tanto em produto quanto em processo, referem-se à aquisição de máquinas e equipamentos; enquanto que apenas 8,21% dos investimentos foram reservados à aquisição de pesquisa e desenvolvimento externos à empresa. Desse modo, pode-se supor que um setor de bens de capital mais competitivo em relação aos avanços tecnológicos auxilia o processo de difusão da tecnologia para a indústria.

O terceiro e não menos importante é o segmento de infra-estrutura/saneamento/construção civil, que atualmente é um dos que mais crescem no país.

Considerando os resultados gerais do estudo, a atividade de inovação representada pelo lançamento de produtos novos ou aperfeiçoados se dá basicamente de duas maneiras: através do desenvolvimento pela própria empresa (48% das empresas) e através do desenvolvimento pela empresa em conjunto com seus clientes (38,4% dos casos).

Uma fundição em geral não depende de apenas uma máquina para executar suas atividades operacionais. É necessária a integração de vários setores e processos, como, por exemplo, fusão, macharia, moldagem, vazamento e acabamento. Cada processo tem suas peculiaridades e seus próprios equipamentos.

A introdução de processos novos ou aperfeiçoados para o segmento de fundição destaca-se como um importante diferencial para o desenvolvimento e o aumento da competitividade das empresas.

Mesmo com as dificuldades enfrentadas pelo setor, como a concorrência internacional, a carência de recursos e os altos custos e prazos curtos dos financiamentos, 58,7% das empresas que responderam a esse quesito realizaram desenvolvimento/introdução ou aperfeiçoamento de um novo processo nos dois anos anteriores ao levantamento.

Veículos Automotores

Inovação-Difusão: os novos materiais na indústria automobilística⁸

Todos os setores da cadeia automotiva, dos mais tradicionais – como a metalurgia – aos mais avançados – como a eletrônica e a química –, vêm inovando em produtos e processos para tornar os novos veículos competitivos, não apenas em termos econômicos e tecnológicos, como também ambientais. Em um mercado cada vez mais exigente de inovações e de qualidade, formam-se redes de cooperação contínua e global que impulsionam a evolução do automóvel em ritmo cada vez mais acelerado.

O automóvel é um produto múltiplo. É resultado de várias inovações e desenvolvimentos tecnológicos frutos de avanços científicos em diversas áreas do conhecimento, e que só foram reunidas e industrializadas em conjunto em fins do século XIX. Ao longo de um século, ele vem incorporando ao seu perfil metal-mecânico as contribuições da engenharia elétrica, da eletrônica, da química e da ciência e engenharia de materiais direta e indiretamente. Assim, a difusão de inovações – como novas ligas metálicas, plásticos e compósitos, mais leves e resistentes, inicialmente desenvolvidos para a indústria aeroespacial – confere hoje ao automóvel as características de um produto de alta tecnologia em termos de segurança, conforto e desempenho.

O problema é que a introdução de novas tecnologias e de novos materiais afeta toda a cadeia automotiva, já que exige mudanças e/ou adaptações no nível dos processos e da organização da produção, da qualificação da mão-de-obra, das máquinas e instalações. As inovações em materiais não são representadas apenas por materiais novos ou avançados advindos diretamente da extensão da fronteira tecnológica, proporcionados por novas descobertas científicas. São também representadas por melhoramentos e desenvolvimentos contínuos feitos sobre matérias-primas tradicionais, as quais estão sempre em evolução.

Metais, como os aços especiais e o alumínio e suas ligas; ou materiais não-metálicos, como os minerais industriais utilizados como carga de reforço

⁸ Extraído e adaptado de Medina H. V. (2001), *Inovação em materiais na indústria automobilística*, da Série Estudos e Documentos do CETEM n° 48.

em compósitos; ou elementos não-metálicos adicionados a ligas metálicas para melhorar o seu desempenho são exemplos que não esgotam o numeroso grupo dos materiais de engenharia. Trata-se de uma nova categoria de **materiais projetados** (*engineered materials*) para o uso automotivo em que cumprem funções específicas definidas pelo projeto do veículo.

Para a indústria automobilística é fundamental que os materiais, além de não perderem suas características básicas, sejam desenvolvidos no sentido de atender melhor às condições de industrialização e às funções das peças nos sistemas do próprio automóvel. Na verdade, os materiais automotivos, apesar de sua aparente invisibilidade para o cliente final, participam ativamente da imagem competitiva da marca, na medida em que são eles que garantem a qualidade, a segurança, o desempenho e a durabilidade do veículo e de seus componentes.

Nos veículos automotores algumas soluções adotadas condicionam ou bloqueiam outras que lhe são de alguma forma associadas, o que torna extremamente complexa a escolha de um novo material, mesmo dentro de critérios estritamente técnicos. Contudo, é inegável que os plásticos, como materiais mais leves, com resistência reforçada e às vezes com características de condutibilidade elétrica similares aos metais, se impuseram e vem se impondo tanto em funções estruturais como mecânicas.

Por outro lado, a resposta dos metais não se fez esperar e vieram os aços especiais, as ligas leves de titânio ou magnésio, o alumínio de maior resistência mecânica e os novos processos de sinterização. Na indústria automobilística é cada vez mais extensivo o uso dos processos *near-net-shape*, como é o caso da metalurgia do pó para fabricação de peças mecânicas e estruturais (sedes de válvulas, guias de cilindros e componentes da transmissão), reduzindo as operações de usinagem nas montadoras. Os metais se tornaram também mais leves e eficientes para as novas funções que vêm sendo incorporadas a cada novo modelo de automóvel.

Já o emprego de cerâmicas para funções mecânicas está bem mais atrasado do que se esperava há alguns anos. Apesar de já fazerem parte dos motores de veículos especiais produzidos em pequenas quantidades e a preços

bastante elevados, elas aguardam ainda desenvolvimentos que as tornem técnica e economicamente utilizáveis na produção em série.

Enfim, há todo um complexo de interações e desafios que faz com que o setor automobilístico se modernize, simplificando a complexidade crescente de seus produtos e processos. O que se busca, com a automação da produção e a eletrônica embarcada no veículo, é tornar o carro mais simples de ser produzido e dirigido, com vantagens para produtores e consumidores.

Um estudo realizado por uma associação francesa ligada à indústria, a APEC (Association pour l'Emploi des Cadres)⁹, conclui que esse processo de simplificação acontece em dois níveis: no nível organizacional ou da produção, interno às fábricas, e no nível dos produtos ou externo, no âmbito dos fornecedores de peças e de materiais. No nível do produto, assiste-se à transformação do setor como um todo no sentido da hibridização de uma indústria originariamente mecânica e que incorpora novos materiais e novas tecnologias e novos modos de produção em parcerias cada vez mais amplas.

Essa evolução tem levado à destruição de postos e funções tradicionais e à criação de novos postos e novas qualificações. Nesse contexto, as peças em novos materiais que chegam à linha de montagem já se apresentam como conjuntos ou sistemas completos, economizando várias operações industriais e simplificando a montagem final. Esses conjuntos de peças que chegam prontos dos fornecedores, para desempenhar funções integradas nos novos veículos, são uma tendência marcante, em que os novos materiais têm uma grande contribuição.

Assim, a decisão de trocar o material em uma peça ou parte de um produto representa um impacto em toda sua cadeia produtiva, afetando postos de trabalho diretos e indiretos. Por isso que as opções técnicas para a tomada de decisão sobre a substituição de um material no automóvel são preparadas bem antes do início do projeto propriamente dito e a mão-de-obra pode ser assim treinada com antecedência.

⁹ A APEC foi criada em 1966 e representa os quadros de empregados das empresas do setor privado na França. O estudo citado foi publicado em 1997 sob o título *Les métiers de L'Automobile*.

Conseqüentemente, a escolha de um novo material é uma decisão importante e complexa também por envolver toda a cadeia a montante e a jusante das montadoras. A Mercedes-Benz na Alemanha, por exemplo, criou um programa de qualificação de mecânicos só para fazerem serviços de lanternagem na carroceria em alumínio do Audi. Enfim, é toda uma rede de parcerias que se forma em torno do projeto de um novo modelo de um automóvel, desde a idéia inicial, passando pela industrialização até a manutenção do veículo e incluindo até mesmo sua reciclagem após sua vida útil.

Além disso, é preciso levar em conta que a evolução dos materiais caminha no sentido da especialização dos materiais para fins automotivos. Isto é, os materiais são desenvolvidos quase que sob medida para o automóvel segundo as especificações constantes de cada novo projeto. Essa tendência é também resultado das alianças e parcerias que estão na base da estratégia de inovações globais que a indústria automobilística vem adotando para o século XXI.

É nesse sentido que as grandes montadoras estão associadas em projetos de pesquisa mundiais com seus principais fornecedores. Assim, a Ford e a General Motors nos Estados Unidos, a Fiat, a Renault e Volkswagen na Europa, os 35 maiores produtores de aço do mundo, a Alcan e Alcoa em alumínio, a Dow Chemical em polímeros, além dos principais produtores de autopeças do mundo estão todos engajados em programas de pesquisa conjuntos, como o ULASB – Ultra Light Automobile Steel Body.

Quanto ao perfil das mudanças tecnológicas ocorridas no automóvel, pode-se afirmar que os traços mais marcantes foram: a complexidade do produto e a difusão de inovações. O automóvel cresceu em complexidade na última década mais do que em todo o seu primeiro século de existência. E essa tendência, que só vem se acentuando com a aceleração do processo de inovação-difusão, seja pela eletrônica embarcada, pela introdução de novos materiais ou pelas exigências ambientais, adquiriu uma dimensão estratégica e global sem precedentes nessa indústria.

Segundo Naveiro (2005, p. 24), “para as próximas duas décadas as previsões indicam que haverá um número maior de mudanças nos veículos do que as que ocorreram nos últimos 40 anos”: (p.22) “O desenvolvimento de novos

materiais e melhorias de projeto em caixas de marcha e outros elementos de transmissão e da suspensão não mudaram significativamente a quantidade de usinagem requerida. O principal progresso na fabricação de componentes para transmissão de marcha vem sendo a utilização de processos de injeção, fundição, sinterização ou conformação que resultam em componentes com forma geométrica próxima da do produto final (*near-net-shape*). Esses processos acarretam economias incrementais de usinagem em função da menor quantidade de material a ser usinado.”

Sintetizando a situação da indústria automobilística, podem-se prever as seguintes mudanças nos materiais automotivos para o século XXI:

- O avanço dos materiais automotivos como materiais funcionais nas diversas categorias: plásticos automotivos, aços automotivos, alumínio automotivo, etc.;
- O desenvolvimento de materiais “sob medida” para uma peça e/ou função que melhore o desempenho, segurança, durabilidade e/ou reciclabilidade do automóvel;
- Uma tendência geral da indústria automobilística é no sentido do desenvolvimento de materiais que multipliquem as funções atendidas e até introduzam novas funções;
- Adição de novas funções nas peças e sistemas, reduzindo assim o número de componentes e simplificando a montagem final;
- O desenvolvimento de *ecomateriais*: categoria à qual pertencem os recicláveis, os livres de substâncias tóxicas e os renováveis.

Nesse cenário o aspecto ambiental vem somar-se aos critérios clássicos de desenvolvimento de projetos de produtos e seleção de materiais. A qualidade ambiental e o desempenho ambiental já estão regulamentados por normas técnicas, como a série ISO 14000, e por legislações ambientais bastante restritas em relação a emissões, toxicidade e reciclagem de produtos. As empresas do setor automotivo têm adotado técnicas de projeto que privilegiam o meio ambiente, tais como: DFE – Design for Environment, DFR – Design for Recycling, e DFD – Design for Disassembly, na concepção de seus produtos.

Todas essas tendências apontam para uma evolução do automóvel como um produto *multifuncional* e multimaterial em que se espera o emprego de materiais nanoestruturados, processos de conformação sem usinagem (*near-net-shape*), o uso de ligas metálicas mais leves ou de compósitos metal/plástico e ou metal/cerâmica e a substituição das substâncias tóxicas em ligas metálicas para viabilizar novos sistemas de propulsão (motores) e novas fontes de energia.

3 Panorama dos indicadores de inovação-difusão para o complexo metal-mecânico

3.1 Indicadores Inovação-Difusão na indústria brasileira

As recomendações metodológicas e conceituais para a formulação de indicadores de inovação tecnológica evoluíram desde o Manual Frascati até a versão atual do Manual de Oslo, que, além de incorporar as definições e parâmetros do Frascati, aumentou sua abrangência, identificando outros indicadores quantitativos e qualitativos dos esforços e impactos das inovações.

O Manual de Oslo utiliza a abordagem dos sistemas de inovação, de um ponto de vista teórico e conceitual, mas os questionários para realização de surveys baseados nesse manual reúnem poucas informações sobre a dinâmica nacional ou regional desses sistemas. Salazar e Holbrook (2004) afirmam que o Manual parte de uma perspectiva ampla do processo de inovação, porém nos aspectos metodológicos e nos procedimentos técnicos de elaboração de estatísticas estreita essa perspectiva, reduzindo o escopo dos levantamentos de informações, considerando apenas a inovação tecnológica *stricto sensu*.

Dentro dessa linha de raciocínio, a visão atual do Manual de Oslo é ainda limitada na captação e acompanhamento das mudanças de trajetórias tecnológicas, que ocorrem através da interação intersetorial, surgimento de novos setores, ou de interconexões entre setores existentes. Soma-se a isso a dificuldade de explicar ou comparar, no nível internacional, o comportamento da indústria de países de perfis tecnológicos diversos ou de diferentes níveis de desenvolvimentos – como é o caso da União Européia, atualmente com 25 países membros. Assim, segundo Arundel (2006), a Community Innovation Survey – CIS IV 2002-2004 continua com o foco no modelo linear de inovação vista do lado da oferta do conhecimento científico (*“science push”*). Isso resulta numa falta estrutural de informações ao lado da demanda ou dos aprimoramentos tecnológicos de produtos e processos (*“technology pull”*) que são especialmente importantes para setores com forte participação de pequenas e

médias empresas (PME) e de segmentos fortemente baseados em inovações ditas industriais, incrementais, ou ainda revitalizadoras, como é o caso do complexo metal-mecânico no Brasil.

No Brasil, a PINTEC do IBGE é uma iniciativa pioneira na América Latina e segue o modelo proposto pela Oficina de Estatística da Comunidade Européia, que norteia as pesquisas quadrienais da CIS. O processo *Inovação-Difusão* acompanha em ritmo e complexidade a evolução do próprio sistema produtivo. A PINTEC considerou, entre as variáveis a serem investigadas, aquelas referentes a atividades responsáveis pela incorporação do progresso técnico na produção, como: P&D interna e externa, aquisição de conhecimentos, incorporação de máquinas e equipamentos, treinamento, projeto industrial e marketing para introdução de inovações tecnológicas.

Segundo a Série Relatórios Metodológicos do IBGE, volume 30, essa pesquisa é coerente com o entendimento da inovação como um processo amplo e complexo e que supera o enfoque inicial, centrado nos dados referentes a P&D e/ou patentes. O Relatório contém detalhes da característica da pesquisa, situando-a nos marcos referenciais teóricos dos Manuais Frascati, de Oslo e de Bogotá. Mostra como, na estrutura dos temas abordados, os conceitos desenvolvidos nesses manuais foram aplicados e operacionalizados na definição das variáveis, na elaboração dos questionários, na coleta e no tratamento das informações.

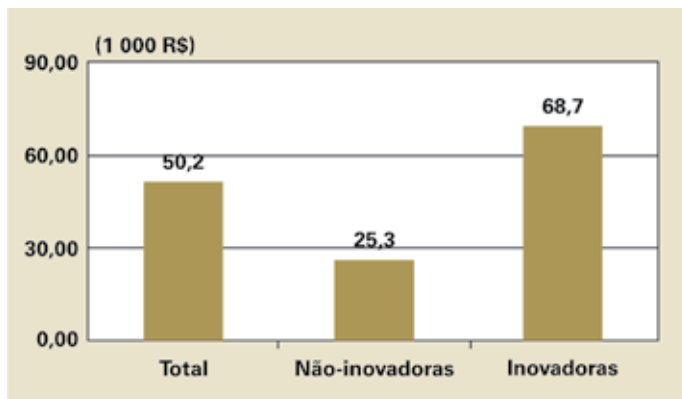
Outro traço pioneiro da PINTEC é a abordagem qualitativa adotada para alguns temas e/ou variáveis referentes ao impacto das inovações, à importância das fontes de informação e parcerias e à identificação dos problemas e obstáculos à inovação. No contexto dos fatores externo às empresas que afetam as inovações, a PINTEC, também de forma inédita, investigou em que medida as empresas inovadoras receberam apoio do governo no âmbito de programas de fomento à P&D, da Lei de Informática, de projetos de parceria com universidades e institutos públicos de pesquisa, no financiamento para a compra de máquinas e equipamentos entre outros. Esse apoio, no total da indústria, beneficiou apenas 19% das empresas e, entre todos os itens, a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar foi o de maior destaque, com 14% das empresas.

A PINTEC, além de contemplar alguns importantes indícios quantitativos e qualitativos de mudanças tecnológicas, permite cruzamentos de informações com a Pesquisa Industrial Anual (PIA), que serviu de base para a atualização cadastral do CEMPRE (Cadastro Central de Empresas) do IBGE, que foi o cadastro básico de seleção da sua amostra. As duas amostras são dessa forma metodologicamente compatíveis para efeito de elaboração de indicadores derivados. Segundo o IBGE, na Série Relatórios Metodológicos, volume 30, sessão 10 - Banco de Dados (2004), “pode-se afirmar que a PINTEC vem preencher uma lacuna no sistema de estatísticas oficiais que, até então, não possuía indicadores abrangentes e com comparabilidade internacional para as variáveis relacionadas à inovação tecnológica.

