

INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE PLÁSTICOS

Mudanças Estruturais e Tecnológicas e Impactos na Qualificação Profissional

Francisco L. C. Teixeira

n.1



Brasília 2005

INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE PLÁSTICOS

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*

INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE PLÁSTICOS

Mudanças Estruturais e Tecnológicas e Impactos na Qualificação Profissional

Francisco L. C. Teixeira



n.1

Brasília 2005



Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais

SENAI/DN

Unidade de Tendências e Prospecção - UNITEP

Ficha Catalográfica

T266i

Teixeira, Francisco Lima Cruz.

Indústria de transformação de plásticos : mudanças estruturais e tecnológicas e impactos na qualificação profissional / Francisco Lima Cruz Teixeira. – Brasília, SENAI/DN, 2005.

53 p. : il.

ISBN: 85-7519-157-8

1. Indústria de transformação de plásticos 2. Educação Profissional I. Título II. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

CDU: 678.331.363

SENAI

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (061) 3317-9544
Fax: (061) 3317-9550
www.senai.br

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Cadeia produtiva da indústria de transformação de plásticos	23
Gráfico 1 – EUA: segmentação do uso de plásticos	27
Quadro 1 – Principais tipos de aplicações de termoplásticos, termorrígidos e elastômeros	29
Figura 2 – Árvore das aplicações técnicas de termoplásticos	31
Figura 3 – Plásticos de utilização geral, de engenharia e especiais	32
Figura 4 – Esquema das famílias e tipos básicos de TPEs	33
Tabela 1 – Brasil: indústria de transformação de plásticos – dados selecionados – 2002	39
Gráfico 2 – Brasil: distribuição espacial das empresas de transformação de plásticos	42
Tabela 2 – Brasil: distribuição da demanda por resinas plásticas – 2002	43
Tabela 3 – Brasil: segmentos de mercado de aplicação de plásticos – 2002	44
Gráfico 3 – Brasil: consumo de plástico por processo de transformação – 2002	45
Tabela 4 – Brasil: estrutura de custos e despesas da indústria de transformação de plásticos – 2002	46
Figura 5 – Síntese das mudanças na qualificação profissional	50

Sumário

Apresentação	
Sumário Executivo	11
1 Introdução	19
2 Características Estruturais do Setor	21
3 Trajetórias Tecnológicas	27
4 A Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil	39
5 Mudanças Estruturais e Tecnológicas: impactos no perfil ocupacional	47
6 Recomendações para atuação do SENAI	51
Referências	53

Apresentação

Com o intuito de dar publicidade aos resultados da aplicação do Modelo SENAI de Prospecção em setores industriais, temos o prazer de disponibilizar o estudo *Indústria de Transformação de Plásticos: mudanças estruturais e tecnológicas e impactos sobre a qualificação profissional*.

Este estudo constitui uma atividade de monitoramento e é resultado da continuidade da aplicação do Modelo SENAI de Prospecção no setor petroquímico. A Indústria de Transformação de Plásticos caracteriza-se, em termos produtivos, pela transformação de resinas sintéticas, produzidas no âmbito da indústria petroquímica como insumos e bens de consumo final como produtos.

O estudo objetivou identificar além dos atores e respectivos envolvimentos, as mudanças estruturais e tecnológicas na Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil e seus impactos no perfil ocupacional e na qualificação profissional, dando, assim, maior compreensão do funcionamento da cadeia petroquímica.

Espera-se que este estudo possa ser mais um importante instrumento de informação sobre o mercado de trabalho, a educação profissional e os serviços tecnológicos, para empresas e profissionais do setor, entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, bem como para a tomada de decisão quanto à formulação de políticas de formação profissional.

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor-Geral

Sumário Executivo

O objetivo deste estudo é identificar as mudanças estruturais e tecnológicas na Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil e seus impactos no perfil ocupacional e na qualificação profissional do setor.

A Indústria de Transformação de Plásticos e (ITP) caracteriza-se, em termos produtivos, pela transformação de resinas sintéticas (polímeros), produzidas no âmbito da indústria petroquímica, em artigos que serão destinados ao consumo final (utensílios de plásticos, por exemplo) ou à demanda de outros setores industriais, que incorporam os transformados plásticos nos seus produtos de consumo final (embalagens, por exemplo). Na cadeia produtiva que tem as resinas petroquímicas como insumos e bens de consumo final como produtos, outras atividades e agentes estão envolvidos, além da produtora de resina e a transformadora.

As empresas de transformação de plásticos são bastante heterogêneas no que diz respeito ao tamanho, à qualificação técnica e aos mercados atendidos. Como as barreiras à entrada, tanto tecnológicas como de capital, não são muitas, o setor comporta um grande número de empresas, com um tamanho médio relativamente pequeno.

É importante observar que, ao longo da cadeia produtiva que vai dos petroquímicos básicos até a transformação de plásticos, a concentração produtiva é bastante desigual. No Brasil, existem quatro produtores de petroquímicos básicos e vinte de resinas termoplásticas. Já a quantidade de empresas de transformação é bem maior: em 2004, somavam 8.048 (MDIC, 2004). Essa estrutura produtiva resulta em uma assimetria de poder de barganha entre as produtoras de resinas e as transformadoras, que convivem com uma oferta oligopolizada. O recurso às importações é dificultado pelos custos de transporte, assistência técnica e outros custos de internalização do produto.

A crescente maturidade tecnológica do setor petroquímico levou à competição por inovações de produtos para o campo do desenvolvimento de aplicações, através de copolímeros, blendas, aditivação e compostagem.

Esse tipo de esforço competitivo das empresas de resinas, conhecido por “estratégia de descomoditização”, tem por objetivo capturar nichos de mercado de alto valor agregado, por meio do atendimento aos requisitos dos usuários da forma mais completa possível. A inovação em aplicações torna-se essencial para a criação de novas oportunidades de negócios, mediante a criação de novos mercados. Essas inovações, mesmo quando desenvolvidas na indústria petroquímica, são efetivadas no setor de transformação de plásticos.

Nessa área de inovação, cumpre assinalar que a indústria de aditivos, um dos segmentos da química fina, vem ofertando produtos cada vez mais avançados e sofisticados, com o objetivo de ampliar o mercado dos plásticos por meio da incorporação de novas características ao produto final. Nessa área assiste-se, ainda, à aplicação da nanotecnologia à formulação de resinas, por meio de “nanocargas”.

A competição intermateriais, uma das características mais marcantes do setor, tem condicionado a sua trajetória tecnológica. Ela não se limita aos plásticos versus materiais tradicionais. Entre as resinas plásticas, a competição intermateriais também existe, considerando que mais de uma resina pode ser usada na mesma aplicação. Nesse sentido, três desenvolvimentos tecnológicos devem ser mencionados:

- Na área de processos, a utilização de catalizadores metallocênicos para a produção de poliolefinas, principalmente polietilenos;
- A emergência e a difusão dos plásticos de engenharia, que vêm acirrando a competição intermateriais;
- Algumas empresas de resinas estão oferecendo ao mercado uma família de novos produtos, chamados genericamente de elastômeros termoplásticos. Esses produtos possuem as propriedades da borracha (elasticidade e flexibilidade), com a facilidade de processamento de termoplásticos.

O processo produtivo da indústria de transformação, ao contrário da produção de resinas, baseada em processos contínuos, é caracterizado pelo uso de máquinas organizadas em processos discretos ou intermitentes.

Os principais processos de produção de plásticos são extrusão, injeção e sopro. As principais inovações que estão sendo introduzidas nessas máquinas são as seguintes:

- A introdução de dispositivos de controle automatizados (CLPs) com interface amigável, baseados no sistema operacional Windows, e que permitem a interligação com sistemas de gestão do tipo ERP (Electronic Data Processing);
- Extrusoras que permitem a extrusão de várias resinas ao mesmo tempo (co-extrusão), dando ao produto final características técnicas e de design particulares;
- Injetoras que incorporam manipuladores automáticos (robôs) para realizar a operação de descarga do produto da máquina;
- Uma nova família de injetoras permite a injeção de mais de uma resina (multicomponentes), tornando possível a fabricação de peças com características técnicas e de design diversificadas;
- Existe uma permanente evolução das máquinas no sentido da precisão mecânica que aumenta a repetibilidade e a produtividade dos processos de transformação.

A inovação em design é outra ferramenta competitiva importante na indústria de transformação de plásticos. Nessa área, a principal inovação é a utilização de ferramentas de prototipagem rápida, que permitem a concepção do produto com o uso de CAD, a simulação da fabricação de peças experimentais, antes que o molde propriamente dito seja feito por meio de usinagem integrada por computador.

O acirramento da competição na indústria de transformação, em todo o mundo, tem levado as empresas a operarem com margens cada vez menores. As principais respostas a essas pressões da concorrência são a procura por oportunidades competitivas no desenvolvimento de aplicações e mercados, em paralelo às petroquímicas, e no processamento otimizado e customizado das suas matérias-primas, além da introdução de inovações organizacionais.

Dadas essas características, o processo inovativo na indústria de transformação pode ser caracterizado como, principalmente, mas não exclusivamente, exógeno, além de incremental.

Os principais fatores de competitividade ITP são:

- Condições de acesso a matérias-primas, incluindo preço, qualidade e diversidade;
- Capacidade de desenvolvimento de mercados, principalmente em segmentos de alto valor agregado;
- Acesso a moldes e matrizes em bases inovadoras e preços competitivos;
- Capacitação produtiva, abrangendo eficiência e qualidade.

As principais ocupações envolvidas com a ITP são:

- Engenheiros de materiais ou de polímeros;
- Designers capazes de trabalhar no projeto de peças e moldes;
- Engenheiros mecânicos aptos a projetarem moldes e matrizes;
- Ferramenteiros para a produção de moldes e matrizes;
- Técnicos em operação de ferramentas de CAD/CAE;
- Técnicos de laboratórios;
- Técnicos em polímeros;
- Operadores de máquinas;
- Montadores.

A ITP no Brasil, assim como em todos os países, possui uma estrutura de mercado que tem por principal característica a oferta atomizada e segmentada. O grande número de micro e pequenas empresas denota a baixa qualificação técnica da produção, principalmente aquela que atende ao mercado de produtos finais. O setor passa por um processo, ainda que lento, de qualificação, motivado por:

- Interesse das produtoras de resinas em expandir seus mercados;
- Entrada de empresas estrangeiras, principalmente para participarem das cadeias de suprimento das indústrias automobilística, eletroeletrônica e de eletrodomésticos;
- Aumento gradual da sofisticação do mercado consumidor.

No Brasil, a indústria é concentrada em São Paulo, com quase metade do total de empresas, Rio Grande do Sul (12,1%) e Santa Catarina (7,3%). Os fatores locacionais estão associados à:

- Proximidade dos centros consumidores, seja o mercado de consumo final, seja o mercado intersetorial;
- Existência de tradição na indústria mecânica;
- Capacidade empreendedora existente em uma região, uma vez que a indústria apresenta poucas barreiras à entrada;
- Disponibilidade de mão-de-obra qualificada.

Os principais problemas competitivos da Indústria de Transformação de Plásticos são:

- As produtoras locais podem praticar preços superiores aos internacionais, devido às tarifas e aos custos de internalização do produto. A estrutura atomizada da indústria de transformação, além da baixa qualificação técnica, confere às petroquímicas um poder de barganha superior ao de seus clientes, situação que, em épocas de escassez, pode ser ruinosa para as transformadoras;
- A importação de resinas mais sofisticadas implica preços superiores aos dos mercados dos países líderes, em virtude de impostos, custos de transporte etc.;
- O potencial de crescimento do mercado brasileiro não é totalmente aproveitado devido, de um lado, ao baixo nível de renda, e, de outro, às tímidas iniciativas de desenvolvimento, principalmente por parte da indústria de transformação;
- Condições de acesso a molde e matrizes em bases competitivas;
- A capacitação produtiva da indústria de transformação é, em média, baixa para os padrões internacionais.

A estrutura da indústria de transformação de plásticos no país está em processo de mudança, mesmo que lento, cujas principais forças motrizes são:

- Entrada de empresas estrangeiras no setor, principalmente em segmentos de produtos técnicos com altas exigências de qualidade. Mas empresas estrangeiras estão entrando também no mercado de produtos finais;
- Tentativas de se estabelecer uma melhor gestão das articulações entre as empresas de segunda geração (produtoras de resinas) e as transformadoras;
- A difusão de novos produtos, blendas e grades vem provocando uma maior qualificação tecnológica. No entanto, essa qualificação está se dando com maior intensidade entre as empresas grandes e médias. Ainda persistem os problemas de qualificação das micro e pequenas empresas;
- Existe um esforço de ampliar e qualificar os pólos de ferramentaria de Caxias do Sul e Joinville, bem como de criar novas unidades ofertantes.

As inovações que estão sendo introduzidas na ITP brasileira são as mesmas da indústria internacional, só que em velocidade mais reduzida do que nos países desenvolvidos:

- Os novos produtos, blendas e grades estão sendo oferecidos, em grande parte, por meio de importações, como é o caso dos elastômeros termoplásticos, polietilenos metalocênicos, plásticos especiais e de engenharia;
- As atividades de aditivação e compostagem têm resultado no desenvolvimento de novas aplicações que acirram a competição intermateriais;
- Lentamente, está se formando uma mentalidade de valorização do design como ferramenta competitiva;
- A necessidade de modernização do parque de máquinas é reconhecida pelo Fórum da Competitividade coordenado pelo MDIC (2004);
- Em termos de gestão, algumas empresas estão adotando ferramentas gerenciais modernas, como Gestão da Qualidade Total, Seis Sigma, Produção Enxuta etc. Além disso, as empresas mais qualificadas estão procurando implantar sistemas integrados de gestão, aproveitando os novos controles computadorizados das máquinas, integrando-os com ERPs.

Frente a essas mudanças estruturais e tecnológicas, a qualificação da força de trabalho também passa por um processo de transformação:

- A entrada de empresas estrangeiras no setor tem provocado uma maior exigência de qualificação da força de trabalho;
- As empresas que participam de cadeias de suprimento organizadas de acordo com a montagem modular passam a contar com trabalhadores em atividades de montagem;
- Exige-se do técnico um conhecimento mais aprofundado sobre propriedades de polímeros, incluindo os novos produtos, blendas, plásticos de engenharia e especiais;
- Demanda-se, cada vez mais, profissionais capazes de trabalhar na integração entre o design, a ferramentaria (moldes e matrizes) e a produção;
- Também tem sido alta a demanda por profissionais que trabalham em atividades de aditivação e compostagem, fazendo a ligação entre o mercado e o desenvolvimento de aplicações;
- Cresce ainda a demanda por profissionais que possam atuar no desenvolvimento de designs.

As recomendações para a atuação do SENAI na ITP são:

- Adaptação às características das empresas existentes na região atendida por cada centro;
- Ampliação e aprofundamento da sua atuação na área dos serviços tecnológicos, principalmente para micro e pequenas empresas, por meio de unidades móveis. Para isso, pode-se contar com fontes de recursos alternativos, a exemplo daqueles destinados aos programas de Arranjos Produtivos Locais (APLs);
- Na área de qualificação de pessoal, recomenda-se que os cursos de tecnologia de polímeros sejam aprofundados, em termos teóricos, porém com um forte componente de aplicação prática, integrando todos os componentes do processo produtivo.

1 Introdução

O objetivo deste estudo é identificar as mudanças estruturais e tecnológicas na Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil e seus impactos no perfil ocupacional e na qualificação profissional do setor. Ele faz parte de um trabalho mais amplo do SENAI Nacional, que visa identificar e prospectar mudanças estruturais, tecnológicas e organizacionais nos diversos setores industriais, com vistas a prever as necessidades futuras de qualificação profissional.

A Indústria de Transformação de Plásticos é um setor particularmente importante para esse tipo de trabalho, por várias razões. Em primeiro lugar, ele é intensivo em mão-de-obra, principalmente quando comparado com outros setores intensivos em capital, como a petroquímica, que são seus fornecedores. Em segundo, é um setor onde a micro e pequena empresa predomina. Esse tipo de empresa, em geral, não tem condições financeiras para sustentar programas próprios de formação profissional, sendo o SENAI um importante parceiro nesse processo. Em terceiro, trata-se de uma indústria que, no Brasil, apresenta baixos níveis médios de qualificação tecnológica e de capacitação da força de trabalho. Por último, mudanças tecnológicas e organizacionais estão sendo, mesmo que lentamente, difundidas no setor, requerendo uma capacitação cada vez maior dos trabalhadores para que essas mudanças se traduzam em efetiva competitividade.

Para a realização deste estudo, foram consultadas diversas publicações e bases de dados sobre a indústria, que forneceram a base conceitual e empírica inicial. Foi realizado também um trabalho de campo abrangendo um painel de nove empresas localizadas no Rio Grande do Sul, São Paulo e Bahia. Contou-se ainda com a experiência e *expertise* de três Centros do SENAI: o Centro Tecnológico de Polímeros – CETEPO (RS), a Escola SENAI Mario Amato (SP) e o Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia – CIMATEC (BA).

O autor agradece a todos os que forneceram informações. Agradecimentos especiais são dirigidos a Viviane Lovison, do CETEPO, Marilene Giraldelli, da Escola Mario Amato, e Manuel Alpire Chavez, do CIMATEC, sem cujos apoios este trabalho não seria possível.