Entretanto, sua utilização ganha uma dimensão muito mais ampla com o cruzamento de seus resultados com os de outras estatísticas econômicas existentes. As informações da PIA, por exemplo, além de permitirem uma qualificação dos próprios dados quantitativos da PINTEC, fornecem indicadores interessantes para o confronto entre atividade inovativa e desempenho de mercado. (...) Esses indicadores podem relacionar variáveis de *input* (P&D, gasto com tecnologia incorporada, etc.) e/ou *output* (inovações, patentes, etc.) com o desempenho da empresa no seu mercado, ou mesmo com o desempenho das empresas que inovam para penetrar em novos mercados. Como a PIA permite estimar medidas de *mark-up*, pode-se utilizar, por exemplo, o indicador de inovação para o mercado associado a um esforço de P&D, para testar a hipótese presente na teoria econômica de que os lucros extraordinários temporários são o motor das empresas na busca por inovações”

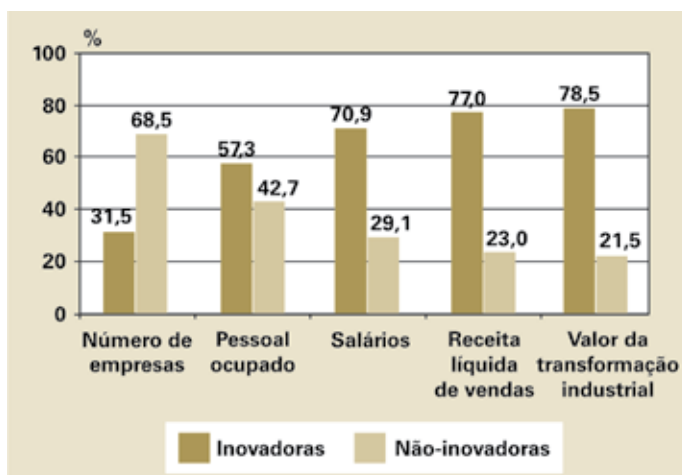
Os Gráficos 2 e 3 a seguir, extraídos deste Relatório, são exemplos desse tipo de cruzamento que se pode fazer para o total da indústria entre a PIA e a PINTEC. O da esquerda mostra que a produtividade da mão-de-obra é maior nas empresas inovadoras e que estas estão em um nível de produtividade superior à média do total da indústria. O da direita mostra que as empresas inovadoras, apesar de serem menos numerosas (31,5% do total), são superiores em todos os demais indicadores: empregam mais, pagam melhor, têm maior receita líquida e agregam mais valor à transformação industrial.

Gráfico 2 – Valor da transformação, por trabalhador



Fontes: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual Empresa 2000 e Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2000.

Gráfico 3 – Empresas inovadoras e não-inovadoras, segundo variáveis selecionadas – 2000



Fontes: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual Empresa 2000 e Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2000.

O problema com esses tipos de cruzamentos é que nem sempre é possível obtê-los diretamente das pesquisas, sendo necessário solicitar tabulações especiais ao IBGE, que nem sempre, por razões técnicas e metodológicas, pode atender a todas as demandas. Há, por exemplo, limitações quanto à desagregação dos indicadores por segmentos da indústria, devido à cobertura da amostra. A PINTEC, por exemplo, divulga resultados estimados para os domínios definidos na seleção da amostra.

Além desses, há possibilidades de divulgação para alguns subconjuntos na estratificação da população no momento da seleção da amostra, denominados domínios de análise. Este é o caso das estimativas por tamanho de empresa (de 10 a 40, de 50 a 99, de 100 a 249, de 250 a 499 e mais de 500 empregados) ou ainda dos resultados regionalizados para regiões com estratos finais definidos como: Norte, Nordeste, Sudeste, São Paulo, Sul e Centro-Oeste. Contudo, ainda não se dispõe até o presente momento desse detalhamento para o complexo metal-mecânico.

3.2 Indicadores Difusão-Inovação para o complexo metal-mecânico no Brasil

Uma análise preliminar do padrão tecnológico e de inovação-difusão do complexo metal-mecânico no Brasil, com base nos indicadores já disponíveis, evidencia o forte dinamismo de segmentos do complexo como máquinas e equipamentos e veículos automotores e outros equipamentos de transporte (aviões, trens e navios), que vêm liderando as inovações em produtos e processos tanto no mercado nacional como internacional. As taxas de inovação (PINTEC 2003 e 2005), intensidade dos gastos em P&D (PIA 2003 e 2005) e os índices da produção industrial e da intensidade exportadora (PIM-PF maio de 2007) desses segmentos estão entre os mais altos da indústria.

O complexo é também responsável pelo melhor resultado quanto ao grau de novidade das inovações realizadas. Cerca de 60% do total de suas empresas fizeram inovações em seus principais produtos, considerados novos para o mercado mundial, através de seus segmentos máquinas e equipamentos, produtos de metal e veículos automotores. Esses três segmentos somam 166 empresas de um total de 243, que foram consideradas inovadoras no mercado mundial. Essas representaram cerca de 8% das 32.796 empresas inovadoras em produto e processo (PINTEC, 2005).

Entretanto, quanto ao apoio do governo às empresas inovadoras, o complexo ficou abaixo da média nacional: 19,1%, com 18,8% de empresas inovadoras apoiadas em 2005. Somente as Montadoras de veículos ficaram acima dessa média, com 20,3%. Nesse segmento, 64% das montadoras de

automóveis, ônibus e caminhões concentraram esse apoio, que em sua maior parte (67%) foi destinado à compra de máquinas e equipamentos.

Os segmentos máquinas e equipamentos (15,4%) e produtos de metal (17,3%) receberam menos apoio do governo para inovar do que a média da indústria de transformação. Enquanto isso, 31% dos segmentos mais intensivos em tecnologia, como material eletrônico e de telecomunicações, receberam algum tipo de apoio governamental para inovação. E o grande segmento líder do complexo nessa categoria de indicador foi o de máquinas de escritório e equipamentos de informática, com 48,6% de empresas apoiadas pelo governo.

Esse indicador revela uma indução ao desenvolvimento de inovações em setores ditos de ponta ou de maior intensidade tecnológica dentro dos padrões dos países desenvolvidos, que, contudo, não têm se comportado no Brasil de acordo com esse perfil. Na verdade, os setores de ponta são aqueles cuja P&D apresenta retornos significativos em termos de *mark-up*¹⁰ – indicadores de inovação e desempenho de mercado diretamente associados à P&D realizada pelas empresas. Isso significa dizer que esses setores estão numa faixa de mercado na qual as inovações são economicamente vantajosas por se concentrarem em produtos de alto conteúdo tecnológico e que exigem rápida atualização. Nos países desenvolvidos essas indústrias são as responsáveis pelo crescimento econômico medido do PIB e pela intensidade tecnológica da indústria medida pela participação dos gastos em P&D no PIB.

Na estrutura industrial brasileira o motor da inovação parece ser sua competência estabelecida na produção de matérias-primas para as indústrias de origem mínero-metalúrgica, principalmente, em que o país tem forte competitividade internacional devido a suas reservas minerais (ferro, bauxita, níquel, nióbio, etc.). A única exceção a esse padrão no Brasil é a produção de aeronaves que se beneficiou não só do apoio, mas de uma atuação direta do governo no setor por mais de 30 anos através do Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA), do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Programa Espacial Brasileiro, além da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (EMBRAER)¹¹,

¹⁰ Índices de participação nas vendas, de evolução dos preços no mercado, faturamento por *market share*, etc.

¹¹ Fundada como empresa pública de capital misto em 19 de agosto de 1969 pelo Decreto-Lei nº 770, privatizada em 7 de dezembro de 1994, permanece sob o controle acionário de capital nacional.

que é uma das maiores empresas aeroespaciais do mundo. Com mais de 37 anos de experiência em projeto, fabricação, comercialização e pós-venda, a EMBRAER já produziu cerca de 4.100 aviões, que hoje operam em 69 países, nos cinco continentes. Ela foi a maior exportadora brasileira entre os anos de 1999 e 2001 e a segunda maior nos anos de 2002, 2003 e 2004, e atualmente emprega mais de 21.000 pessoas (87,7%) no Brasil, contribuindo para a geração de mais de 5.000 empregos indiretos.¹²

¹² Extraído do website: <http://www.embraer.com.br/portugues/content/empresa/profile.asp>.

4 Uma proposta de indicadores de inovação-difusão para o complexo metal-mecânico no Brasil

Em primeiro lugar, a presente proposta vem complementar a reflexão teórica e conceitual até aqui realizada. Vem mostrar indicadores hoje disponíveis que apontam para um forte dinamismo tecnológico do complexo quando comparado à média das demais atividades industriais, sendo a fabricação de veículos automotores e outros equipamentos de transportes representados pelos automóveis, ônibus, caminhões e aviões o segmento de maior destaque. Esse vem acompanhando as tendências internacionais em ritmo e trajetória tecnológica, e no caso dos aviões, chegam a apresentar indicadores clássicos como gastos em P&D sobre o faturamento de 8,7% em 2005 (PIA), superando a média dos países da OCDE, que está em 8%.

Em segundo lugar, analisam-se esses indicadores através dos exemplos apresentados nos segmentos de fundição, máquinas e equipamentos e veículos e autopeças, buscando comprovar a suposição inicial de que os indicadores que caracterizam a maturidade de uma tecnologia não têm o poder de diferenciar as trajetórias tecnológicas de segmentos mais dinâmicos de setores maduros que vêm se revitalizando.

A proposta final estabelece que para se acompanhar a evolução das inovações nos diferentes segmentos do complexo metal-mecânico e avaliar o grau de difusão dessas inovações, será necessário não só fazer diversos cruzamentos das estatísticas disponíveis, como aprofundá-las e complementá-las. O aprofundamento pode-se dar através de sugestões ao IBGE de detalhamento das variáveis já investigadas e/ou inclusão de novas variáveis na PINTEC para o aprimoramento da pesquisa. E a complementação teria que ser feita através de *surveys* e estudos de caso específicos junto a segmentos de indústrias do complexo.

A relação a seguir indica quais seriam esses detalhamentos e complementos necessários em cada um dos grupos de indicadores classificados de acordo

com o Modelo DIRF: DIREÇÃO, RITMO, IMPACTOS E FATORES, que segundo Tigre (2002) é intuitivo e lógico, não estando associado a um único autor ou a uma corrente analítica. Esse modelo de avaliação da difusão de inovações vem sendo amplamente utilizado para setores que associam alto grau de intensidade de inovações com forte impacto na difusão destas. Assim, o modelo prioriza uma avaliação através desses impactos agrupando os indicadores do ponto de vista da natureza aos impactos da inovação, o que para os indicadores de Inovação-Difusão do complexo metal-mecânico brasileiro apresenta-se como se segue:

Indicadores de Inovação-Difusão

- **Direção ou trajetória tecnológica pode ser medida pelas seguintes variáveis:**

— **Automação industrial:** inclui inovação de processo da PINTEC s/detalhes.

- i. Aquisição de máquinas e equipamentos novos e/ou importados;
- ii. Atualização de hardwares e de softwares ligados à automação.

— **Cadeia de fornecedores:** realização de *survey* junto a empresas e/ou associações.

- i. Inclusão de novos fornecedores em setores externos à cadeia produtiva.

— **Substituição de materiais:** inclui inovação de processo na PINTEC s/detalhes.

- i. Novas matérias-primas e/ou insumos para o processo de produção;
- ii. Utilização de matéria-prima secundária (reciclada);

iii. Substituição/eliminação de substâncias tóxicas.

— **Novos processos:** dados gerais da PINTEC com realização de *survey* para detalhamento.

i. Introdução de tecnologias limpas;

ii. Tratamento de rejeitos;

iii. Redução de emissões;

iv. Tecnologias de reciclagem.

— **Mudança no perfil da mão-de-obra:** nível de escolaridade geral na PIA.

i. Evolução e mudanças no nível de escolaridade dos empregados;

ii. Contratação de especialistas (terceirizados/consultoria) – Realização de *survey*;

iii. Programas de treinamento interno – Realização de *survey*.

• **Ritmo: variáveis quantitativas e qualitativas sobre a disponibilidade e penetração de equipamentos:**

— **Mudanças na infra-estrutura de produção:** dados gerais da PINTEC com realização de *surveys* para detalhamento.

i. Reforma/modernização/ampliação das instalações;

ii. Mudanças de *layout* da fábrica devido a inovações na linha de montagem, em materiais e/ou processos de produção;

- iii. Mudanças logísticas na cadeia de suprimento e estocagem;
- iv. Mudanças logísticas na distribuição final do produto.

— **Substituição de máquinas e equipamentos.**

- i. Evolução do valor das importações (estatísticas de comércio exterior);
- ii. Percentual dos investimentos em máquinas e equipamentos novos (PINTEC) sobre o total dos investimentos em máquinas e equipamentos (PIA).

— **Fornecedores de máquinas e equipamentos: Realização de *survey*.**

- i. Origem do equipamento, se nacional ou importado (base de dados SECEX/MIT).

— **Treinamento de mão-de-obra.**

- i. Existência de programa interno de treinamento;
- ii. Número e frequência dos cursos;
- iii. Periodicidade de atualização dos cursos;
- iv. Público-alvo – *survey* junto a empresas e/ou associações.

— **Atividades de projeto de produto e/ou projeto industrial.**

- i. Desenvolvimento de projeto na empresa (produto, industrial, ambiental);
- ii. Existência de unidade de desenvolvimento de projeto;

- iii. Número de projetos desenvolvidos e/ou adquiridos no ano;
- iv. Utilização de consultoria externa para projetos.

- **Impactos: Difusão de resultados da inovação.**

- **Produtividade da mão-de-obra: PIA.**

- i. Valor da Transformação Industrial (VTI) por trabalhador, através da comparação entre empresas inovadoras e não inovadoras (baseado nos gastos em P&D também da PIA).

- **Outros impactos sobre as principais variáveis econômicas.**

- i. Salários, receitas líquidas de vendas e VTI através da comparação entre empresas inovadoras e não inovadoras (PIA).

- **Impacto sobre a capacitação tecnológica.**

- i. Evolução do nível de escolaridade dos empregados de empresas inovadoras e não inovadoras (PIA).

- **Grau de Novidade do Produto e/ou processo.**

- i. Novo ou melhorado para a empresa, para o mercado nacional ou internacional.

- **Participação do produto inovador no total das vendas (volume).**

- i. *Market-share* do produto inovador pode ser nas vendas internas e/ou nas exportações.

- **Fatores (externos à produção):** merecem um estudo específico, pois essas informações não se encontram sistematizadas e vão apresentar especificidades para cada setor que se desejar estudar, requerendo projeto e metodologia diversos.

— **Disponibilidade de Infra-estrutura** (vias de transportes, fornecimento de energia, tecnológica – proximidade e universidades e centros de pesquisa).

— **Capacitação tecnológica** (nível tecnológico da indústria nacional e local para viabilização de projetos inovadores em parcerias).

— **Disponibilidade de serviços tecnológicos, de engenharia e de certificação.**

— **Regime de incentivos legais e tributários** (apoio do governo à inovação) **PINTEC** no geral, mas sem detalhamentos.

— **Políticas públicas** (industrial, de importação/exportação, de C&T e inovação a ser objeto de estudo específico).

Uma sugestão final importante para o aprimoramento da própria PINTEC seria expandir a inclusão do setor serviços, já representado pelos serviços de informática na PINTEC 2005, com a adição dos serviços de arquitetura e engenharia. Este foi o segmento mais dinâmico de 2004-2005 segundo os últimos resultados da PAS (Pesquisa Anual de Serviços – Produtos e serviços) do IBGE. Ele apresentou crescimento de 32,6% da receita operacional, devido aos Serviços de Engenharia, que representaram 74% do total, concentrados em três atividades de forte perfil inovador: projetos industriais, gestão de resíduos e consultoria em engenharia.

Como já foi dito anteriormente “as três atividades do segmento Serviços de Engenharia podem se constituir em indicadores de difusão de inovações na indústria em geral: os projetos industriais, os projetos de gestão de resíduos e os serviços de consultoria. Contudo, seu cálculo para o complexo metal-mecânico está fora do âmbito desta pesquisa do IBGE, mas pode ser objeto de uma *survey* específica, ou de inclusão na PINTEC do segmento Serviços de engenharia.”

Referências

ARUNDEL, A. **Innovation survey indicators: any progress since 1996?** 2006. Disponível em: <www.oecd.org/dataoecd/24/28/37436234.pdf>.

BEURRER, L et al. **Les voies de l'Innovation dans les métiers de la métallurgie** : une étude stratégique réalisée par Nodal Consultants pour le Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie. Paris, 2005.

EUROPEAN COMMISSION. **PILOT: Policy and Innovation in Low-Tech: final report.** January 2006. Prepared by Gerd Bender available at the project. Disponível em: <www.pilot-project.org>.

EUROPEAN COMMISSION. **PILOT: Policy and Innovation in Low-Tech: peculiarities and relevance of non-research-intensive industries in the knowledge-based economy.** Final Report of the Project "Policy and Innovation in Low-Tech-Knowledge Formation, Employment & Growth Contributions of 'The Old Economy' Industries in Europe – January 2006. Disponível em: <www.pilot-project.org>.