2 Características Estruturais do Setor

AIndústria de Transformação de Plásticos e (ITP) caracteriza-se, em termos produtivos, pela transformação de resinas sintéticas (polímeros), produzidas no âmbito da indústria petroquímica, em artigos que serão destinados ao consumo final (utensílios de plásticos, por exemplo) ou à demanda de outros setores industriais, que incorporam os transformados plásticos nos seus produtos de consumo final (embalagens, por exemplo). Conforme ilustrado na Figura 1, na cadeia produtiva que tem as resinas petroquímicas como insumos e bens de consumo final como produtos, outras atividades e agentes estão envolvidos, além da produtora de resina e a transformadora.

A própria produtora de resinas executa, em geral, as atividades de desenvolvimento de aplicações, bem como de aditivação. O desenvolvimento de aplicações é uma atividade essencialmente técnica e consiste em pesquisar formas de modificar a resina para que ela possa ser usada em determinada aplicação (bem de consumo final ou demanda intersetorial) ou para que ela possa ter o seu desempenho, no processo de transformação, melhorado. Essa atividade envolve tarefas laboratoriais e industriais, em escala piloto – que têm como resultado a obtenção de formulações adequadas aos objetivos pretendidos, por meio da adição de outras resinas e de aditivos –, e de simulação dos processos de transformação, visando testar as soluções encontradas nas máquinas transformadoras das resinas modificadas. O desenvolvimento de aplicações está, portanto, intimamente relacionado com a atividade de desenvolvimento de mercados, parte da área comercial de uma produtora de resinas.

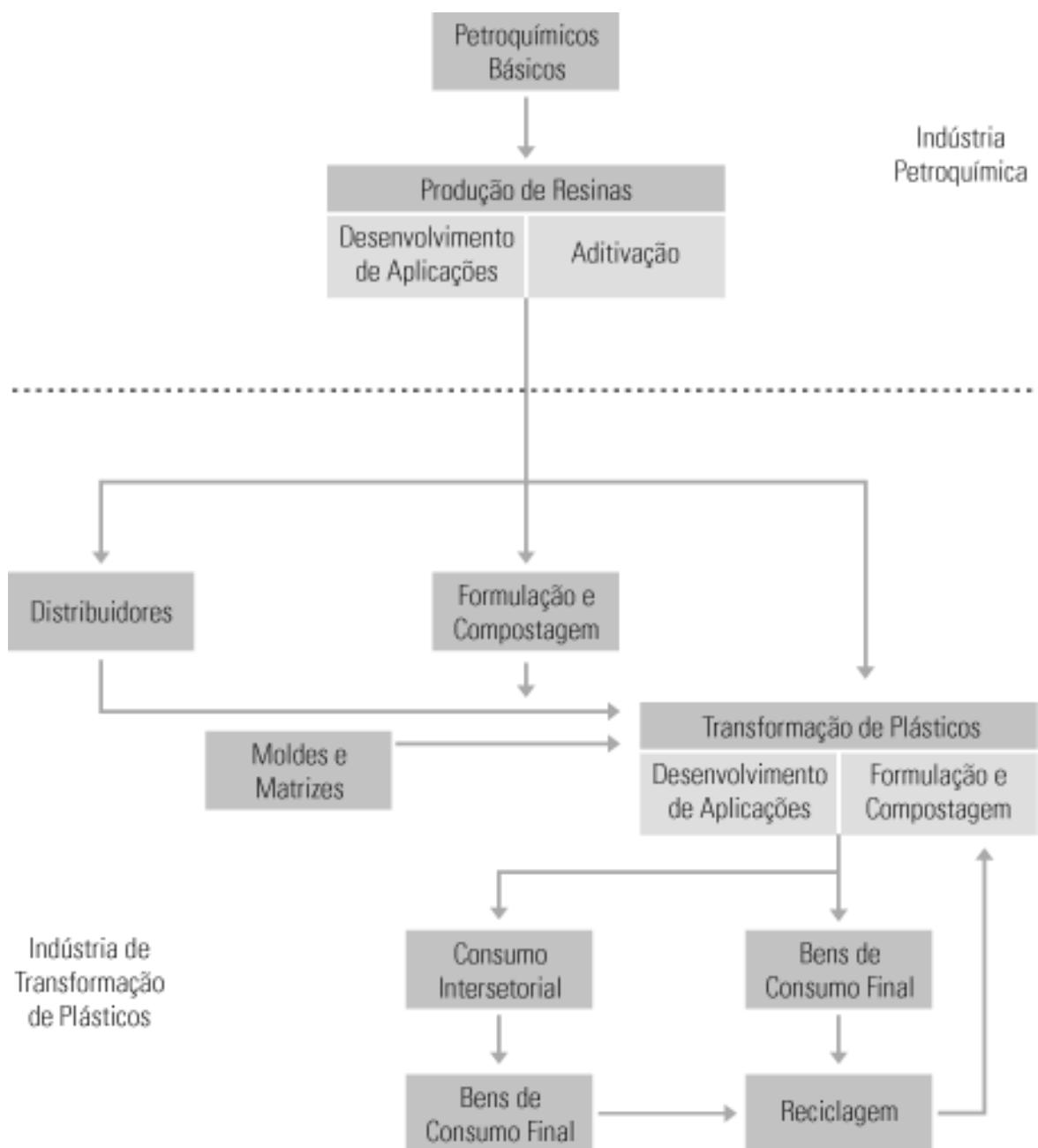
Além disso, a empresa petroquímica pode executar as atividades de aditivação e compostagem por meio de uma empresa controlada ou por uma *joint-venture*. Elas consistem na produção, em larga escala, de resinas modificadas (formulações), obtidas no desenvolvimento de aplicações, por meio da mistura física de aditivos (pigmentos e corantes, por exemplo), outras resinas (blendas) ou outros insumos. Não envolve transformação química nas resinas e insumos, apenas mistura física.

As produtoras de resinas oferecem ao mercado:

- Homopolímeros, que se diferenciam por *grades* – modificações estruturais na resina, geralmente obtidas durante a reação de polimerização – conforme a aplicação de destino;
- Copolímeros, obtidos pela reação de mais de uma matéria-prima (eteno e propeno, por exemplo);
- Blendas (mistura de dois polímeros) e resinas modificadas por aditivação e compostagem, geralmente por meio unidades de produtivas especializadas.

Esses produtos são vendidos para distribuidores, para empresas independentes de formulação e compostagem, ou diretamente para empresas de transformação. Os distribuidores atendem, basicamente, à demanda de pequenos transformadores, cujas necessidades são pequenas para serem atendidas pelas petroquímicas, e ao mercado *spot*. Através deles, as resinas chegam à grande quantidade de pequenos transformadores, que, em geral, atendem segmentos de mercado menos qualificados. Em geral, o preço da resina no distribuidor é mais cara, essa diferença podendo chegar a 30%. Apesar disso, observa-se um crescimento das atividades dos distribuidores, tanto no Brasil como em outros países, uma vez que as produtoras de resinas preferem atender diretamente apenas os grandes clientes.

As empresas de formulação e compostagem são especializadas nas atividades técnicas de desenvolvimento de aplicações para atender nichos de mercado bem delimitados. Em geral, além de desenvolverem as formulações, executam as misturas físicas e, em alguns casos, transformações químicas de resinas, aditivos ou cargas, vendendo ao transformador soluções prontas para a obtenção de determinadas características técnicas dos produtos finais transformados.

FIGURA 1 - Cadeia produtiva da indústria de transformação de plásticos

As empresas de transformação podem produzir seus artigos a partir de homopolímeros, copolímeros, blendas ou compostos. As maiores e mais qualificadas podem desenvolver as atividades de desenvolvimento de aplicações, formulação e compostagem. A obtenção de uma formulação

especial, destinada a determinada aplicação, preservada por sigilo, pode conferir à empresa um poder mercadológico diferenciado, sendo essencial para a captura de nichos de mercado especiais ou para garantir fatias de mercados altamente competitivos.

A transformação plástica utiliza moldes em metal na produção de peças moldadas por injeção e matrizes, também em metal, em processos de extrusão. A produção de moldes e matrizes, atividade conhecida como ferramentaria, ou matrizaria, pode ser feita pela própria transformadora, ou por empresas especializadas, pertencentes ao ramo metalmecânico. O acesso a moldes e matrizes em bases competitivas possibilita que os novos produtos possam ser fabricados com a rapidez e a qualidade exigidas pelo mercado, sendo, portanto, um importante fator estrutural de competitividade.

As empresas de transformação de plásticos são bastante heterogêneas no que diz respeito ao tamanho, à qualificação técnica e aos mercados atendidos. Como as barreiras à entrada, tanto tecnológicas como de capital, não são muitas, o setor comporta um grande número de empresas, com um tamanho médio relativamente pequeno e alto desvio padrão. A qualificação técnica da transformação e a escala de produção determinam o tipo de mercado atendido.

O mercado intersetorial, em geral, requer tanto qualificações de ordem técnica como de escala. Os setores que trabalham com produtos finais com reduzida margem de tolerância a erros (automobilística, por exemplo) impõem normas a toda cadeia de suprimento. Nesse exemplo, não só o produto do transformador (peça ou componente) tem que ser certificado pela montadora de automóveis, mas também os produtos usados na transformação, chegando até ao produtor de resinas. No caso da indústria automobilística, as montadoras tendem a lidar diretamente com um número reduzido de supridores, que devem possuir escalas de produção elevadas. Além disso, em alguns casos, o desenvolvimento de soluções para os projetos das peças e respectivos moldes pode ser feito conjuntamente pelo supridor da resina e o cliente industrial, cabendo ao transformador apenas a execução das tarefas de processamento.

Com a difusão do sistema de produção baseado em montagem modular, iniciado na indústria automobilística, mas já encontrado em outros bens duráveis, como os eletroeletrônicos e eletrodomésticos, as empresas de transformação que participam da cadeia de suprimento desses setores passam a incorporar atividades de montagem. A planta da Ford em Camaçari-BA, por exemplo, está organizada nessas bases. Isso significa que um supridor de peças injetadas, por exemplo, é também responsável pela montagem de toda a porta dos carros, incorporando diversos componentes de outros fornecedores. Essa é uma tendência que representa uma importante mudança estrutural na ITP.

O mercado de produtos finais é bastante diversificado, levando a uma estrutura de oferta atomizada. Apesar de existirem nichos de mercados oligopolizados, em geral demandantes de produtos de maior valor agregado, em muitos segmentos predomina a livre concorrência, muitas vezes em mercados regionais delimitados, com baixos requisitos de qualificações, onde o preço é o fator competitivo mais importante, como é o caso de sacos plásticos em geral. Nesse caso, as condições de acesso às matérias-primas são fundamentais para a competitividade do transformador.

É importante observar que, ao longo da cadeia produtiva que vai dos petroquímicos básicos até a transformação de plásticos, a concentração produtiva é bastante desigual. No Brasil, existem quatro produtores de petroquímicos básicos e vinte de resinas termoplásticas, sendo que um dos produtores de básicos e termoplásticos, a Rio Polímeros, iniciou sua operação em junho de 2005, utilizando gás natural como matéria prima. Já a quantidade de empresas de transformação é bem maior: em 2004, somavam 8.048 (MDIC, 2004). Essa estrutura produtiva resulta em uma assimetria de poder de barganha entre as produtoras de resinas e as transformadoras, que convivem com uma oferta oligopolizada. O recurso às importações é dificultado pelos custos de transporte, necessidade de maior volume de compra, assistência técnica e outros custos de internalização do produto. Mesmo assim, muitas vezes as resinas importadas têm menores preços que as nacionais.

A reciclagem de plásticos é uma atividade em crescimento em todo mundo. Representa, para o transformador, uma nova fonte de matérias

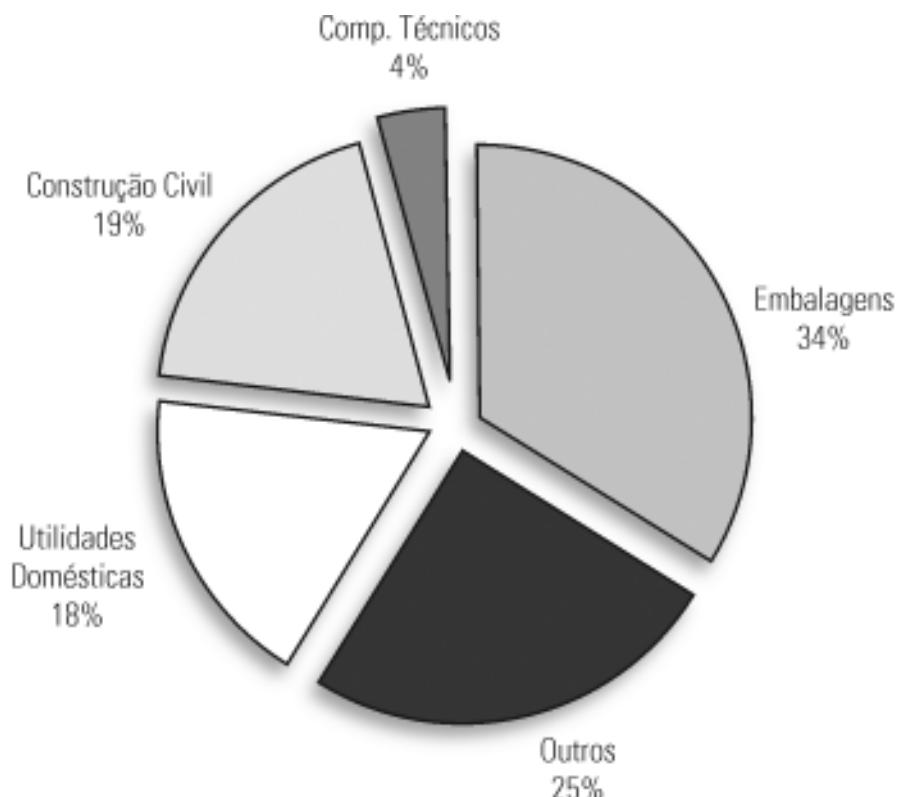
primas, embora de baixa qualidade, uma vez que, ao passar por processos de transformação, as resinas vão perdendo as suas características originais. Do ponto de vista ambiental, a reciclagem ataca o principal problema enfrentado hoje pela indústria de plásticos: a disposição final dos produtos após o seu uso.

3 Trajetórias Tecnológicas

O Quadro 1 relaciona as principais aplicações das resinas plásticas de maiores volumes de produção. Em termos técnicos, são consideradas resinas termorrígidas aquelas que não se fundem e são moldadas submetendo-se à temperatura e pressão. Já as termoplásticas, que amolecem a partir do aquecimento, podem ser moldadas e, quando resfriadas, ficam sólidas e adquirem uma nova forma. Os elastômeros, ou borrachas, são materiais capazes de se recuperarem de grandes transformações rápida e energeticamente.

O Gráfico 1 ilustra a segmentação do mercado de plásticos, tendo como exemplo os Estados Unidos, pelo critério do seu uso final. Apesar de ser o menor em termos de consumo de resinas, o segmento de componentes técnicos, que inclui as peças destinadas às indústrias automobilística, eletroeletrônica e de eletrodomésticos, é o que exige maior qualificação do transformador e o que, em geral, incorpora maior valor agregado.

GRÁFICO 1: EUA: segmentação do uso de plásticos



A crescente maturidade tecnológica do setor petroquímico levou a competição por inovações de produtos para o campo do desenvolvimento de aplicações, através de copolímeros, blendas, aditivação e compostagem. Esse tipo de esforço competitivo das empresas de resinas, conhecido por “estratégia de descomoditização”, tem por objetivo capturar nichos de mercado de alto valor agregado, por meio do atendimento aos requisitos dos usuários da forma mais completa possível. Em geral, esse tipo de estratégia está integrada a esforços mercadológicos, que incluem desenvolvimento de mercados, suprimento personalizado etc. Portanto, a inovação em aplicações torna-se essencial para a criação de novas oportunidades de negócios, mediante a criação de novos mercados. Essas inovações, mesmo que desenvolvidas na indústria petroquímica, são efetivadas no setor de transformação de plásticos.

Nessa área de inovação, cumpre assinalar alguns desenvolvimentos recentes. Em primeiro lugar, a indústria de aditivos, um dos segmentos da química fina, vem ofertando produtos cada vez mais avançados e sofisticados, com o objetivo de ampliar o mercado dos plásticos por meio da incorporação de novas características ao produto final. Aditivos que proporcionam ao produto plástico aparência de produto natural (madeira, por exemplo) são uma das inovações em pauta. Outra novidade é a utilização de novos materiais como carga, como, por exemplo, pó de serra (em substituição ao talco), carbonato de cálcio, fibra de vidro etc. Nessa área assiste-se, ainda, à aplicação da nanotecnologia à formulação de resinas, por meio de “nanocargas”.