FREEMAN, C.; SOETE L. **Developing science, technology and innovation indicators: what we can learn from the past.** UNU-MERIT, United Nations University, Working Paper Series, Netherlands, 2007. Disponível em: <www.merit.uni.edu>.

HATCHUEL, A.; WEIL, B.; LE MASSON, P. **Les processus d'innovation: conception inovante et croissance des entreprises.** Lavoisier, Paris, 2006.

IBGE. **Notas técnicas e análise de resultados da pesquisa industrial de inovação tecnológica.** Rio de Janeiro : IBGE, 2003, p. 150.

LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. (Org.) Chaves para o terceiro milênio na era do conhecimento. In: _____. **Informação e globalização na era do conhecimento e do aprendizado** (Org.) Rio de Janeiro: Campus 1999. p. 7-26.

LASTRES, H. M. M.; FERRAZ, J. Economia da Informação, do Conhecimento e do Aprendizado. In: **Informação e globalização na era do conhecimento e do aprendizado** (Org.) Rio de Janeiro: Campus 1999. p. 27-57.

LASTRES, H. M. M. **Indicadores da era do conhecimento**: pautando novas políticas na América Latina. Buenos Aires, 2004. Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnologia Iberoamericano e Interamericano: como medir El conocimiento para la transformación social, Buenos Aires, 15 a 17 de setembro.

LASTRES, H. M. M. **Advanced materials and the japanese system of innovation**. Londres: MacMillan, 1994.

MAEDER, G. **What is the car expecting from the chemical Industry?** ECMRA Conférence Profiting from New Properties (The European Association for Business in the Chemical Industry), Leipzig, 17-19 October, 1994.

MAEDER, G. from dream to reality: which strategy for new materials? **VDI Berichte**, n. 1235, p. 321-340, 1995.

MIDLER, C. **L'auto qui n'existait pas**. 2. ed. Paris : InterEditons, 1993.

MEDINA, H. V. de. **O projeto e a difusão dos novos materiais na indústria automobilística**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)–COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

MEDINA, H. V. de; NAVEIRO, R. M. Design for sustainability: tomorrows car encompassing environmental paradigm. In: GERPISA INTERNATIONAL COLLOQUIUM PROCEEDINGS, 11., 2003, Paris. **Anais...** Paris, 2003. v.1.

MOISDON, J. C.; NAKAHLA, M.; WEIL, B. **Capitalisation du savoir dans la conception automobile**: un complément à la gestion de projet. Ecole de Mines de Paris, janvier, 1996. Mimeografado.

NAVEIRO, R. M. **Setor de máquinas e equipamentos**. Brasília: SENAI/DN, 2005. (Série Estudos Setoriais, n. 3).

NAVEIRO, R.; MEDINA, H. Managing the integration between design, research and production in the automobile industry In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 2001, Glasgow. **Anais...** Glasgow, 2001.

NAVEIRO, R.; O'GRADY, P. A concurrent engineering approach for design assistance of casting parts. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED95, 10., 1995, Praga, Republica Tcheca. **Anais...** Zurique: Heurista, 1995. v. 3.

OECD. **Oslo manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. Paris: OECD, 2005.

PERRIN, J. **Concevoir l'innovation industrielle**: methodologie de conception de l'innovation. France: CNRS Editions, 2001. p. 166.

SALAZAR, M.; HOLBROOK, A. A debate on innovation surveys. paper presented at the conference in honor of Keith Pavitt "What do we Know about Innovation !" SPRU, University of Sussex, UK., 12-15 November 2003.

SALAZAR, M.; HOLBROOK, A. **A debate on innovation surveys**. Paper presented at the conference in honor of Keith Pavitt "What do we know about innovation?" SPRU, University of Sussex, 12-15 Nov. 2003. Disponível em: <www.sfu.ca/cprost/docs/SPRUSalazarHolbrookSep.doc>.

SMITH, K. **Innovation indicators and the knowledge economy**: concepts, results and policy challenges. STEP Group for Studies, Storgaten 1, Oslo, Norway, 2000. Disponível em: <www.istat.it/istat/eventi/quintaconf/smith.pdf>.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Campus, Elsevier, 2006. p. 282.

TIGRE, P. B. Agenda de pesquisas e indicadores para estudos de difusão de tecnologias da informação e comunicação. Brasília: IPEA, 2002 (Texto para Discussão IPEA, n. 920).

ROZENFELD, H.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. Early supplier involvement: a review and proposal for new directions in research. **Product Management Development**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 19-30, 2002.

NAVEIRO, R. M. et al. **Estudo setorial de fundição 2004-2006**: o setor de fundição no Brasil: perfil produtivo e tecnológico. Rio de Janeiro: Editora FINEP, 2007.

WORKING DOCUMENT FOR THE MANUFACTURE 2003 CONFERENCE. Disponível em: <www.riditt.it/documenti/manufuture%20document-final.doc>. Acesso em: 2006.

INDUSTRIAL APPROACHES. **Transformation processes**. Disponível em: <www.europa.eu.int/.../industrial_technologies/pdf/pro.futman-doc4-Transformation-process-report-15-04-03.pdf>. Acesso em: 2006.

METALCASTING INDUSTRY TECHNOLOGY ROADMAP. Disponível em: <<http://www1.eere.energy.gov/industry/metalcasting/pdfs/roadmap.pdf>>. Acesso em: 2006.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND RESEARCH PLAN, October 2002, Des Plaines Illinois, American Foundry Society- AFS. Disponível em: <<http://www.afsinc.org/>>. Acesso em: 2006.

ANEXOS

ANEXOS A

TABELAS ELABORADAS A PARTIR DE INDICADORES DA PINTEC/IBGE

Anexo A – Tabelas elaborados a partir de indicadores selecionados da PINTEC/IBGE

Tabela 1 - Número de empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo, segundo as atividades da indústria de Transformação e do Complexo Metal-mecânico, nos períodos de 1998-2000, 2001-2003 e 2003-2005.

Atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2000/2005
	Inovação de produto e/ou processo	Inovação de produto e/ou processo	Inovação de produto e/ou processo	Inovação de produto e/ou processo
Indústrias de transformação	22 401	27 621	29 951	33,70%
Complexo Metal-mecânico	5 915	7 631	8 524	44,10%
Fundição e produtos de metal	2 213	2 785	3 214	45,24%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	324	332	546	68,65%
Fabricação de produtos de metal	1 889	2 453	2 668	41,23%
Fabricação de máquinas e equipamentos (Total)	2 690	3 929	4 286	48,33%
Fabricação de máquinas e equipamentos	1 744	2 354	2 282	30,85%
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	109	143	146	34,42%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	699	699	865	23,78%
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	338	348	367	8,40%
Fabricação de material eletrônico básico	153	190	191	24,66%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	185	158	176	-5,07%
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	416	384	627	50,82%
Fabricação e montagem de veículos automotores	638	772	819	28,35%
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	(*)	23	28	(*)
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondição de motores	(*)	292	241	(*)
Fabricação de peças e acessórios para veículos	412	458	550	33,30%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	175	145	205	17,28%

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003 e Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005. (1) Nos períodos pesquisados, foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado, que desenvolveram projetos que foram abandonados ou ficaram incompletos, e que realizaram mudanças organizacionais. (2) Receita líquida de vendas de produtos e serviços, estimada a partir dos dados das amostras da Pesquisa Industrial Anual - Empresa 2003 e 2005 e Pesquisa Anual de Serviços 2005. (3) Foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Elaboração: Heloisa Medina e Filipe Salvo

(*) No ano da pesquisa as variáveis não foram incluídas.

Tabela 1.1 - Número de empresas que implementaram inovação de produto e/ou processo, projetos incompletos e mudanças organizacionais, segundo atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - períodos de 1998-2000, 2001-2003 e 2003-2005.

Atividades das indústria extrativas e de transformação	Empresas											
	1998-2000				2001-2003				2003-2005			
	Total	Que implementaram (*)		Total	Que implementaram (*)		Total	Que implementaram (*)		Total	Que implementaram (*)	
	Inovação de produto e/ou processo	Projetos incompletos e/ou abandonados	Mudanças estratégicas e organiza- cionais		Inovação de produto e/ou processo	Projetos incompletos e/ou abandonados	Mudanças estratégicas e organiza- cionais		Inovação de produto e/ou processo	Projetos incompletos e/ou abandonados	Mudanças estratégicas e organiza- cionais	
Indústria de transformação	70 277	22 401	2 850	28 105	82 374	27 621	2 290	30 404	89 205	29 951	1 977	33 359
Complexo Metal-mecânico	15 591	6 331	769	5 123	19 669	7 631	659	6 307	21 931	8 524	591	7 047
Fundição e produtos de metal	6 661	2 213	246	2 479	8 418	2 785	301	2 816	9 662	3 214	181	3 146
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	895	324	4	246	977	332	62	346	1089	546	24	259
Fabricação de produtos de metal	5 767	1 889	243	2 233	7 441	2 453	240	2 470	8 573	2 668	157	2 887
Fabricação de máquinas e equipamentos (Total)	6 778	3 305	424	1 779	8 776	3 929	276	2 663	9 467	4 286	394	3 022
Fabricação de máquinas e equipamentos	3 924	1 744	256	1 067	5 411	2 354	186	1 554	5 739	2 282	224	2 105
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	159	109	6	41	201	143	13	18	211	146	5	49
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 451	639	93	385	1 705	639	50	631	1 832	865	94	532
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	541	338	24	120	614	348	16	148	644	367	14	142
Fabricação de material eletrônico básico	244	153	4	46	308	190	12	76	326	191	3	77
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	298	185	21	74	306	158	4	72	318	176	10	66
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	704	416	44	167	845	384	10	311	921	627	58	133
Fabricação e montagem de veículos automotores	1 752	638	58	765	1 947	772	74	572	2 214	819	14	713
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	(*)	(*)	(*)	(*)	40	23	1	5	40	28	4	4
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recon-dicionamento de motores	(*)	(*)	(*)	(*)	895	292	28	205	962	241	-	208
Fabricação de peças e acessórios para veículos	894	412	20	305	1 012	458	45	362	1 211	550	10	500
Fabricação de outros equipamentos de transporte	400	175	41	100	528	145	7	256	589	205	1	166

Fonte: IEGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003 e Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005.

Elaboração: Heloisa Medina e Filipe Salrio

(1) Nos períodos pesquisados, foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado, que desenvolveram projetos que foram abandonados ou ficaram incompletos, e que realizaram mudanças organizacionais.

(*) No ano da pesquisa as variáveis não foram incluídas nesses ramos de atividades.

Tabela 2 - Grau de novidade do principal produto e/ou processo nas empresas que implementaram inovações segundo atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - período de 2003-2005.

Atividades selecionadas da indústria de Transformação e do Complexo Metal-mecânico	Grau de novidade do principal produto e/ou processo nas empresas que implementaram inovações						Grau de novidade do principal produto e/ou processo nas empresas que implementaram inovações											
	Produto			Processo			Produto			Processo								
	Novo para a empresa, mas já existente no mercado nacional	Novo para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial	Novo para o mercado mundial	Novo para a empresa, mas já existente no setor no Brasil	Novo para o setor, mas já existente em termos mundiais	Novo para o setor em termos mundiais	Novo para a empresa, mas já existente no Brasil	Novo para o setor, mas já existente em termos mundiais	Novo para o setor em termos mundiais	Novo para a empresa, mas já existente no Brasil	Novo para o setor, mas já existente em termos mundiais	Novo para o setor em termos mundiais						
Total	Aprimoramento de um já existente	Completamente novo para a empresa	Total	Aprimoramento de um já existente	Completamente novo para a empresa	Total	Aprimoramento de um já existente	Completamente novo para a empresa	Total	Aprimoramento de um já existente	Completamente novo para a empresa							
Indústria de transformação	14 774	7 563	7 191	2 719	2 323	336	174	150	24	22663	16192	6551	1308	1049	259	100	82	18
Complexo Metal-mecânico	4 212	2 568	1 644	1 279	1 060	199	98	94	4	5 611	4 067	1 545	453	332	120	68	59	9
Fundição e produtos de metal	1 535	713	822	222	210	12	36	36	1	2 544	1 797	747	113	65	48	5	3	2
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	261	31	170	35	35	-	1	1	-	462	360	102	12	9	3	2	1	1
Fabricação de produtos de metal	1 274	682	652	187	175	12	35	35	-	2 082	1 437	645	101	56	45	3	2	1
Fabricação de máquinas e equipamentos	2 248	1 570	678	918	754	164	46	43	3	2 343	1 719	623	236	193	43	55	43	7
Fabricação de máquinas e equipamentos	1 207	807	401	484	435	50	36	33	3	1 208	887	321	94	84	10	47	41	7
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	105	38	67	23	23	5	2	2	-	86	21	65	9	6	2	-	-	-
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	369	340	28	192	38	34	3	3	-	517	427	30	68	55	13	6	6	-
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	170	126	44	112	104	8	2	2	-	216	164	52	25	16	9	1	1	-
Fabricação de material eletrônico básico	35	75	20	48	46	2	-	-	-	195	111	24	8	3	5	-	-	-
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	75	51	24	64	58	5	2	2	-	81	53	28	17	13	4	1	1	-
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	397	259	137	101	94	8	3	3	-	315	220	95	40	30	9	1	1	-
Fabricação e montagem de veículos automotores	319	204	115	96	74	22	14	13	1	622	465	157	72	61	11	8	8	-
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, caminhões e ônibus	7	7	-	16	13	4	2	2	-	13	13	-	11	9	2	-	-	-
Fabricação de cabines, carrocerias, rebocadores e reconstrução de motores	32	28	5	35	21	14	1	1	-	206	172	34	8	8	-	-	-	-
Fabricação de peças e acessórios para veículos	280	170	110	45	40	5	11	10	1	402	280	123	52	44	9	8	8	-
Fabricação de outros equipamentos de transporte	110	81	23	42	42	-	2	2	-	102	84	18	32	14	13	-	-	-

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005.

Nota: Foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Tabela 2.1 - Grau de novidade do principal produto e/ou do principal processo nas empresas inovadoras, do total das indústrias de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - período 2001-2003

Atividades das indústrias de transformação e do Complexo metal-mecânico	Grau de novidade do principal produto e/ou do principal processo nas empresas que implementaram inovações			
	Produto e/ou processo			
	Aprimoramento de um existente	Novo para a empresa, mas já existente no mercado nacional	Novo para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial	Novo para o mercado mundial
Indústria de transformação	16772	20467	39061	243
Complexo metal-mecânico	6531	5951	13429	191
Fundição e produtos de metal	1798	1599	3545	70
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	172	270	456	1
Fabricação de produtos de metal	1626	1329	3089	69
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	2555	2418	5508	43
Fabricação de máquinas e equipamentos	1455	1561	3285	20
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	79	81	236	0
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	514	388	1010	17
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	208	251	488	3
Fabricação de material eletrônico básico	104	151	268	1
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	104	100	220	2
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	296	137	489	3
Fabricação e montagem de veículos automotores	478	521	1081	6
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	8	15	39	2
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondição de motores	205	123	352	2
Fabricação de peças e acessórios para veículos	265	384	631	2
Fabricação de outros equipamentos de transporte	74	84	206	2

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: : **Heloisa Medina e Filipe Salvio.**

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Tabela 2.2 - Percentual do número de empresas da indústria de transformação que apresentaram inovação de produto e/ou processo em relação ao total da indústria.

Atividades das indústrias de transformação e do Complexo metal-mecânico	Grau de novidade do principal produto e/ou do			
	Produto e/ou processo			
	Aprimoramento de um existente	Novo para a empresa, mas já existente no mercado nacional	Novo para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial	Novo para o mercado mundial
Indústria de transformação	21,91%	26,74%	51,03%	0,32%
Complexo Metal-mecânico	25,02%	22,80%	51,45%	0,73%

Fonte: IBGE/PINTEC

Autores: **Heloisa Medina e Filipe Salvio**

Tabela 3 - Principal responsável pelo desenvolvimento de produto e/ou processo nas empresas inovadoras, para o total da indústria de transformação e do Complexo metal-mecânico - Brasil - período 2001-2003.

Atividades das indústria transformação e do Complexo metal-mecânico	Principal responsável pelo desenvolvimento de produto e/ou processo nas empresas que implementaram inovações											
	2001-2003					2004-2005						
	Produto		Processo			Produto		Processo				
	A empresa e/ou outras empresas do grupo	Outras empresas ou institutos	A empresa e/ou outras empresas do grupo	A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	Outras empresas ou institutos	A empresa e/ou outras empresas do grupo	A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	Outras empresas ou institutos	A empresa e/ou outras empresas do grupo	A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos		
Indústria de transformação	15633	884	918	1533	336	20 407	16077	884	705	2412	725	20 954
Complexo Metal-mecânico	4769	379	205	601	209	6401	5755	379	235	1117	357	6315
Fundição e produção de metal	1198	61	68	160	61	2110	1671	61	61	264	56	2341
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	144	5	2	10	1	236	232	5	-	68	6	402
Fabricação de produtos de metal	1054	56	66	150	60	1814	1379	56	61	196	50	1940
Fabricação de máquinas e equipamentos (Total)	1158	97	40	114	20	881	1343	97	44	285	56	943
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	140	12	-	17	2	76	120	12	4	15	3	77
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	473	24	3	50	7	483	536	24	4	137	33	422
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	239	36	15	28	9	184	233	36	9	49	17	176
Fabricação de material eletrônico básico	133	10	-	6	3	126	130	10	3	23	3	116
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	106	26	15	22	6	58	109	26	6	26	13	60
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	306	26	22	19	2	138	448	26	27	84	4	268
Fabricação e montagem de veículos automotores, caminhões e ônibus	441	58	5	65	27	513	349	58	23	113	83	506
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	12	9	1	3	7	9	15	9	1	8	7	9
Fabricação de cabines, carrocerias, rebocos e recon-dicionamento de motores	190	4	-	6	10	135	62	4	3	17	27	171
Fabricação de peças e acessórios para veículos	238	45	4	56	10	369	272	45	19	89	48	326
Fabricação de outros equipamentos de transporte	95	9	4	9	4	90	133	9	11	29	6	100

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: Heloisa Medina e Felipe Salrio

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Tabela 4 - Receita líquida de vendas, participação percentual dos dispêndios relacionados às atividades inovativas desenvolvidas, segundo a natureza da inovação das atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - 2000.

Atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico	Receita líquida de vendas (1 000 R\$)	Dispêndios realizados nas atividades inovativas					
		Percentual da receita líquida gastos em atividades inovativas	P&D (1)	Aquisição de máquinas e equipamentos	Treinamento	Introdução das inovações tecnológicas no mercado	Projeto Industrial e outras preparações técnicas
Indústria de transformação	569 609 649	3,89%	19,57%	52,10%	1,87%	6,41%	14,75%
Complexo Metal-mecânico	119 422 632	4,65%	23,96%	43,93%	2,38%	6,76%	16,67%
Fundição de produtos de metal	28 756 762	3,15%	13,07%	56,91%	2,73%	5,81%	18,31%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	11 636 297	2,62%	14,75%	51,38%	3,00%	0,63%	26,95%
Fabricação de produtos de metal	17 220 465	3,50%	12,23%	59,68%	2,60%	8,41%	13,98%
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	81094771	3,99%	29,89%	45,20%	2,62%	4,94%	12,91%
Fabricação de máquinas e equipamentos	29 800 253	4,14%	29,39%	48,80%	2,89%	6,30%	10,02%
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	8 391 860	3,11%	48,78%	26,77%	4,69%	5,66%	6,70%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	14 772 978	5,77%	35,08%	40,97%	3,46%	2,88%	12,22%
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	24 155 991	4,84%	46,37%	31,55%	1,80%	2,92%	10,35%
Fabricação de material eletrônico básico	3 264 161	3,98%	31,94%	51,23%	1,71%	1,11%	8,78%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	20 891 430	4,97%	48,17%	29,09%	1,81%	3,14%	10,54%
Fabricação de equipamentos de instrumentação médio-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	3 974 088	5,04%	36,70%	38,82%	4,03%	8,54%	7,98%
Fabricação e montagem de veículos automotores	52 908 755	7,14%	14,52%	41,63%	1,65%	10,14%	22,27%
Fabricação de peças e acessórios para veículos	15 848 951						
Fabricação de outros equipamentos de transporte	9 571 099	5,66%	46,59%	26,19%	6,31%	3,42%	13,36%

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de Indústria, Pesquisa Industrial - Inovação Tecnológica 2000.

Elaboração: Heloisa Medina e Filipe Salvo.

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

(1) Atividades internas e externas de pesquisa e desenvolvimento

Tabela 4.1 - Receita líquida de vendas, participação percentual dos dispêndios relacionados às atividades inovativas desenvolvidas, segundo a natureza da inovação das atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - 2003.

Atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico	Receita líquida de vendas (1000 R\$) (1)	Percentual da receita líquida gastos em atividades inovativas	Distribuição Percentual dos Dispendios em inovação segundo os tipos de atividades inovativas					
			P&D(2)	Aquisição de outros conhecimentos externos	Aquisição de máquinas e equipamentos	Treinamento	Introdução das inovações tecnológicas no mercado	Projeto industrial e outras preparações técnicas
Indústria de transformação	923 637 636	2,48%	22,01%	3,44%	49,19%	1,99%	6,00%	0,36%
Complexo Metal-mecânico	262 037 372	3,72%	35,71%	4,08%	43,60%	2,12%	5,23%	0,34%
Fundição e produtos de metal	47 548 612	1,93%	10,50%	3,77%	69,79%	1,57%	1,61%	0,25%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	20 493 748	1,21%	10,13%	5,39%	67,68%	0,94%	0,56%	0,18%
Fabricação de produtos de metal	27 054 865	2,48%	10,63%	3,17%	70,56%	1,81%	1,98%	0,29%
Fabricação de máquinas e equipamentos	132 650 13	3,61%	30,64%	2,78%	46,38%	2,38%	7,85%	0,36%
Fabricação de máquinas e equipamentos	51 077 233	3,26%	23,06%	1,92%	57,04%	2,41%	3,74%	0,39%
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	9 276 810	5,52%	42,16%	6,44%	26,45%	3,90%	12,48%	0,36%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	22 564 609	3,05%	23,18%	2,14%	53,44%	3,47%	3,61%	0,43%
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	24 510 404	4,29%	40,10%	2,19%	37,59%	0,89%	14,68%	0,20%
Fabricação de material eletrônico básico	3 568 443	5,23%	3,06%	0,96%	63,34%	1,79%	14,86%	0,52%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	20 341 955	4,12%	46,80%	2,46%	32,02%	0,69%	14,64%	0,14%
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	5 835 957	3,07%	41,46%	6,18%	23,04%	2,24%	8,99%	0,55%
Fabricação e montagem de veículos automotores	84 564 847	3,91%	41,17%	3,29%	46,30%	1,41%	3,05%	0,19%
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	54 506 084	4,70%	45,44%	3,42%	43,12%	1,03%	3,90%	0,17%
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	4 512 390	2,29%	23,13%	1,84%	53,40%	3,46%	7,12%	0,25%
Fabricação de peças e acessórios para veículos	25 545 373	2,51%	27,00%	2,99%	57,91%	2,61%	14,03%	0,20%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	16 669 500	8,61%	53,75%	9,85%	12,68%	3,38%	5,14%	1,31%

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: Heloisa Medina e Filipe Salrio.

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

(1) Receita líquida de vendas de produtos e serviços, estimada partir dos dados da Pesquisa Industrial Anual - Empresa 2003.

(2) Atividades internas e externas de pesquisa e desenvolvimento.

Tabela 4.2 - Receita líquida de vendas, participação percentual dos dispêndios relacionados às atividades inovativas desenvolvidas, segundo a natureza da inovação das atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - 2005.

Atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico	Distribuição Percentual dos Dispêndios em Inovação segundo as tipos de atividades inovativas								
	Receita líquida de vendas (1000 R\$) (1)	Percentual da receita líquida gasta em atividades inovativas	P&D(2)	Aquisição de conhecimentos externos	Aquisição de software	Aquisição de máquinas e equipamentos	Treinamento	Introdução das inovações tecnológicas no mercado	Projeto industrial e outras preparações técnicas
Indústria de transformação	1202 698 981	2,80%	23,66%	4,76%	1,97%	47,81%	1,86%	6,89%	13,04%
Complexo Metal-mecânico	377 491 570	4,22%	29,02%	5,69%	2,30%	41,86%	2,18%	6,84%	12,12%
Fabricação e produtos de metal	65 063 712	2,91%	6,28%	1,47%	2,18%	64,56%	0,71%	3,37%	21,43%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	24 198 094	2,74%	4,00%	1,12%	3,83%	51,60%	0,43%	0,47%	36,48%
Fabricação de produtos de metal	40 865 618	3,01%	7,50%	1,65%	1,28%	71,54%	0,83%	4,33%	12,25%
Fabricação de máquinas e equipamentos	163 088 933	4,30%	26,84%	9,80%	2,52%	39,33%	2,13%	7,55%	11,97%
Fabricação de máquinas e equipamentos	61 200 544	4,15%	14,15%	11,47%	3,64%	43,63%	2,66%	6,92%	11,54%
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	10 348 184	3,85%	47,35%	9,37%	4,59%	15,64%	5,06%	10,10%	7,88%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	30 501 578	3,45%	33,16%	0,71%	1,38%	24,41%	1,54%	2,27%	30,54%
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	37 516 675	5,21%	30,58%	3,87%	0,92%	49,01%	0,98%	10,86%	3,79%
Fabricação de material eletrônico básico	3 949 732	2,66%	34,34%	1,89%	2,22%	37,80%	4,40%	2,38%	16,33%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	33 566 942	5,51%	30,37%	3,98%	0,85%	49,64%	0,78%	11,31%	3,07%
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	7 521 953	5,23%	44,27%	6,33%	3,43%	25,73%	2,73%	7,22%	10,17%
Fabricação e montagem de veículos automotores	135 285 842	4,42%	31,76%	3,91%	2,11%	43,26%	1,57%	7,16%	10,23%
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	77 057 027	5,55%	37,35%	4,75%	2,23%	34,45%	1,67%	9,44%	10,10%
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recon-dicionamento de motores	6 478 890	2,17%	22,21%	1,60%	1,85%	32,07%	1,82%	4,32%	36,14%
Fabricação de peças e acessórios para veículos	51 749 926	3,02%	17,33%	1,81%	1,80%	68,36%	1,27%	1,19%	8,24%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	24 053 083	6,08%	57,03%	0,80%	2,29%	17,80%	6,73%	6,80%	8,43%

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005.

Elaboração: **Helena Medina e Filipe Salviao**.

Nota: Foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

(1) Receita líquida de vendas de produtos e serviços, estimada partir dos dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual - Empresa 2005 e da Pesquisa Anual de Serviços 2005.

(2) Atividades internas e externas de pesquisa e desenvolvimento.

Tabela 4.3 - Grau de inovação: Percentual da receita líquida gasto em inovação na Indústria de transformação e nos principais setores do Complexo Metal-mecânico. Distribuídos segundo atividade inovadora - Brasil - 2000, 2003, 2005.

Atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico	Total						P&D					Máquinas e equipamentos						
	2000		2003		2005		2000		2003		2005		2000		2003		2005	
	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$
Indústria de transformação	3,83%	2,48%	3,82%	2,80%	2,80%	19,57%	24,92%	23,66%	19,57%	24,92%	23,66%	52,10%	49,19%	52,10%	49,19%	47,81%	47,81%	47,81%
Complexo metal-mecânico	4,63%	3,44%	3,44%	3,82%	3,82%	23,86%	34,05%	27,76%	23,86%	34,05%	27,76%	43,93%	44,57%	43,93%	44,57%	43,86%	43,86%	43,86%
Fundição e produtos de metal	3,15%	1,91%	1,91%	2,32%	2,32%	13,07%	13,45%	9,00%	13,07%	13,45%	9,00%	56,31%	62,23%	56,31%	62,23%	66,12%	66,12%	66,12%
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	3,93%	3,61%	3,61%	4,30%	4,30%	23,63%	30,64%	26,84%	23,63%	30,64%	26,84%	45,20%	46,38%	45,20%	46,38%	39,33%	39,33%	39,33%
Fabricação e montagem de veículos automotores	7,14%	3,91%	3,91%	4,42%	4,42%	14,52%	41,17%	31,76%	14,52%	41,17%	31,76%	41,63%	46,30%	41,63%	46,30%	43,26%	43,26%	43,26%

Autores: Heloisa Medina e Filipe Salrio

Tabela 4.4 - Receita líquida de vendas, participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas, segundo o total de dispêndios da indústria de transformação e dos seguimentos do Complexo Metal-mecânico - Brasil - 2000, 2003 e 2005.

Atividades selecionadas da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico	2000						2003						2005					
	Total		Dispêndios realizados nas atividades inovativas		Receita líquida de vendas (1.000 R\$) (*)		Total		Dispêndios realizados nas atividades inovativas		Receita líquida de vendas (1.000 R\$) (*)		Total		Dispêndios realizados nas atividades inovativas		Receita líquida de vendas (1.000 R\$) (*)	
	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas	Número de empresas	Participação percentual das empresas que realizaram atividades inovativas
Indústria de transformação	70277	56,9609649	18940	26,952	82374	92,9837696	20274	24,612	89205	1202698981	19621	22,002	317491570	6214	28,332	65063312	2170	22,482
Complexo Metal-mecânico	15591	172331887	5546	362	19669	262037972	6240	31,722	21931	377491570	6214	28,332	317491570	6214	28,332	65063312	2170	22,482
Fundição e produtos de metal	6661	28756762	1935	29,052	8418	47548612	2267	26,932	9662	65063312	2170	22,482	65063312	2170	22,482	65063312	2170	22,482
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	835	1539231	215	30,104	311	20433748	251	26,274	1089	24198094	291	21,264	24198094	291	21,264	24198094	291	21,264
Fabricação de produtos de metal	5767	17220465	1660	28,739	7441	27054865	2010	27,022	8573	40865618	1873	21,852	40865618	1873	21,852	40865618	1873	21,852
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	6778	81094771	2886	42,582	8776	113265013	3179	36,232	9467	153088933	3309	34,952	153088933	3309	34,952	153088933	3309	34,952
Fabricação de máquinas e equipamentos	3924	29800253	1483	37,739	5411	51077233	1834	33,902	5799	67200544	1790	30,872	67200544	1790	30,872	67200544	1790	30,872
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	159	8391860	105	66,412	201	3276810	141	70,322	211	10348184	115	54,662	10348184	115	54,662	10348184	115	54,662
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1451	14772378	625	43,052	1705	22564609	538	35,062	1892	30501578	608	32,162	30501578	608	32,162	30501578	608	32,162
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	541	24195531	305	56,352	614	24510404	307	50,062	644	31761675	307	47,752	31761675	307	47,752	31761675	307	47,752
Fabricação de material eletrônico básico	244	3264161	138	56,702	308	3568443	171	55,482	326	3949732	159	48,392	3949732	159	48,392	3949732	159	48,392
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	298	20891430	167	56,062	306	20341955	136	44,612	318	33566342	148	45,542	33566342	148	45,542	33566342	148	45,542
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	704	3374088	368	52,362	845	5835957	299	35,362	821	7521853	488	58,972	7521853	488	58,972	7521853	488	58,972
Fabricação e montagem de veículos automotores	1752	52908755	566	32,332	1947	84564847	671	34,432	2214	135285842	559	25,252	135285842	559	25,252	135285842	559	25,252
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	834	15848351	370	41,332	40	54506084	22	54,882	40	77057027	23	56,362	77057027	23	56,362	77057027	23	56,362
Fabricação de cabines, carrocerias, rebocagem e reconstrução de motores	(*)	(*)	(*)	(*)	895	4512330	276	30,732	962	6478690	185	19,182	6478690	185	19,182	6478690	185	19,182
Fabricação de peças e acessórios para veículos	(*)	(*)	(*)	(*)	1012	25546373	374	36,952	1211	5174926	352	29,032	5174926	352	29,032	5174926	352	29,032
Fabricação de outros equipamentos de transporte	400	3571099	159	39,612	528	16559500	122	23,042	589	24053083	176	29,822	24053083	176	29,822	24053083	176	29,822

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de Indústria, Pesquisa Industrial - Inovação Tecnológica 2000.

Elaboração: Heloisa Medina e Felipe Salério.

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

(*) No ano da pesquisa as variáveis não foram incluídas.

Tabela 5 - Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas, segundo as atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - 2003 e 2005

Atividades da indústria de transformação e do Complexo metal-mecânico	2003						2005					
	Empresas			Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas			Empresas			Participação percentual dos produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas		
	Total	Que implementaram produto	Percentual das empresas que implementaram o produto	Menos de 10%	De 10% a 40%	Mais de 40%	Total	Que implementaram produto	Percentual das empresas que implementaram o produto	Menos de 10%	De 10% a 40%	Mais de 40%
Indústria de transformação	82 374	17 028	21%	3 621	6 885	6 522	89 205	17 666	19,80%	36,4%	70,0%	
Complexo metal-mecânico	19 669	4 773	24,2%	1 144	2 170	1 461	21 931	5 589	25,48%	1,1%	18,1%	
Fundição e produtos de metal	8 418	1 282	15,2%	306	552	424	9 662	1 793	18,56%	198	853	
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	977	149	15%	23	23	103	1 089	297	27,27%	13	165	
Fabricação de produtos de metal	7 441	1 133	15%	283	529	321	8 573	1 496	17,45%	185	688	
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	8 176	2 904	35,0%	691	1 352	863	9 467	3 212	33,93%	759	327	
Fabricação de máquinas e equipamentos	5 411	1 674	31%	420	825	429	5 799	1 728	29,79%	441	812	
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	201	141	70%	19	50	73	211	136	64,53%	7	85	
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 705	486	28%	131	212	143	1 832	564	29,81%	142	303	
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	614	269	44%	55	129	86	644	284	44,16%	66	130	
Fabricação de material eletrônico básico	308	133	43%	19	76	38	326	143	43,95%	27	60	
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	306	136	44%	36	52	48	318	141	44,38%	39	70	
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	845	334	40%	66	136	132	921	501	54,35%	102	196	
Fabricação e montagem de veículos automotores	1 347	482	25%	132	206	144	2 214	430	19,42%	101	194	
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, caminhões e ônibus	40	22	55%	5	6	10	40	26	64,15%	7	9	
Fabricação de cabines, carrocerias, rebocos e recondicionamento de motores	895	202	23%	90	90	22	962	68	7,11%	8	53	
Fabricação de peças e acessórios para veículos	1 012	258	25%	37	109	111	1 211	336	27,72%	87	133	
Fabricação de outros equipamentos de transporte	528	105	20%	15	60	30	589	154	26,10%	76	64	

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: Heloisa Medina e Filipe Salvo.