QUADRO 1 - Principais tipos e aplicações de termoplásticos, termorrígidos e elastômeros

TERMOPLÁSTICOS	
Tipos	Aplicações
PET - Polietileno Tereftalato	Frascos de refrigerantes, produtos farmacêuticos, produtos de limpeza, mantas de impermeabilização e fibras têxteis.
PEAD - Polietileno de Alta Densidade	Embalagens para cosméticos, produtos químicos e de limpeza, tubos para líquidos e gás, tanques de combustível para veículos automotivos e filmes para sacolas plásticas.
PVC - Policloreto de Vinila	Frascos de água mineral, tubos e conexões, calçados, encapamentos de cabos elétricos, equipamentos médico-cirúrgicos, esquadrias e revestimentos.
PEDB - Polietileno de Baixa Densidade	Embalagens de alimentos, sacos industriais, sacos para lixo, lonas agrícolas, filmes flexíveis para embalagens e rótulos de brinquedos.
PEBDL - Polietileno de Baixa Densidade Linear	Filmes, sacolas, tampas
PP - Polipropileno	Embalagens de massas e biscoitos, potes de margarina, seringas descartáveis, equipamentos médico-cirúrgicos, fibras e fios têxteis, utilidades domésticas, autopeças (pára-choques de carro).
PS - Poliestireno	Copos descartáveis, placas isolantes, aparelhos de som e tv, embalagens de alimentos, revestimento de geladeiras, material escolar.
Outros	Plásticos especiais e de engenharia, CDs, eletrodomésticos, corpos de computadores.
TERMORRÍGIDOS	
Resinas Fenólicas e Melamina / Resinas Epóxi e Poliéster	Interruptores, peças industriais elétricas, peças para banheiro, pratos, travessas, cinzeiros, telefones.
ELASTÔMEROS	
SBR - Poliestireno-Butadieno	Bandas de rodagem de pneus, solados, adesivos, goma de mascar.
EPDM - Polietileno-Propileno-Dieno	Isolamento elétrico, esponjados, trafilados, peças automotivas.
BR - Polibutadieno	Pneus, mangueiras, correias transportadoras.
NBR - Borracha Nitrílica	Vedantes, solados especiais, diafragmas.
Outros	Diversas aplicações industriais, principalmente as que requerem resistência a óleos e umidade.

Fonte: ABIPLAST (2001) e ROCHA, LOVINSON e PIEROZAN (2003)

A competição intermateriais, uma das características mais marcantes do setor, tem, em grande medida, condicionado a sua trajetória tecnológica. As resinas plásticas historicamente avançaram sobre os mercados dos produtos tradicionais: vidro, papel, papelão, madeira, aço, cobre etc. Nessa competição, as características técnicas dos produtos, bem como os preços relativos, foram fundamentais para a rápida e ampla difusão dos plásticos ao longo do século XX. De fato, os custos de produção das resinas sintéticas decresceram significativamente nesse período, na medida do desenvolvimento tecnológico e do aumento das escalas de produção. Ademais, esses produtos são mais flexíveis no que se refere a suas aplicações, além de atenderem melhor, na maioria das vezes, aos requisitos técnicos dos usuários.

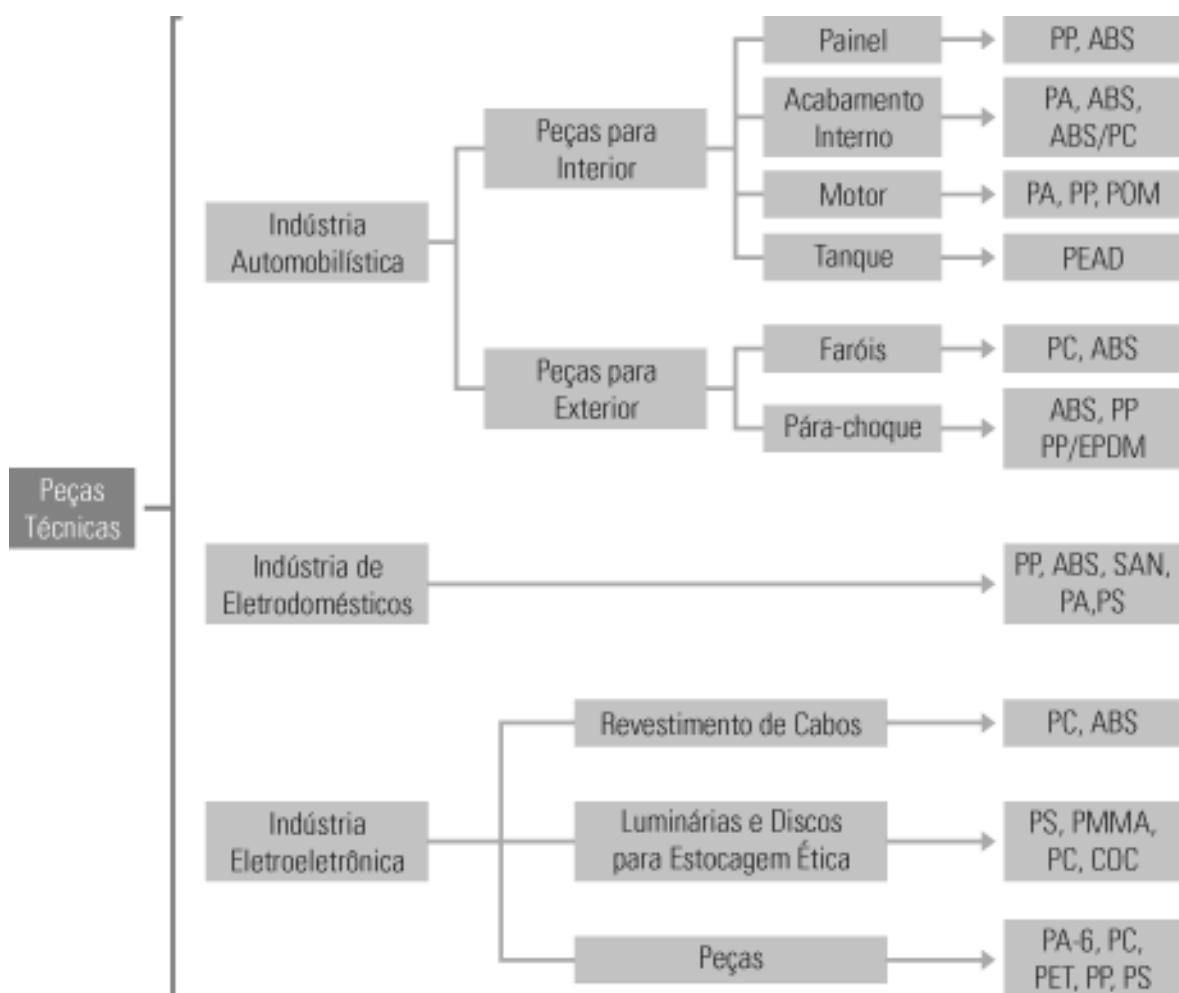
A competição intermateriais não se limita aos plásticos versus materiais tradicionais. Entre as resinas plásticas, ela também existe, considerando que mais de uma resina pode ser usada na mesma aplicação. Por exemplo, já há algum tempo, o polipropileno vem tentando invadir o mercado de tubos e conexões para a construção civil, reduto, até então inexpugnável, do PVC. Portanto, a maturidade da indústria petroquímica tem deslocado a competição entre os produtores de resinas para as áreas de aplicações e mercadológica.

Nesse sentido, três desenvolvimentos tecnológicos devem ser mencionados. Em primeiro lugar, na área de processos, a utilização de catalizadores metalocênicos para a produção de poliolefinas, principalmente polietilenos. Esses catalizadores têm como principal característica a possibilidade de imprimir determinadas propriedades à resina na fase de reação, eliminando a fase de aditivação e compostagem. É possível, ainda, produzir polietilenos com propriedades só encontradas em resinas concorrentes.

Em segundo, a emergência e difusão dos plásticos de engenharia acirrou a competição intermateriais. Bomtempo (2001) propõe uma definição desse tipo de material com base na natureza das suas aplicações e não por suas características físico-químicas. Assim, considera plásticos de engenharia aqueles que são usados em aplicações técnicas, em geral sob a forma de

peças ou componentes para a indústria automobilística, eletroeletrônica e outras. Com base nessa definição, é possível desenhar uma árvore das aplicações técnicas dos termoplásticos, conforme a Figura 2.

FIGURA 2 - Árvore das aplicações técnicas de termoplásticos

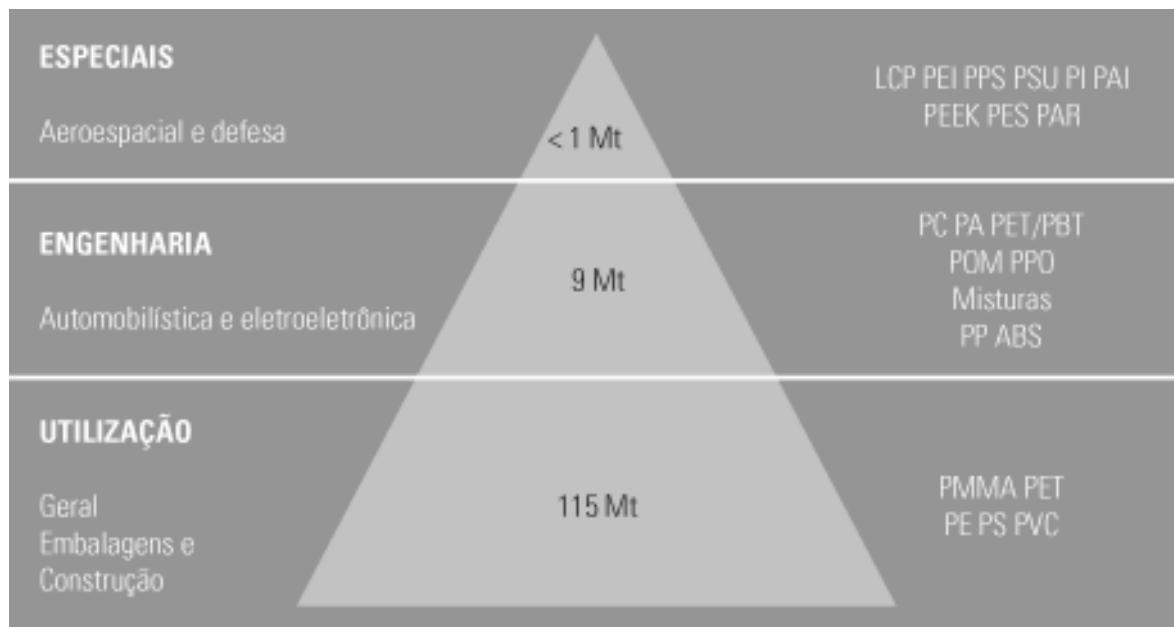


Fonte: Bomtempo (2001)

De acordo com essa definição, os plásticos de engenharia são os *big six* e suas misturas: policarbonato (PC), poliacetais (POM), politereftalato de butileno (PBT), politereftalato de etileno (PET), poliamidas (PA) e polióxido de fenileno (PPO). Os plásticos de grandes tonelagens com aplicações que competem com os plásticos de engenharia — PP, ABS — são considerados plásticos de transição. A Figura 3 ilustra essa classificação. Na primeira parte

da pirâmide são incluídos os plásticos especiais, com aplicações altamente técnicas. Podem-se notar as diferenças em termos de volume de mercado entre os três grupos, o que reflete diferenças nos tipos de aplicação e nos preços dos materiais.

FIGURA 3 - Plásticos de utilização geral, de engenharia e especiais



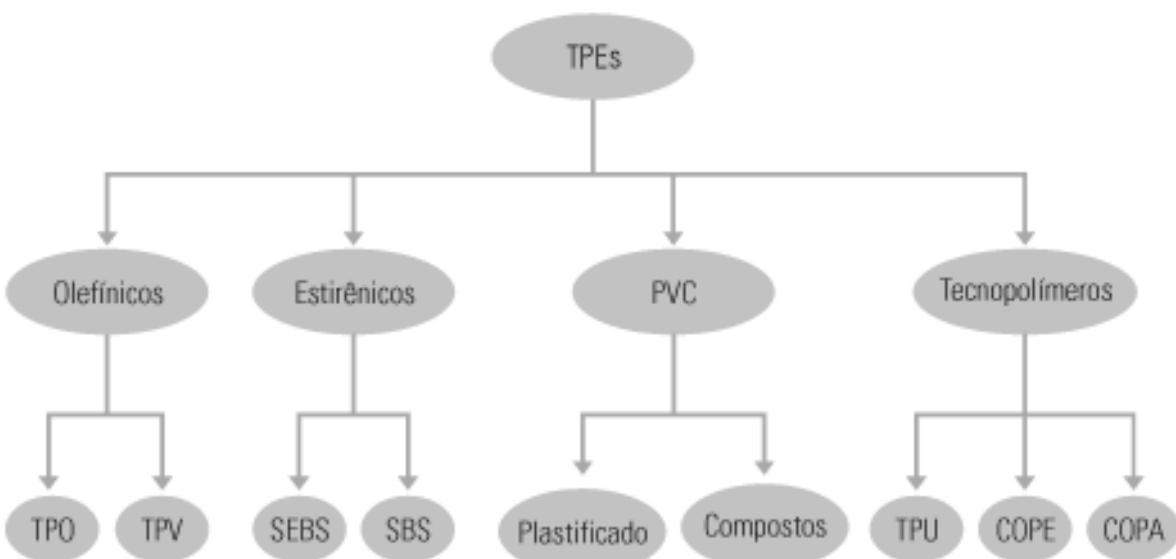
Fonte: Bomtempo (2001).

A natureza da competição intermateriais é bem resumida por Bomtempo (2001):

Pode-se concluir que, na concorrência entre os plásticos, os plásticos de engenharia têm um papel particular que os distingue bem dos plásticos de utilização geral. Em primeiro lugar, ao contrário dos últimos, competem efetivamente com os metais. Cabe a eles o papel de criar novas utilizações para os polímeros, abrindo espaços até então reservados aos metais e outros materiais tradicionais. Posteriormente, outros plásticos de engenharia, ou mesmo plásticos de utilização geral, passarão a disputar o mercado dessas aplicações, dentro de uma dinâmica de competição entre polímeros. Assim, os plásticos de engenharia competem também fortemente entre si. Dificilmente substituem os plásticos de uso geral, mas em alguns casos são substituídos por eles, principalmente PP e PS, que são capazes de evoluir em suas propriedades a ponto de se tornarem alternativas de menor custo a algumas aplicações dos plásticos de engenharia.

Em terceiro lugar, algumas empresas de resinas estão oferecendo ao mercado uma família de novos produtos, chamados genericamente de elastômeros termoplásticos. Esses produtos possuem as propriedades da borracha (elasticidade e flexibilidade) com a facilidade de processamento de um termoplástico. A grande vantagem desses produtos é que eles permitem a produção de peças de borracha por meio das técnicas de processamento rápido utilizadas em termoplásticos, adicionado ao fato de possibilitar a reciclagem sem perda das propriedades dos materiais (Coutinho e outros, 2005). Essa família de produtos tem avançado no mercado de peças técnicas de borrachas tradicionais, chegando-se a afirmar que, no futuro, o mercado dos elastômeros tradicionais estará confinado à aplicação em pneumáticos. A Figura 4 resume os principais elastômeros termoplásticos.

FIGURA 4 - Esquema das famílias e tipos básicos de TPEs



Legenda :

- TPO e TPV – blenda de uma poliolefina com uma borracha
- SBS – copolímero de butadieno-estireno em bloco
- SEBS – copolímero de etileno-butileno-estireno em bloco
- COPE – copolímero éter-éster
- TPU – poliuretano termoplástico
- COPA – Copolímero éter-amida

O processo produtivo da indústria de transformação, ao contrário da produção de resinas, baseada em processos contínuos, é caracterizado pelo uso de máquinas organizadas em processos discretos ou intermitentes. No chão de fábrica, as principais ocupações são as de preparação e supervisão das máquinas. No laboratório, a realização de testes e ensaios, geralmente envolvendo instrumentação de análise e máquinas de transformação piloto.

Os principais processos de produção de plásticos são extrusão, injeção e sopro. A extrusão consiste na fabricação de tubos, lâminas e filmes inflados para sacolas. O equipamento utilizado nesse processo é a extrusora. Na injeção, a matéria-prima, já fundida, é introduzida num molde por pressão, utilizando-se uma injetora. Com o sopro, obtém-se peças ocas, tais como frascos e garrafas, por meio de um equipamento denominado sopradora. Outro processo utilizado é a termoformagem, que consiste na deformação de chapas plásticas aquecidas para a produção de recipientes, peças técnicas e outros produtos. Por último, pode-se citar a calandragem, que consiste em passar um produto entre dois ou mais cilindros metálicos, que giram em sentidos opostos, formando uma lâmina.

As principais inovações que estão sendo introduzidas nessas máquinas são as seguintes:

- Dispositivos de controle automatizados (CLPs) com interface amigável, baseados em sistema operacional *Windows*, e que permitem a interligação com sistemas de gestão do tipo ERP (*Electronic Data Processing*). Esses dispositivos permitem que as variáveis de processo sejam controladas com mais precisão e, quando incorporam mecanismo de *close loop*, realizem autocorreção de variáveis;
- Extrusoras que permitem a extrusão de várias resinas ao mesmo tempo (co-extrusão), dando ao produto final características técnicas e de design particulares;
- Injetoras que incorporam manipuladores automáticos (robôs) para realizar a operação de descarga do produto da máquina;
- Uma nova família de injetoras que permite a injeção de mais de uma resina (multicomponentes), injeção com água e gás, injeção de peças de paredes muito finas, injeção *in mold decoration*, que tornam possível a fabricação de peças com características técnicas e de design diversificadas;

- Existe uma permanente evolução das máquinas no sentido da precisão mecânica, que aumenta a repetibilidade e a produtividade dos processos de transformação. Os fabricantes de equipamentos procuram otimizar a transformação em suas máquinas por meio do controle mais apurado das variáveis do processo: velocidade do ciclo de produção, redução do desperdício de materiais, qualidade, redução do consumo de energia etc. Nesse sentido, destacam-se as máquinas com acionamento elétrico e injetoras a água e gás.