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Tabela 6 - Número de empresas que implementaram inovações, por origem das fontes de informação empregadas, segundo as atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - período 2001-2003

Atividades das indústria de transformação e do Complexo metal-mecânico	Empresas que implementaram inovações													
	Total		Empresas de fora do grupo				Outra empresa do grupo				Fontes de informação empregadas e sua localização			
	Brazil	Exterior	Brazil	Exterior	Brazil	Exterior	Brazil	Exterior	Brazil	Exterior	Brazil	Exterior	Brazil	Exterior
Indústria de transformação	27621	5853	2217	708	875	1176	152	4512	33	627	340	38667	5286	
Complexo metal-mecânico	7631	9277	878	215	488	2879	101	1437	11	173	162	11975	1976	
Fundição e produtos de metal	2785	3740	175	55	91	927	29	502	0	29	29	4344	320	
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	332	437	33	10	22	83	25	35	-	2	4	456	73	
Fabricação de produtos de metal	2453	3302	142	45	70	844	4	467	-	27	25	3888	246	
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	3929	4374	537	81	303	1570	59	762	9	121	103	6286	1375	
Fabricação de máquinas e equipamentos	2354	2542	315	33	173	869	18	469	3	63	44	3747	661	
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	143	174	34	6	22	127	9	67	2	14	11	292	89	
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	699	939	83	25	43	259	9	85	3	17	20	1035	255	
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	348	341	103	12	46	154	5	65	1	13	22	487	201	
Fabricação de material eletrônico básico	190	168	51	5	20	57	3	34	-	-	13	260	111	
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	158	174	52	7	26	97	2	31	1	13	9	227	91	
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	384	378	62	6	13	160	19	76	-	14	6	724	169	
Fabricação e montagem de veículos automotores	772	1028	86	70	81	354	10	153	1	16	23	1178	224	
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e reconstrução de motores	23	39	10	-	15	23	5	13	-	2	8	34	19	
Fabricação de peças e acessórios para veículos	292	359	3	56	3	130	2	56	-	4	-	569	36	
Fabricação de outros equipamentos de transporte	458	630	73	15	63	202	3	84	1	10	15	576	169	
	145	135	20	9	12	28	2	20	1	7	7	168	58	

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: Heleiza Medina e Filipe Salvo.

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Tabela 7 - Número de empresas que implementaram inovações, total e que receberam apoio do governo para as suas atividades inovativas, por tipo de programa de apoio, para o total da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - período 2001-2003 e 2003-2005.

Atividades da indústria de transformação e do Complexo metal-mecânico	Empresas que implementaram inovações													
	Que receberam apoio do governo, por tipo de programa (2001-2003)						Que receberam apoio do governo, por tipo de programa (2003-2005)							
	Total (1)	Incentivo fiscal			Financiamento		Total	Total (1)	Incentivo fiscal			Financiamento		
		À Pesquisa e Desenvolvimento (2)	Lei da Informática (3)	A projetos de pesquisa em parceria com universidades e institutos de pesquisa (4)	À compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar (5)	Outros programas de apoio (6)			À Pesquisa e Desenvolvimento (2)	Lei da Informática (3)	A projetos de pesquisa em parceria com universidades e institutos de pesquisa (4)	À compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar (5)	Outros programas de apoio (6)	
Indústria de transformação	27 621	5 156	203	239	399	3 902	1 110	29951	5729	206	324	3659	3712	1952
Complexo metal-mecânico	7 978	1 556	62	237	105	1 118	336	8 891	1 713	92	296	174	1 026	551
Fundição e produtos de metal	2 785	471	8	1	5	404	64	3 214	502	3	6	13	267	243
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	332	18	2	-	3	14	1	546	93	3	2	3	75	25
Fabricação de produtos de metal	2 453	453	6	1	2	390	63	2668	410	6	4	10	192	217
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	4 276	877	43	225	70	538	214	4653	1010	59	286	143	595	280
Fabricação de máquinas e equipamentos	2 354	380	15	10	10	304	108	2282	396	20	22	24	280	105
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	143	66	5	61	11	3	11	146	71	4	70	9	10	10
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	639	203	5	40	27	138	37	865	165	5	43	29	85	40
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	348	83	6	49	11	35	15	367	114	8	55	29	64	19
Fabricação de material eletrônico básico	190	43	4	21	4	25	8	191	56	2	15	12	34	10
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	158	40	2	28	6	10	7	176	57	6	40	17	30	9
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	384	62	6	16	1	23	28	627	151	12	41	22	92	88
Fabricação e montagem de veículos automotores	772	174	7	10	14	165	52	819	167	20	1	14	139	24
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	23	11	3	-	1	9	3	28	18	5	-	1	12	5
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	292	48	-	1	3	47	33	241	28	6	1	4	26	1
Fabricação de peças e acessórios para veículos	458	115	3	9	10	109	16	550	121	3	-	3	102	18
Fabricação de outros equipamentos de transporte	145	34	4	1	16	11	6	205	34	4	2	3	26	4

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: Heloisa Medina e Filipe Salrio.

Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

(1) Incentivo fiscal à Pesquisa e Desenvolvimento (Lei 8.661 e Lei 10.332). (2) Incentivo fiscal Lei de Informática (Lei 10.176 e Lei 10.664).

(2) Informações não disponíveis para o período de 1998-2000.

Tabela 8 - Número de empresas, totais e das que implementaram inovações, com indicação das mudanças estratégicas e organizacionais implementadas, segundo as atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - período 2001-2003.

Atividades da indústria de transformação e do Complexo metal-mecânico	Empresas										
	Total	Que implementaram inovações									
		Mudanças estratégicas e organizacionais									
		Implementação de técnicas avançadas de gestão			Na estrutura organizacional		Mudanças significativas nos conceitos/estratégias de marketing		Na estética ou desenho do produto e outras subjetivas	Implementação de novos métodos, visando a atender normas de certificação	
	No estratégia corporativa	Da produção	Da informação	Ambiental							
Indústria de transformação	82 374	27 621	3 331	7 617	3 373	3 639	9 093	9 179	17 421	4 271	
Complexo metal-mecânico	19 669	7 630	1 150	2 431	1 265	1 123	2 890	2 723	4 339	2 043	
Fundição e produtos de metal	8 418	2 785	368	784	416	414	910	782	1 405	562	
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	377	332	32	62	30	32	90	60	111	44	
Fabricação de produtos de metal	7 441	2 453	336	722	386	382	820	722	1 294	518	
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	8776	3928	628	1308	646	520	1670	1551	2502	1202	
Fabricação de máquinas e equipamentos	5 411	2 354	350	633	314	302	1 034	809	1 484	607	
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	201	143	32	44	36	21	62	86	120	65	
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 705	639	101	272	131	33	277	241	433	239	
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	614	348	78	157	53	33	161	175	195	92	
Fabricação de material eletrônico básico	308	190	39	104	22	14	88	104	118	38	
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	306	158	39	53	31	19	73	71	76	54	
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	845	364	67	142	112	71	136	240	270	139	
Fabricação e montagem de veículos automotores	1 947	772	143	309	180	169	248	309	355	244	
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	40	23	8	18	16	15	13	10	17	17	
Fabricação de cabines, carrocerias, rebocques e recondicionamento de motores	895	292	42	92	75	52	60	142	83	24	
Fabricação de peças e acessórios para veículos	1 012	458	92	199	89	102	176	156	255	203	
Fabricação de outros equipamentos de transporte	528	145	11	30	23	20	62	81	77	35	

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: **Heloise Medina e Filipe Salrio**. Nota: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Nota 2: Informações não disponíveis para o período de 2003-2005.

Tabela 8.1 - Número de empresas, total e as que implementaram inovações, com indicação das mudanças estratégicas e organizacionais implementadas, segundo as atividades da indústria de transformação e do Complexo Metal-mecânico - Brasil - período 2001-2003.

Atividades da indústria de transformação e do Complexo metal-mecânico	Empresas										
	Total	Que implementaram inovações									
		Mudanças estratégicas e organizacionais									
		Implementação de técnicas avançadas de gestão			Na estrutura organizacional			Implementação de novos métodos, visando a atender normas de certificação		Estéticos e/ou de marketing	
	Na estratégia corporativa	Da produção	Da informação	Ambiental							
Indústria de transformação	82 374	27 621	3 331	7 617	3 373	3 639	9 093	4 271	26 600		
Complexo metal-mecânico	19 669	7 630	1 150	2 431	1 265	1 123	2 890	2 043	7 062		
Fundição e produtos de metal	8 418	2 785	368	784	416	414	910	562	2 187		
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	977	332	32	62	30	32	90	44	171		
Fabricação de produtos de metal	7 441	2 453	336	722	386	382	820	518	2016		
Fabricação de máquinas e equipamentos (total)	8 776	3 928	628	1 308	646	520	1 670	1 202	4 053		
Fabricação de máquinas e equipamentos	5 411	2 354	350	693	314	302	1 034	607	2 233		
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	201	143	32	44	36	21	62	65	206		
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 705	699	101	272	131	93	277	239	674		
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	614	348	78	157	53	33	161	32	370		
Fabricação de material eletrônico básico	308	190	39	104	22	14	88	38	222		
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	306	158	39	53	31	19	73	54	147		
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	845	384	67	142	112	71	136	139	510		
Fabricação e montagem de veículos automotores	1 947	772	143	309	180	169	248	244	664		
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, caminhões e ônibus	40	23	8	18	16	15	13	17	27		
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recon-dicionamento de motores	895	292	42	92	75	52	60	24	225		
Fabricação de peças e acessórios para veículos	1 012	458	92	199	89	102	176	203	411		
Fabricação de outros equipamentos de transporte	528	145	11	30	23	20	62	35	158		

Fonte: IEGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003.

Elaboração: **Heliza Medina e Filipe Salvo**.

Nota 1: Foram consideradas as empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas, que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado.

Nota 2: Informações não disponíveis para os períodos 1998-2000 e 2003-2005

**Exportação Brasileira dos Setores Industriais por Intensidade Tecnológica
2005/2004 - US\$ milhões FOB**

Setores	2005			2004			Var. 05/04		
	Valor	Part. %		Valor	Part. %		Abs.	Rel. %	
		Total	Produtos Industriais		Total	Produtos Industriais		Produtos Industriais	Rel. %
Total	118.308	100,0	-	96.475	100,0	-	21.833		22,6
Produtos industriais (*)	94.016	79,5	100,0	77.137	80,0	100,0	16.880		21,9
Indústria de alta e média-alta tecnologia (I+II)	37.669	31,8	40,1	28.905	30,0	37,5	8.763		30,3
Indústria de alta tecnologia (I)	8.757	7,4	9,3	6.610	6,9	8,6	2.146		32,5
Aeronáutica e aeroespacial	3.699	3,1	3,9	3.478	3,6	4,5	221		6,4
Farmacêutica	725	0,6	0,8	590	0,6	0,8	135		22,9
Material de escritório e informática	478	0,4	0,5	334	0,3	0,4	144		43,2
Equipamentos de rádio, TV e comunicação	3.332	2,8	3,5	1.789	1,9	2,3	1.543		86,3
Instrumentos médicos de ótica e precisão	523	0,4	0,6	421	0,4	0,5	103		24,4
Indústria de média-alta tecnologia (II)	28.912	24,4	30,8	22.295	23,1	28,9	6.617		29,7
Máquinas e equipamentos elétricos n. e.	1.953	1,7	2,1	1.418	1,5	1,8	535		37,7
Veículos automotores, reboques e semi-reboques	12.992	11,0	13,8	9.634	10,0	12,5	3.358		34,9
Produtos químicos, excl. farmacêuticos	5.984	5,1	6,4	4.817	5,0	6,2	1.167		24,2
Equipamentos para ferrovia e material de transporte n. e.	560	0,5	0,6	289	0,3	0,4	271		93,5
Máquinas e equipamentos mecânicos n. e.	7.424	6,3	7,9	6.136	6,4	8,0	1.287		21,0
Indústria de média-baixa tecnologia (III)	22.741	19,2	24,2	18.847	19,5	24,4	3.894		20,7
Construção e reparação naval	194	0,2	0,2	1.265	1,3	1,6	-1.071		-84,7
Borracha e produtos plásticos	1.709	1,4	1,8	1.398	1,4	1,8	311		22,3
Produtos de petróleo refinado e outros combustíveis	4.914	4,2	5,2	3.203	3,3	4,2	1.710		53,4
Outros produtos minerais não-metálicos	1.775	1,5	1,9	1.502	1,6	1,9	273		18,2
Produtos metálicos	14.149	12,0	15,0	11.479	11,9	14,9	2.670		23,3
Indústria de baixa tecnologia (IV)	33.606	28,4	35,7	29.384	30,5	38,1	4.223		14,4
Produtos manufaturados n. e. e bens reciclados	1.516	1,3	1,6	1.422	1,5	1,8	94		6,6
Madeira e seus produtos, papel e celulose	6.503	5,5	6,9	6.003	6,2	7,8	501		8,3
Alimentos, bebidas e tabaco	20.492	17,3	21,8	17.141	17,8	22,2	3.352		19,6
Têxteis, couro e calçados	5.095	4,3	5,4	4.819	5,0	6,2	276		5,7
Produtos não industriais	24.292	20,5	-	19.339	20,0	-	4.953		25,6

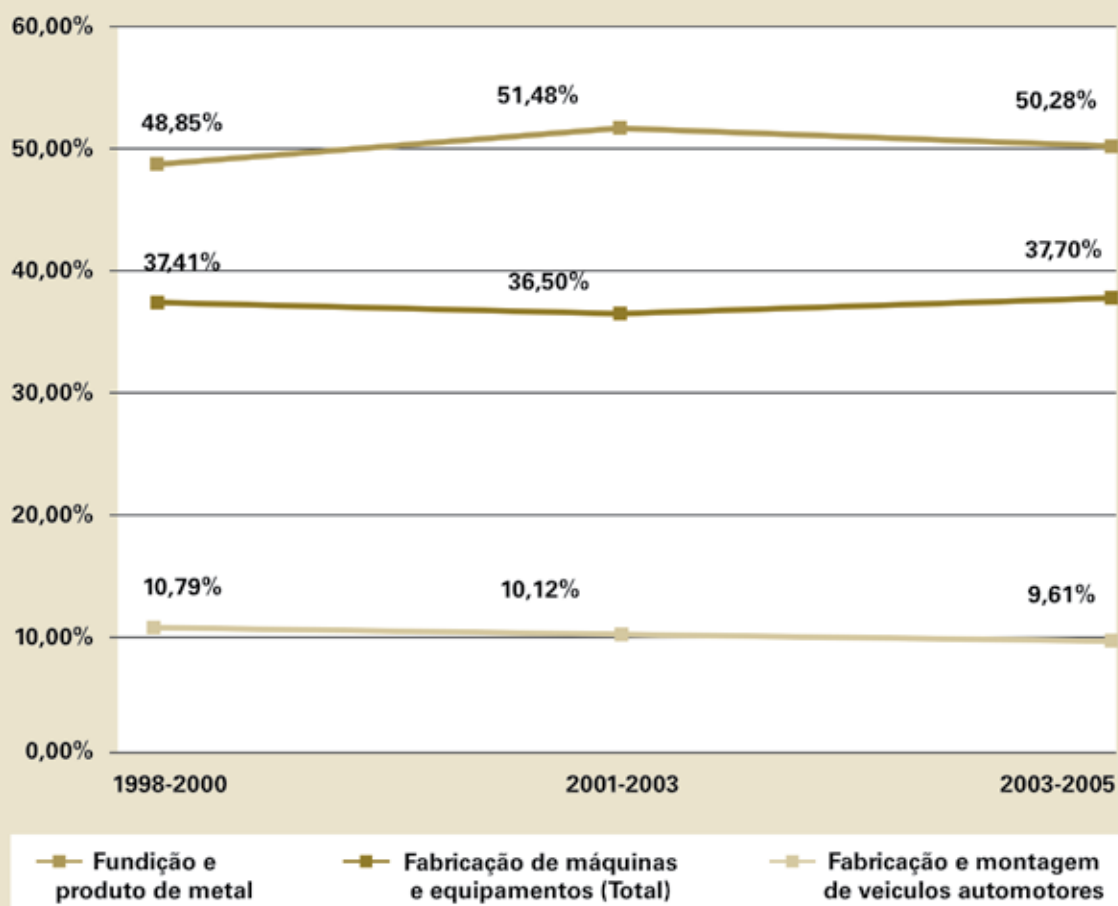
(*) Classificação extraída de: OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, STAN Indicators, 2003.