Muitas vezes, para que um novo *grade*, blenda ou copolímero possa ser usado, torna-se necessária a interação entre o produtor de resina e o fabricante de equipamentos no sentido de adaptar as máquinas às propriedades do novo material. Na substituição do vidro por plástico nos copos de requeijão no Brasil, por exemplo, foi necessário o desenvolvimento de um novo processo de injeção para um novo *grade* polipropileno (Padilha, 2005). As dificuldades de processamento de um novo produto nas máquinas existentes pode dificultar a sua difusão, como parece ser o caso dos polímeros obtidos a partir de catalisadores metalocênicos. O investimento em novas máquinas quase sempre é visto com muita cautela por parte da indústria de transformação, em função do alto custo relativo de investimento que elas representam.

A inovação em design¹ é outra ferramenta competitiva importante na indústria de transformação de plásticos. Tanto os clientes intersetoriais como os de consumo final estão permanentemente demandando modificações nas especificações técnicas e estéticas dos produtos, que sofrem grande influência das mudanças nos hábitos e tendências de consumo. Portanto, a capacidade de projetar novos produtos e de modificar os existentes, tendo em vista atender às demandas dos clientes, é uma das forças competitivas na indústria de transformação. Para isso, são requeridas capacitações nas áreas de projeto e de fabricação de moldes e matrizes, bem como nos processos de impressão e decoração das peças.

¹ "Design industrial é uma atividade criativa cujo objetivo é determinar as propriedades formais dos objetos produzidos industrialmente. Por propriedades formais não se devem entender apenas as características exteriores mas, sobretudo, as relações estruturais e funcionais que fazem de um objeto (ou de um sistema de objeto) uma unidade coerente, tanto do ponto de vista do produtor como do consumidor. O design industrial abrange todos os aspectos do ambiente humano condicionado pela produção industrial" (<http://www.spdesign.ipt.br>).

Nessa área, a principal inovação é a utilização de ferramentas de prototipagem rápida, que permitem a concepção do produto com o uso de CAD, a simulação da fabricação de peças experimentais, antes que o molde propriamente dito seja feito por meio de usinagem integrada por computador. Com isso, a produção do molde torna-se muito mais barata e rápida, além de evitar que peças ou moldes defeituosos sejam fabricados.

O acirramento da competição na indústria de transformação, em todo o mundo, tem levado as empresas a operarem com margens cada vez menores. Esse processo é aprofundado, no caso do mercado intersetorial, pelo estabelecimento de normas e condições de suprimento cada vez mais rígidas por parte dos setores de bens de consumo final. Ao enfrentar essa situação, a transformação plástica mais qualificada procura oportunidades competitivas no desenvolvimento de aplicações e mercados, em paralelo às petroquímicas, e no processamento otimizado e customizado das suas matérias-primas. Para que essas oportunidades possam ser aproveitadas, as empresas mais competitivas adquirem um forte conhecimento tecnológico dos materiais empregados e dos seus efeitos – que lhes permita estabelecer as relações entre as estruturas dos polímeros e suas propriedades – além de buscar adotar tecnologias industriais mais avançadas, incorporadas em máquinas de transformação, adicionadas a inovações organizacionais. Em termos de inovações organizacionais, por um lado, ferramentas oriundas do movimento pela qualidade total e da produção enxuta são adotadas. Por outro, sistemas de gestão integrados por computador, interligando máquinas, planejamento da produção e comercialização, são cada vez mais freqüentes.

Dadas essas características, o processo inovativo na indústria de transformação pode ser caracterizado como, principalmente, mas não exclusivamente, exógeno, além de incremental. Trata-se de uma indústria madura e tradicional, cujas principais inovações são geradas por fornecedores, tanto de máquinas, como de resinas, blendas e compostos. Em termos de processos produtivos, as inovações são desenvolvidas pela indústria de bens de capital especializada. Em termos de produtos, as empresas de resinas são as principais ofertantes de novidades, como já foi assinalado.

A partir dessa análise das características estruturais do setor, pode-se concluir que os principais fatores de competitividade na Indústria de Transformação de Plásticos (ITP) são:

- Condições de acesso a matérias-primas, incluindo preço, qualidade e diversidade;
- Capacidade de desenvolvimento de mercados, principalmente em segmentos de alto valor agregado. Para isso, importa a capacidade de desenvolvimento de aplicações, inclusive com as ferramentas do design. Importa também a proximidade dos mercados de consumo, não só pelo peso dos custos de transporte, como pela maior facilidade em desenvolvê-los;
- Acesso a moldes e matrizes em bases inovadoras (design, projeto e fabricação) e a preços competitivos. A articulação entre design, ferramentaria e transformação é essencial para a competitividade;
- Capacitação produtiva, abrangendo eficiência e qualidade.

Esses requisitos de competitividade, por sua vez, requerem uma qualificação profissional cada vez mais apurada. As principais ocupações envolvidas com a ITP são:

- Engenheiros de materiais ou de polímeros, envolvidos, principalmente, com as atividades de desenvolvimento de produtos e aplicações;
- Designers capazes de trabalhar com CAD/CAE no projeto de peças e moldes;
- Engenheiros mecânicos aptos a projetarem moldes e matrizes;
- Ferramenteiros para a produção de moldes e matrizes;
- Técnicos em operação de ferramentas de CAD/CAE;
- Técnicos de laboratórios, que executam tarefas relativas ao desenvolvimento de produtos e aplicações, a exemplo de testes, ensaios etc.;
- Técnicos em polímeros, que preparam e supervisionam máquinas de transformação (extrusoras, injetoras, sopradoras etc), além de equipamentos de moagem e mistura de materiais;

- operadores de máquinas;
- montadores.

Na próxima seção, apresenta-se uma análise das principais características da ITP no Brasil, tendo em vista identificar as mudanças estruturais e tecnológicas e seus impactos no perfil ocupacional e na qualificação profissional do setor.

4 A Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil

A Tabela 1 apresenta alguns indicadores gerais da Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil. Como pode ser visto, trata-se de uma indústria que emprega um grande contingente de mão-de-obra, principalmente quando comparada com a petroquímica. No entanto, o tamanho médio das empresas é pequeno: apenas 26 empregados por empresa, ou US\$ 4,4 mil de faturamento/ano por empregado. Esses números não incluem a informalidade. Estima-se que existam, pelo menos, mais mil empresas informais no país, empregando mais de 35 mil pessoas (DESENPLAST, 2003). O pequeno tamanho das empresas pode ser avaliado também pelo consumo médio anual de resinas: em 2002, foi de apenas 501 toneladas.

TABELA 1 – Brasil: indústria de Transformação de Plásticos – dados selecionados – 2002

INDICADORES	VALORES
Faturamento (US\$ Milhões)	9.200
Participação no PIB (%)	0,38
Número de pessoal ocupado (mil)	208
Número de empresas	7.998
Produção final	3.390.800
Consumo de resinas (tons)	4.009.717

Fonte: MDIC (2005)

De fato, essa é uma indústria dominada por pequenas empresas. Segundo dados do MDIC (2005), em 2002, 71,3% do total de empresas do setor eram consideradas micro (até 19 empregados), 23% pequenas (de 20 a 99 empregados), 5,4% médias (de 100 a 499 empregados) e apenas 0,3% grandes (acima de 500 empregados). Além disso, a indústria oferece a seus empregados uma baixa remuneração relativa: enquanto o percentual da quantidade de pessoal ocupado na produção no setor correspondia a 4,07% do total do país, os gastos com pessoal atingiram apenas 3,18% (DESENBAHIA, 2005).

Confirma-se, portanto, uma estrutura de mercado que tem por principais características uma oferta atomizada e segmentada. O grande número de micro e pequenas empresas denota a baixa qualificação técnica da produção, principalmente aquela que atende ao mercado de produtos finais. De acordo com o MDIC (2005), houve uma queda de 1% na produtividade na indústria de transformação de plásticos, no período de 1988 a 2003, quando medida pela divisão do total de toneladas de resinas processadas pelo número de empregados.