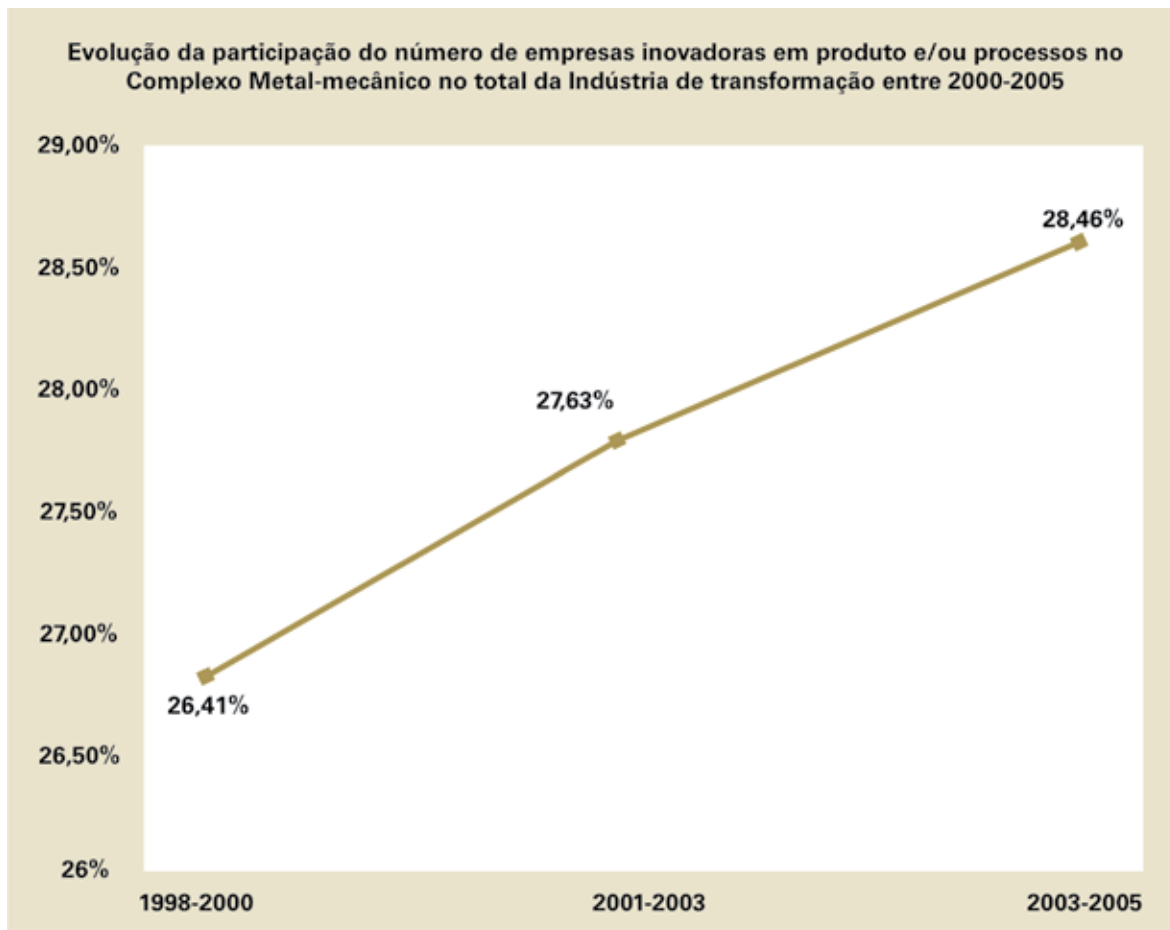
Fonte: SECEX/MDIC

ANEXOS B

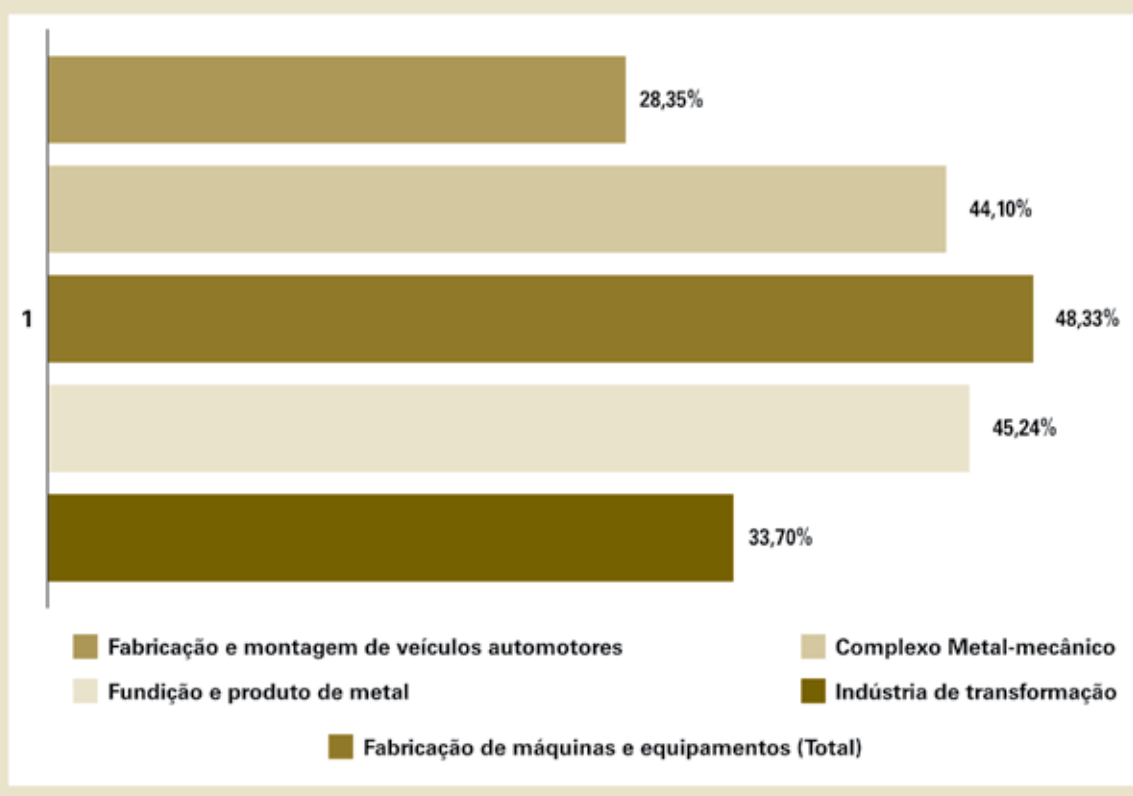
GRÁFICOS ELABORADOS A PARTIR DAS TABELAS DO ANEXO A

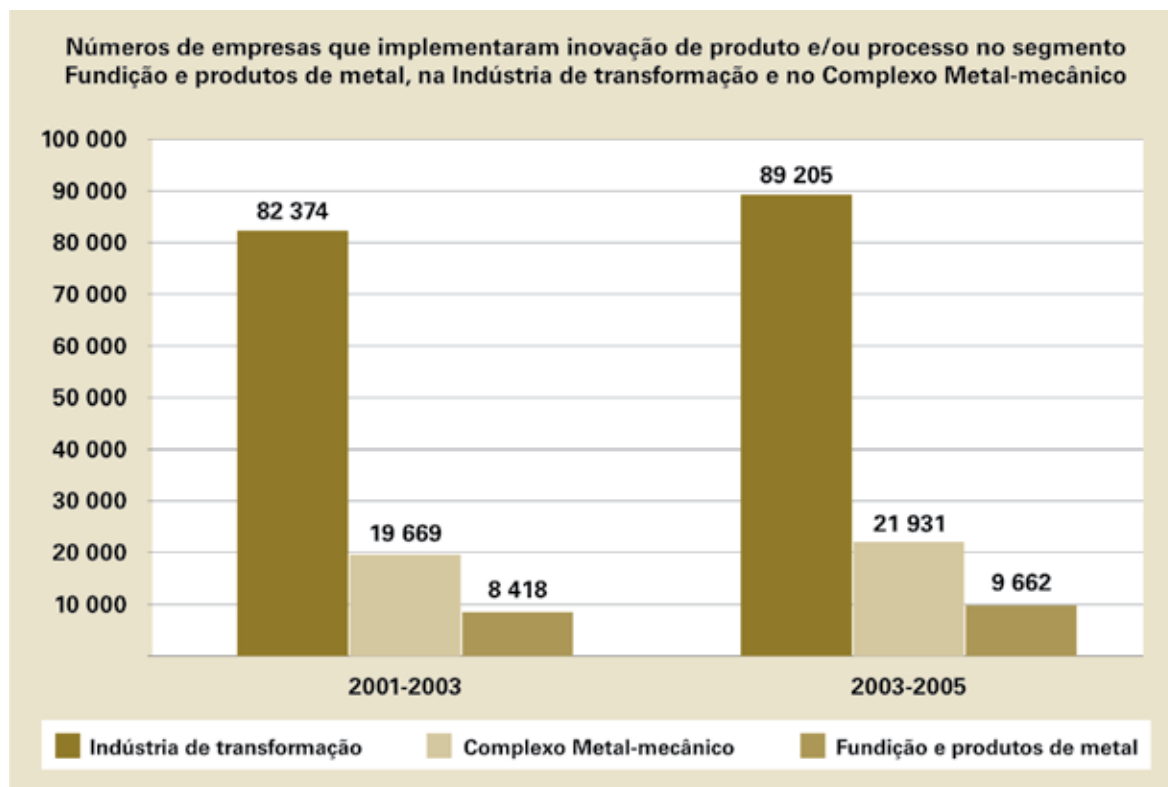
Evolução da participação dos principais seguimentos do Complexo Metal-mecânico em relação ao total de inovações do Complexo em produto e/ou processo – Número de empresas – 2000-2005

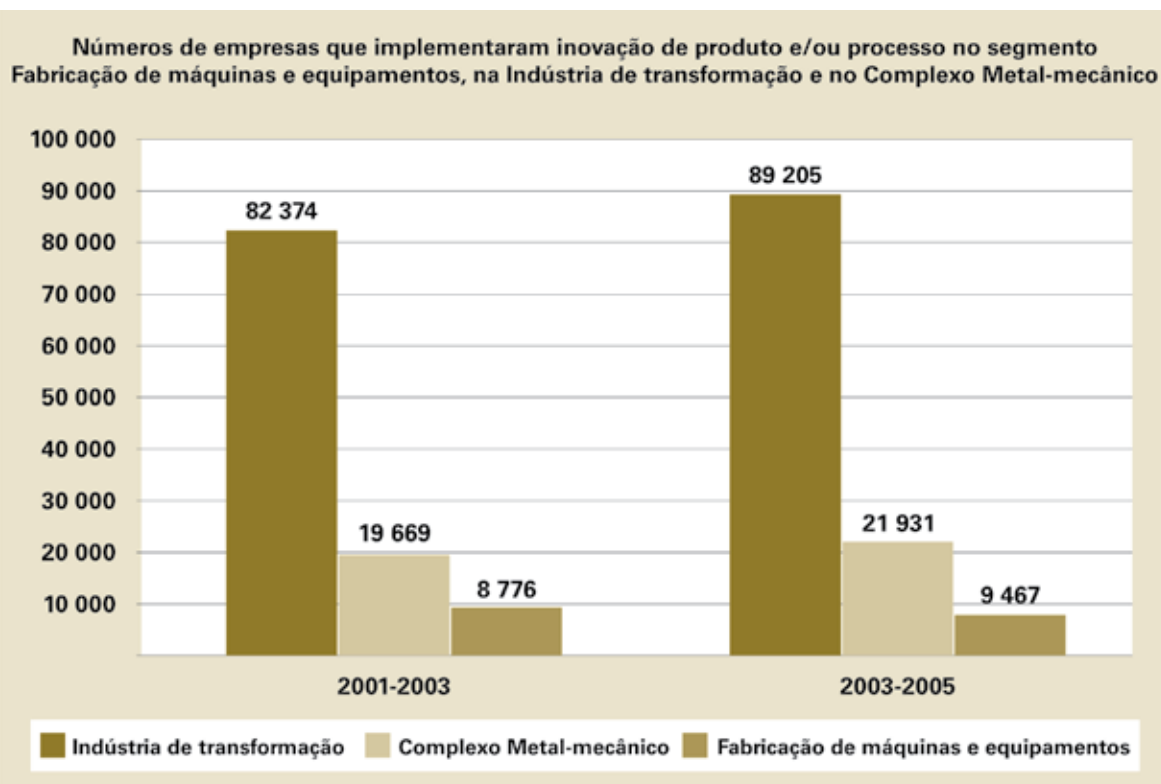




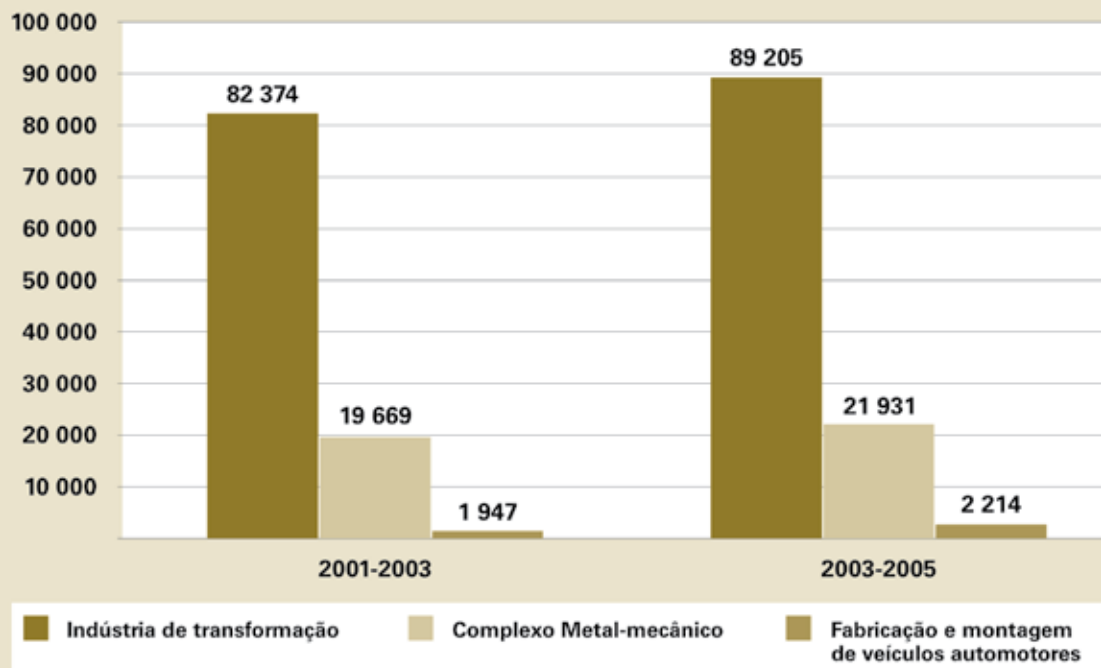
Taxa de crescimento do número de empresas inovadoras entre 2000 e 2005 para o total da Indústria de transformação e os principais segmentos do Complexo Metal-mecânico

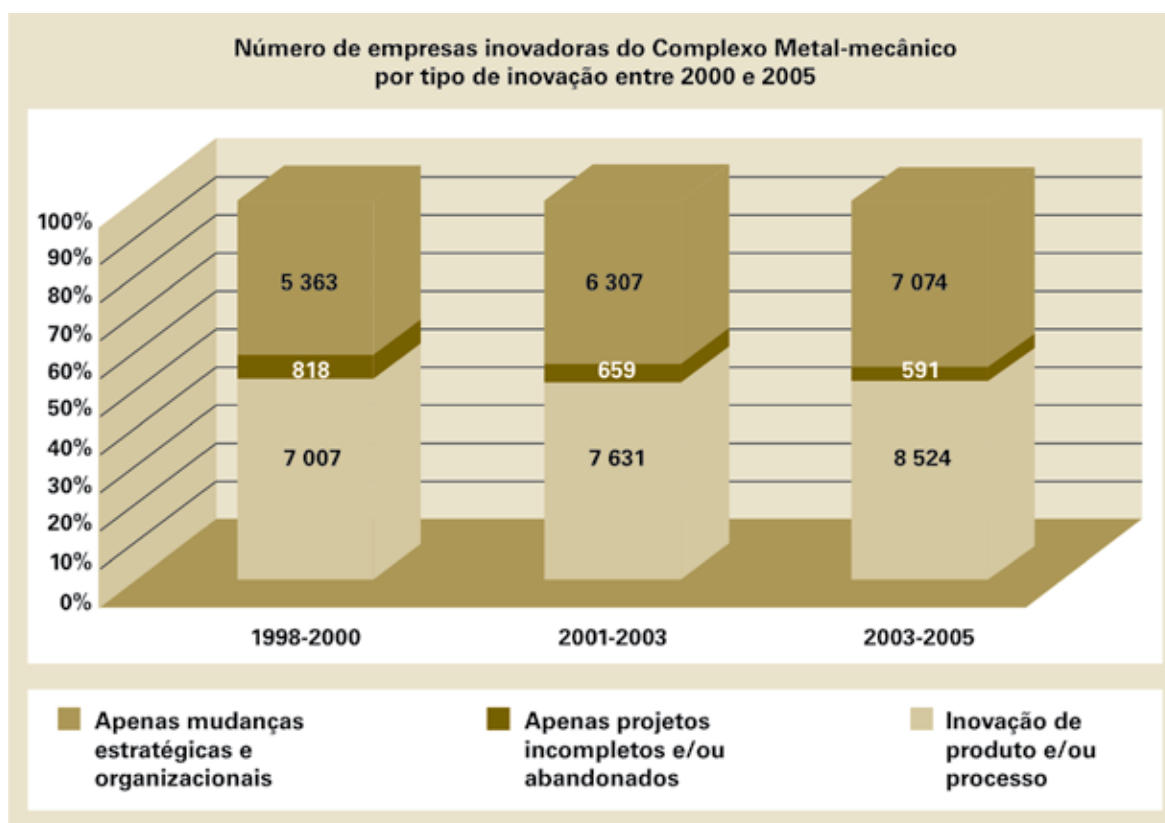


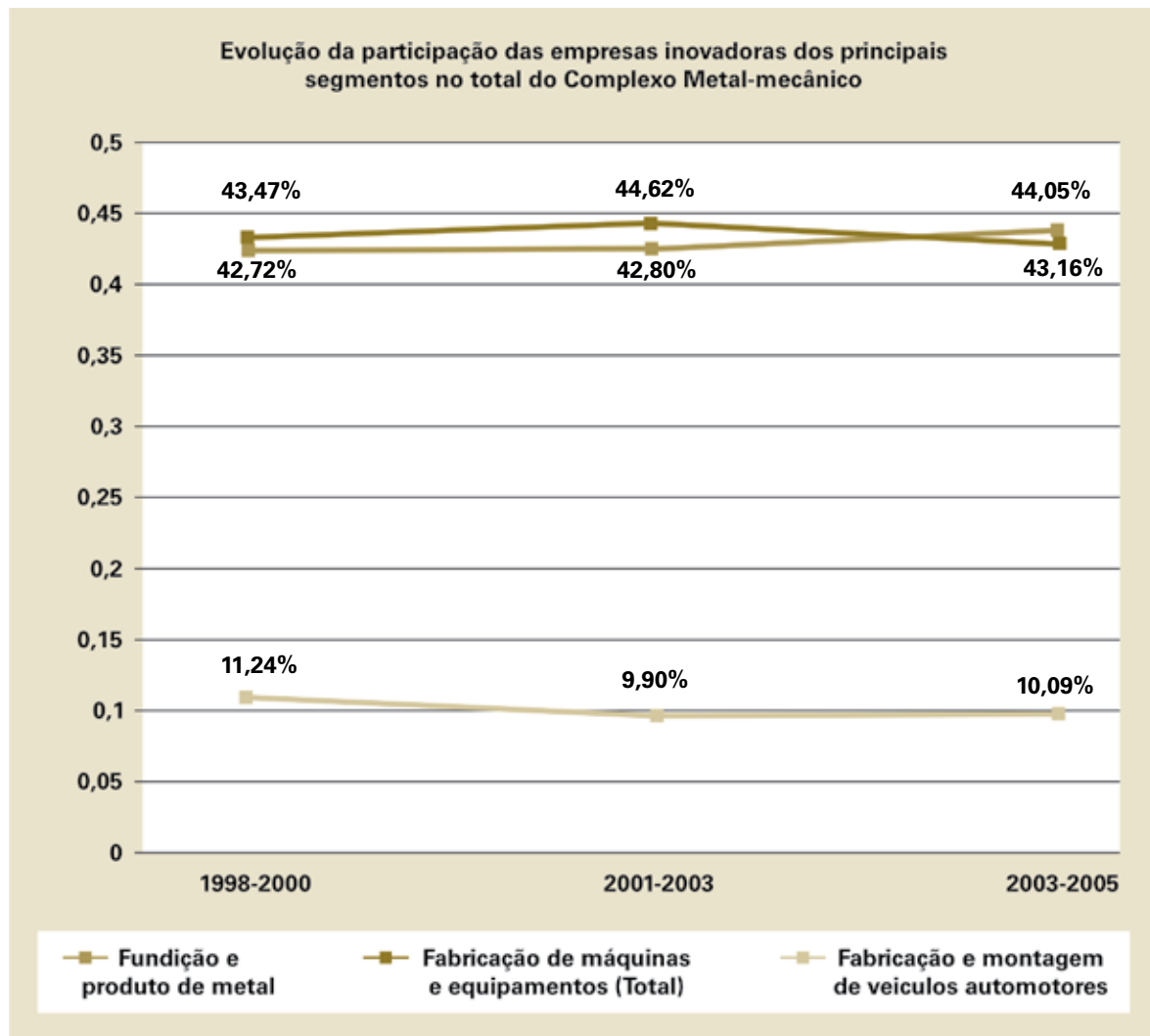


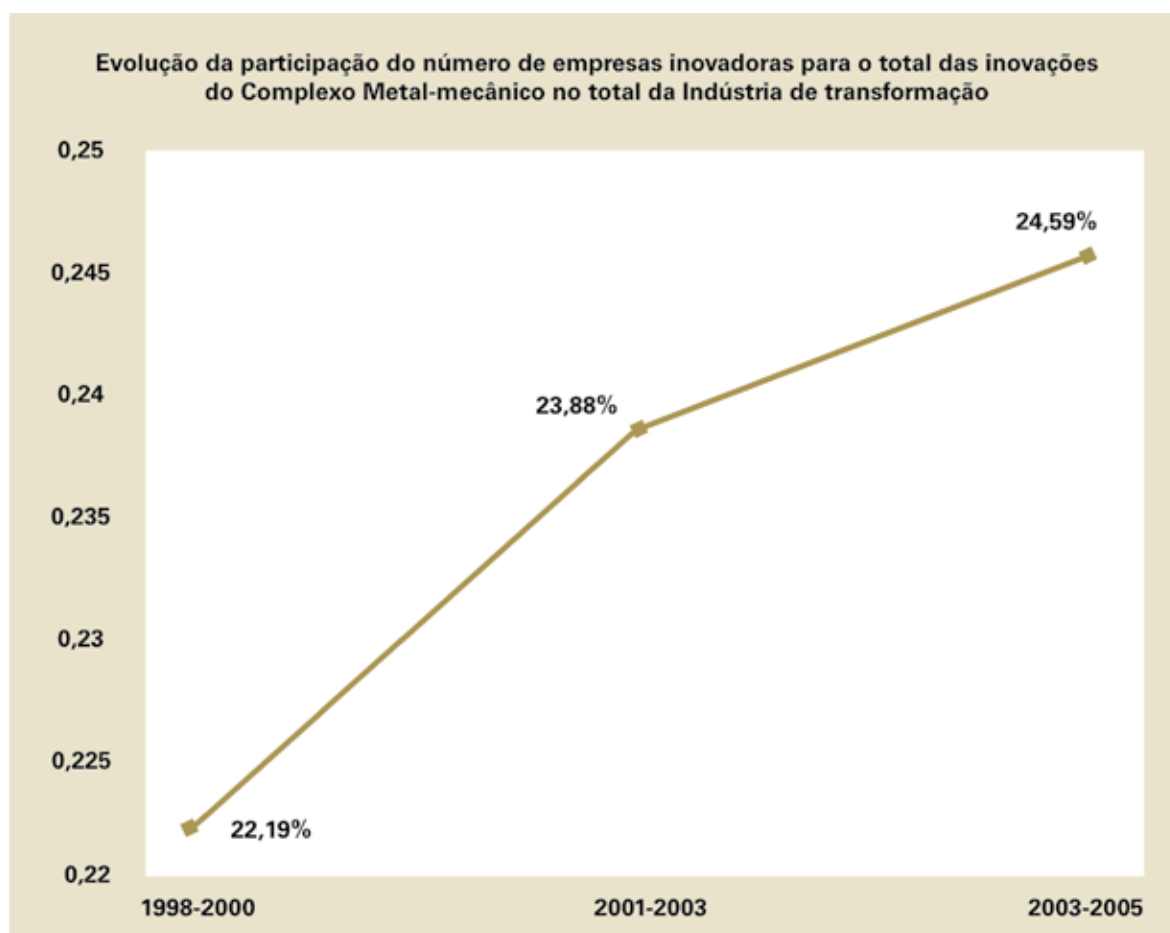


Números de empresas que implementaram inovação de produto e/ou processo no segmento Fabricação e montagem de veículos automotores, na Indústria de transformação e no Complexo Metal-mecânico

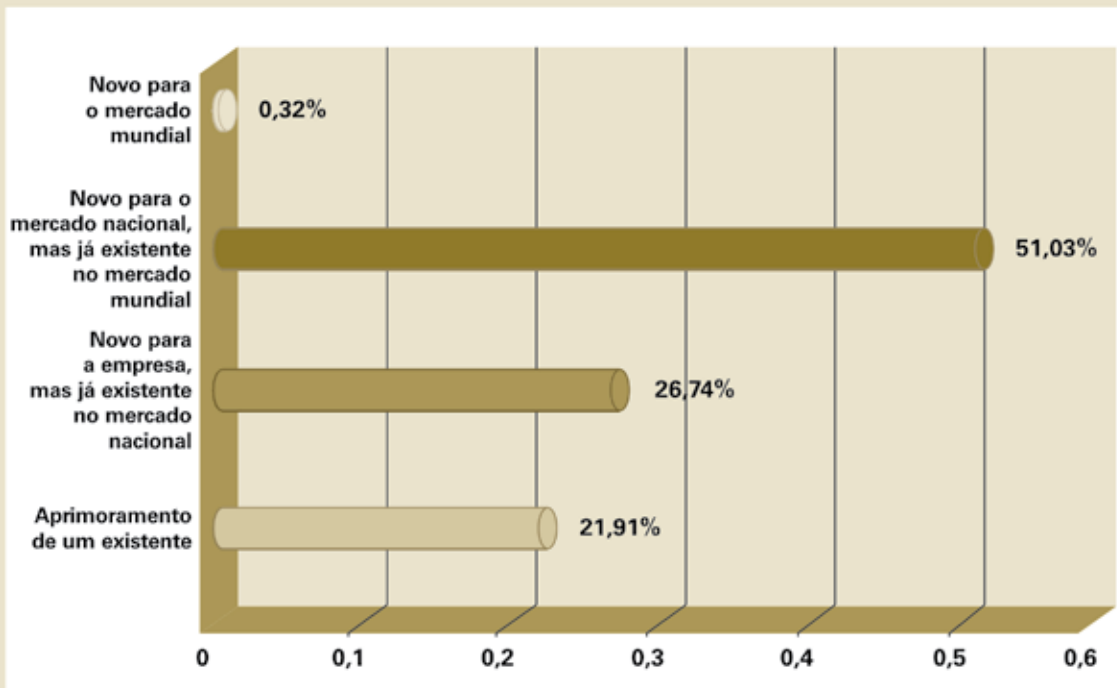




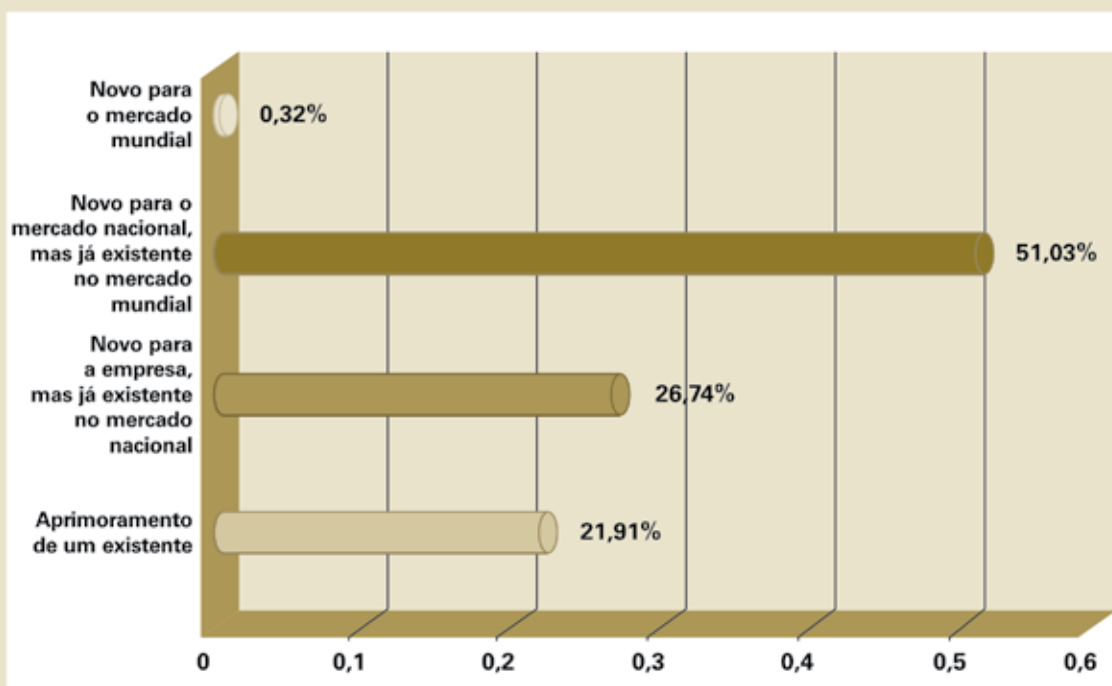




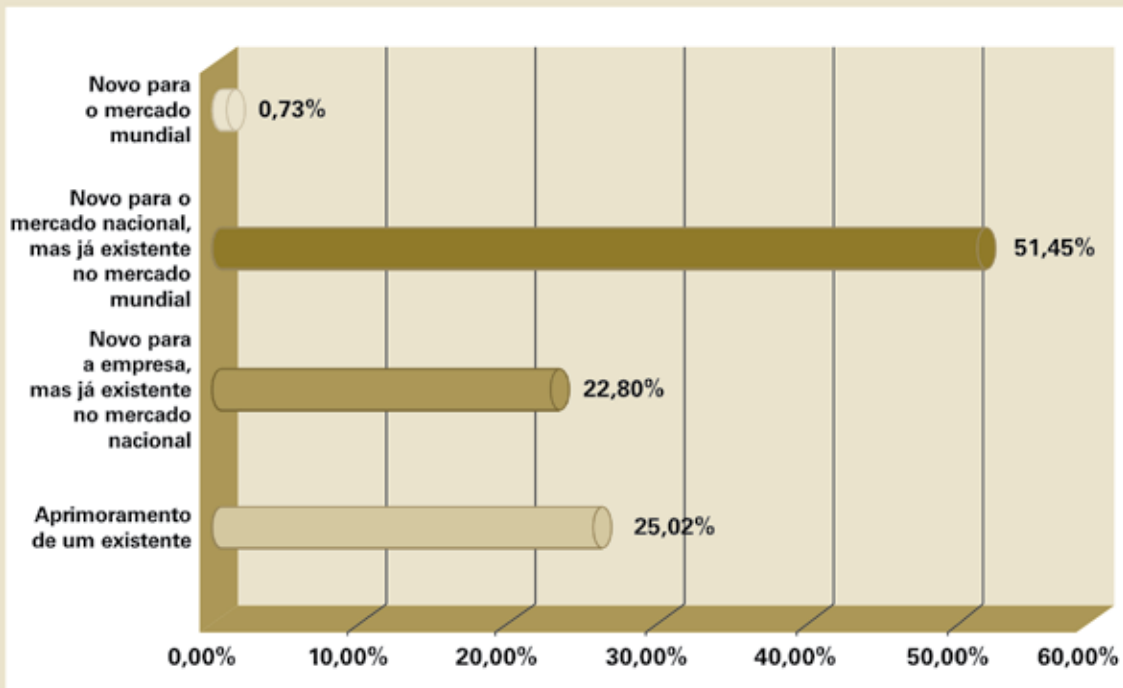
Grau de novidade produto e/ou do processo nas empresas que implementaram inovações na Indústria de transformação (2001 – 2003) – Percentual de Empresas



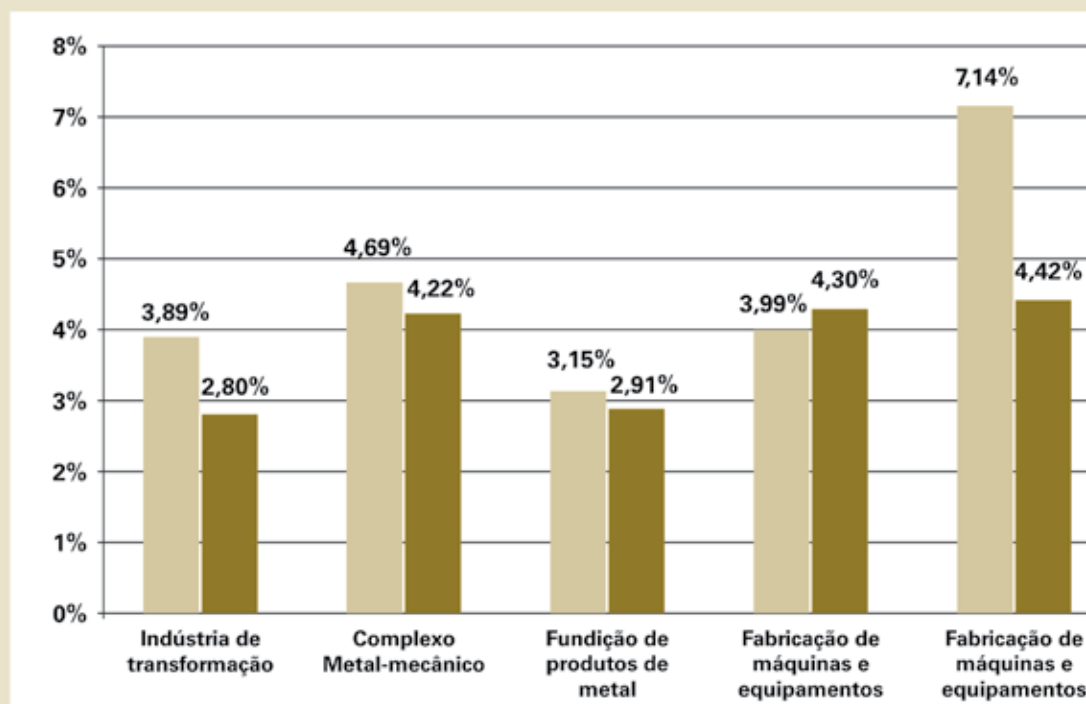
Grau de novidade produto e/ou do processo nas empresas que implementaram inovações na Indústria de transformação (2001 – 2003) – Percentual de Empresas



Grau de novidade produto e/ou processo nas empresas que implementaram inovações no Complexo Metal-mecânico (2001-2003) – Percentual de empresas



Grau de inovação nos anos de 2000 e 2005

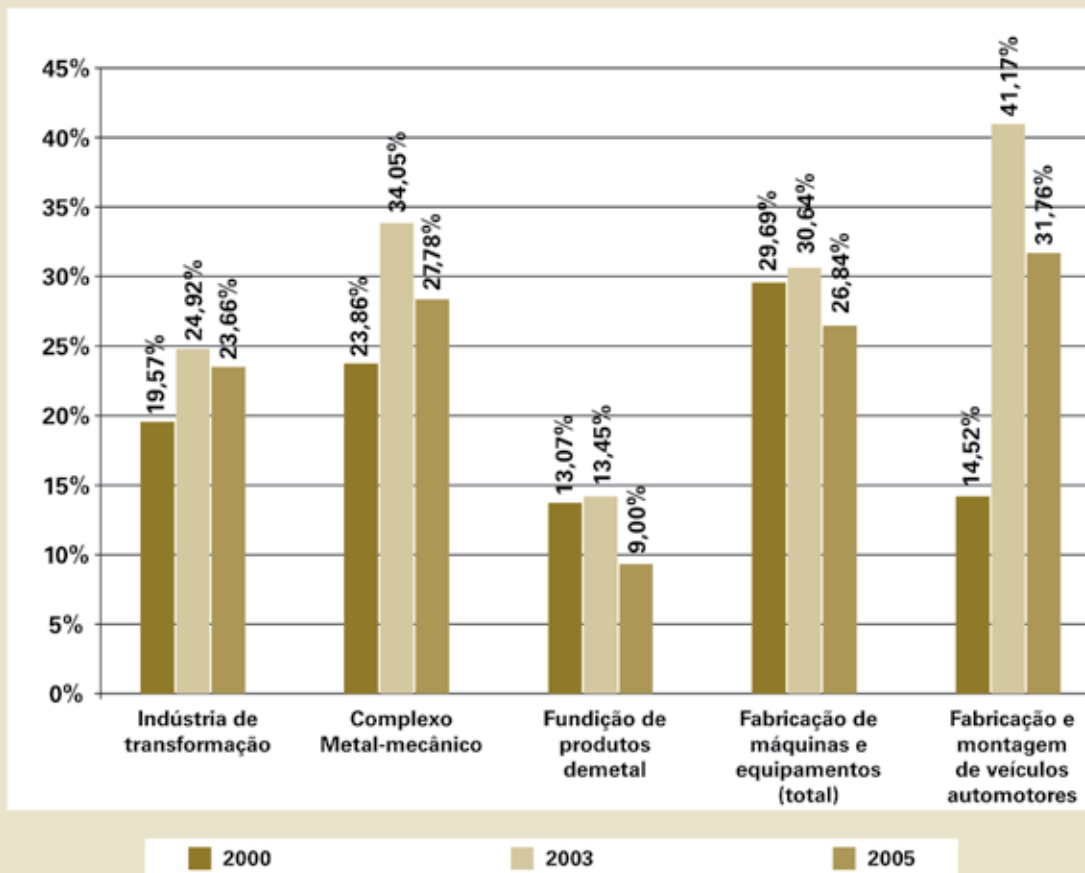


Obs: Calculado a partir da participação dos gastos em inovação da receita líquida de vendas

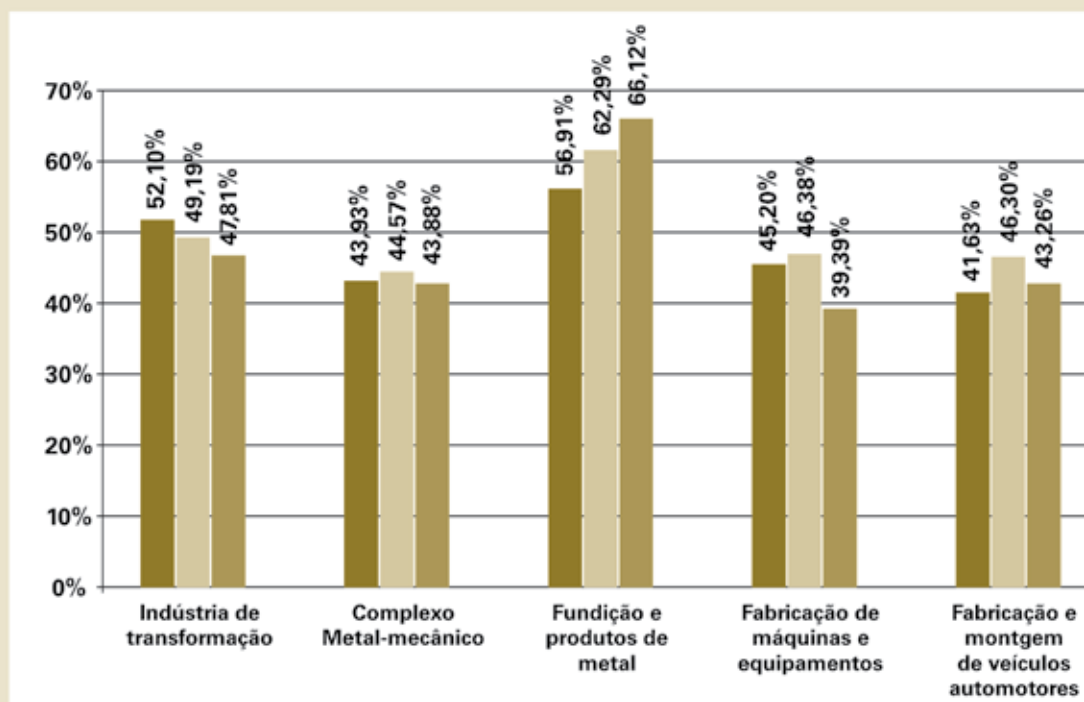
■ 2000

■ 2005

Grau de inovação em P&D nos anos de 2000, 2003 e 2005



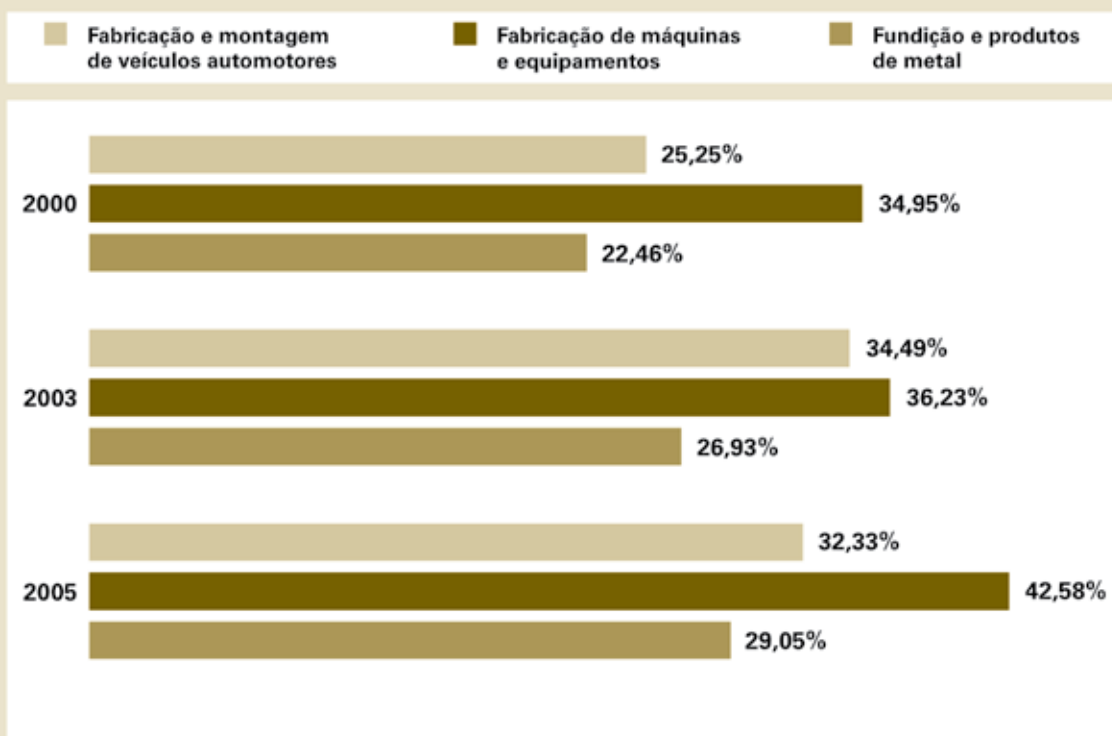
Grau de inovação em máquinas e equipamentos nos anos de 2000, 2003 e 2005



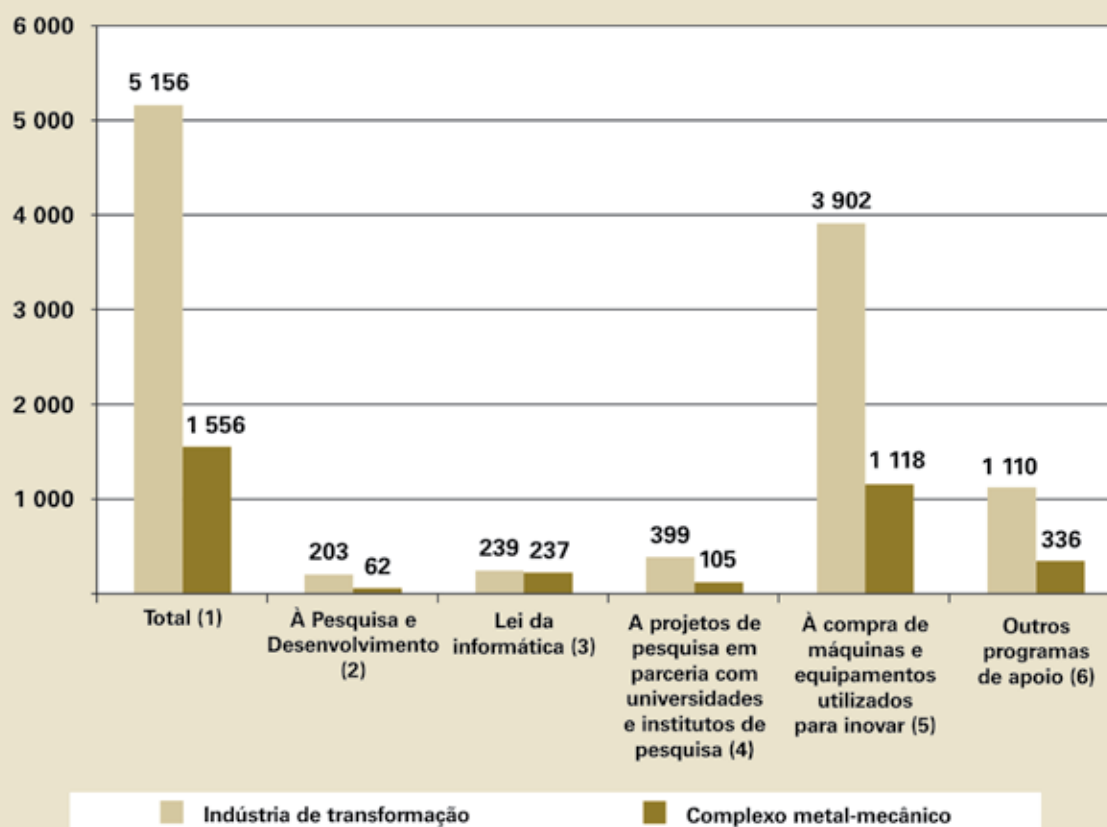
Obs: Calculado a partir da participação dos gastos em inovação da receita líquida de vendas



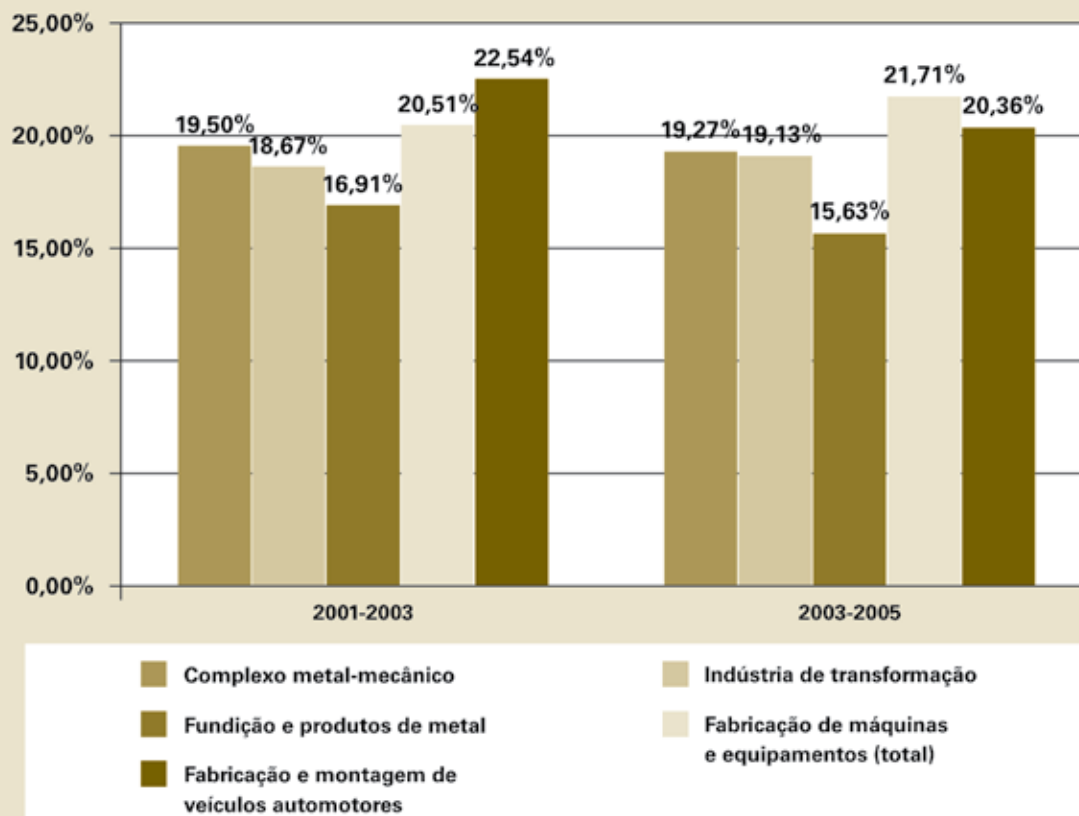
Participação das empresas que realizaram atividades inovativas no total das empresas dos segmentos Fundição, Máquinas e Equipamentos e Veículos Automotores



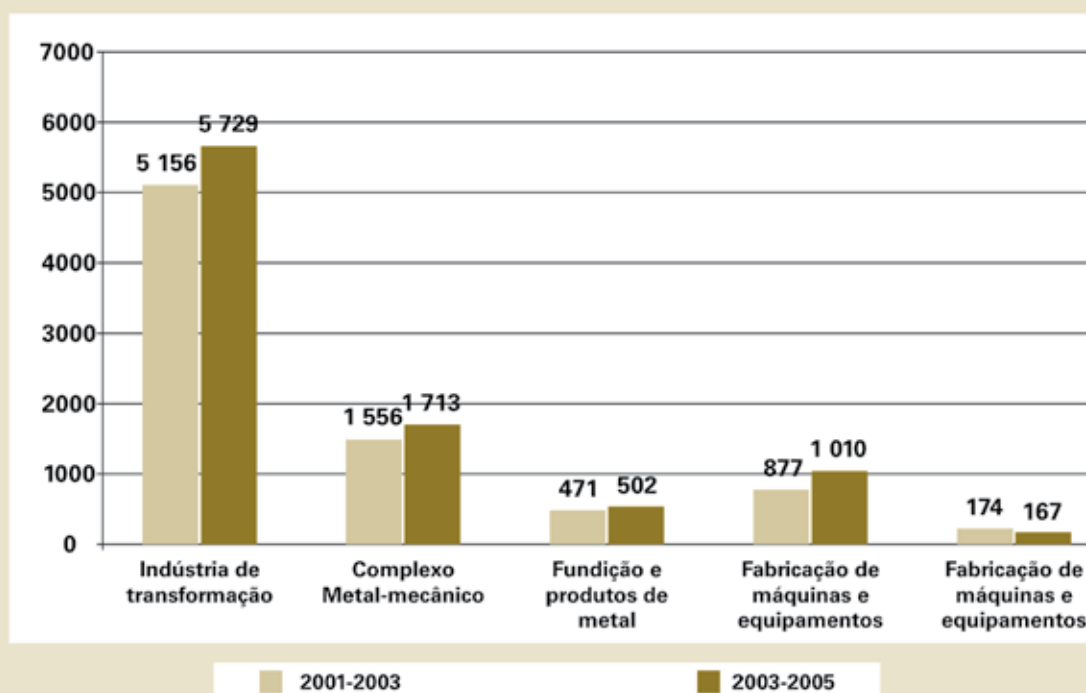
Número de empresas que receberam apoio do governo no Complexo Metal-mecânico e na Indústria de transformação no período de 2001-2003



Setores que receberam apoio do governo para a inovação, nos períodos de 2001-2003 e 2003-2005



Número de empresas que receberam apoio do governo para a inovação,
nos períodos de 2001-2003 e 2003-2005



SENAI/DN

Unidade Tendências e Prospecção – UNITEP

Luiz Antonio Cruz Caruso
Gerente-Executivo

Luiz Antonio Cruz Caruso
Marcello José Pio
Revisão Técnica

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC **Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND**

Gabriela Leitão
Normalização

Maria Clara Costa
Produção Editorial

Elaboração

Ricardo M. Naveiro
Heloisa V. Medina
Filipe Sálvio

Roberto Azul
Revisão Ortográfica
Xxxxxxxxxx
Projeto gráfico e diagramação



*Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional*