Mesmo assim, parece que há um consenso entre os especialistas de que a transformação de plásticos do país passa por um processo, mesmo que lento, de qualificação. Esse processo é provocado, por um lado, pelas próprias produtoras de resinas, que têm o interesse de expandir seus mercados, inclusive pela via da competição intermateriais. O espaço para a expansão do consumo de plásticos no país é grande, quando se compara o seu consumo *per capita* com o de outras regiões. Para se ter uma idéia, enquanto o consumo *per capita* médio na Europa, em 2002, foi de 98 kg/habitante, no Brasil, no mesmo ano, foi de apenas 22,5 kg/habitante (PADILHA, 2005).

Um dos requisitos necessários para que esse potencial de crescimento do consumo de plásticos possa ser aproveitado é uma maior qualificação dos transformadores. Entretanto, a assimetria quanto à qualificação entre as empresas petroquímicas produtoras de resinas e as transformadoras é grande. Essa assimetria é explicada pela diferença do porte das empresas, pelas estruturas de mercado – a petroquímica, como já foi observado, é bastante concentrada – e pela diferença da complexidade tecnológica dos dois setores. No Brasil, tradicionalmente, as ações mais incisivas de desenvolvimento de mercados são iniciativas das petroquímicas, que, por sua vez, reclamam da baixa qualificação dos transformadores.

Uma das ações que têm como consequência a melhor qualificação da indústria é o projeto *Export Plastic*, aprovado pela APEX em 2004. O principal objetivo é expandir e consolidar as exportações de transformados e, com isso, adicionar valor às exportações da cadeia petroquímica. Para isso, há um esforço conjunto do governo e das empresas petroquímicas e de

transformação para desenvolver novos mercados e aplicações. A meta é atingir US\$ 290 milhões de exportações de produtos plásticos, até 2007 (MDIC, 2004). Independentemente desse projeto, algumas empresas petroquímicas estão fazendo parcerias com os transformadores para que possam utilizar os seus canais de comercialização no exterior.

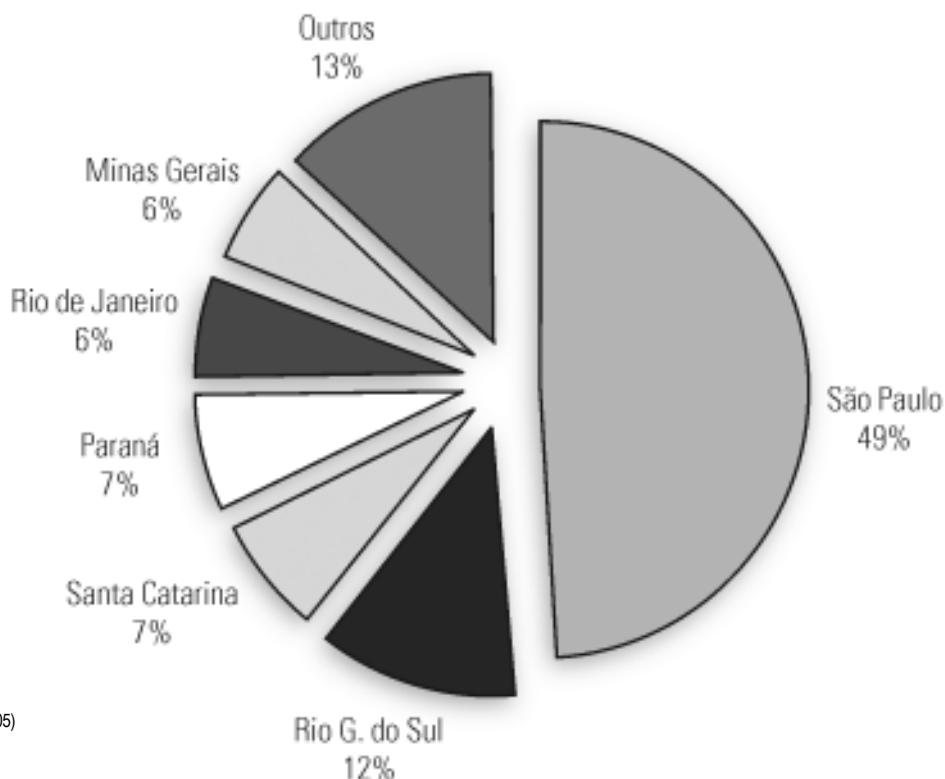
O aumento da qualificação na transformação é provocado também pela entrada de empresas estrangeiras no mercado – em um setor dominado por empresas de capital nacional –, principalmente para participarem das cadeias de suprimentos de montadoras de automóveis, fabricantes de eletroeletrônicos e eletrodomésticos. Para ser selecionada como fornecedora, uma empresa de transformação deve demonstrar um alto nível de qualificação, adquirida por anos de experiência e participação, em outras regiões, das cadeias de suprimento das matrizes. A qualificação das empresas nacionais é estimulada pela perspectiva de participar, em competição com as estrangeiras, dessas cadeias de suprimento. O modelo de produção baseada em montagem modular foi pela primeira vez testada no Brasil e vem se difundido não só entre automobilísticas, mas também por toda indústria que executa operações de montagem.

Não se deve esquecer ainda que o aumento da sofisticação do nosso mercado consumidor, mesmo que vagaroso, também exerce pressão no sentido da qualificação da indústria de transformação.

Em termos espaciais, a indústria é concentrada em São Paulo, com quase metade do total de empresas, Rio Grande do Sul (12,1%) e Santa Catarina (7,3%), conforme o Gráfico 2. Apesar de responder por cerca de 40% da produção de resinas petroquímicas, o estado da Bahia não é um grande transformador: concentra apenas 2,16% das empresas e 2,4% do numero de empregados (MDIC, 2005). Isso indica que os fatores locacionais estão associados:

- À proximidade dos centros consumidores, seja o mercado de consumo final, seja o mercado intersetorial;
- À existência de tradição na indústria mecânica;

- À capacidade empreendedora existente em uma região, uma vez que a indústria apresenta poucas barreiras à entrada;
- À disponibilidade de mão-de-obra qualificada.

GRÁFICO 2 – Brasil: distribuição espacial das empresas de transformação de plásticos

O mercado brasileiro, no que se refere à distribuição do consumo de resinas, não é muito diferente do dos países desenvolvidos. A Tabela 2 resume a distribuição da demanda por matérias-primas. É importante assinalar que o polipropileno é o polímero cujo consumo mais cresce, devido, principalmente, à sua versatilidade em termos de aplicações. O PET também vem crescendo muito por conta da sua aplicação para o envasamento de bebidas carbonatadas. O consumo total de resinas cresce mais que o PIB, sendo que, de 1988 a 2003, o crescimento acumulado foi de 9,8%.

TABELA 2 – Brasil: distribuição da demanda por resinas plásticas - 2002

RESINAS	%
Polipropileno (PP)	23,38%
Poliétileno de Alta Densidade (PEAD)	17,55%
Policloreto de Vinila (PVC)	17,41%
Poliétileno de Baixa Densidade (PEBD)	13,76%
Poliétileno Tereftalato (PET)	9,57%
Poliétileno Linear de Baixa Densidade (PELBD)	8,62%
Poliestireno (PS)	8,6%
Copolímero de Etileno-Aacetato de Vinil (EVA)	1,11%

Fonte: DESENPLAST (2003)

No entanto, pode-se afirmar que o mercado brasileiro ainda é pouco sofisticado no que se refere tanto à oferta como ao consumo de resinas. A oferta de novos produtos, tanto aqueles que são fabricados com catalisadores metalocênicos, como as novas blandas e elastômeros termoplásticos, ainda é feita por meio de importações. No caso de plásticos de engenharia, os maiores fornecedores do mercado local são os grandes *players* internacionais, que, quando estabelecidos no Brasil, aqui realizam apenas atividades de compostagem. Internamente, existe uma pequena capacidade de produção de policarbonato (20 mil toneladas/ano) e PET, usado, principalmente, no engarrafamento de bebidas carbonatadas. Mesmo tendo crescido recentemente a taxas próximas a 30% ao ano, o mercado de plásticos de engenharia do país é ainda defasado em relação aos dos países desenvolvidos: enquanto o consumo *per capita* de poliamida no país é cerca de 20 vezes menor que o europeu, o consumo de plásticos em geral é cerca de cinco vezes menor (Bomtempo, 2001).

No que diz respeito aos mercados de aplicações, a distribuição do consumo é apresentada na Tabela 3. Em todo o mundo, o mercado de embalagens é o maior campo de aplicação de transformados plásticos,

chegando a 37% na Europa e 34% nos EUA. Em termos comparativos, o mercado brasileiro destaca-se pelo baixo nível de utilização de plásticos em utilidades domésticas. Essa é uma área onde as resinas devem aprofundar sua inserção, substituindo materiais tradicionais, até hoje usados em larga escala.

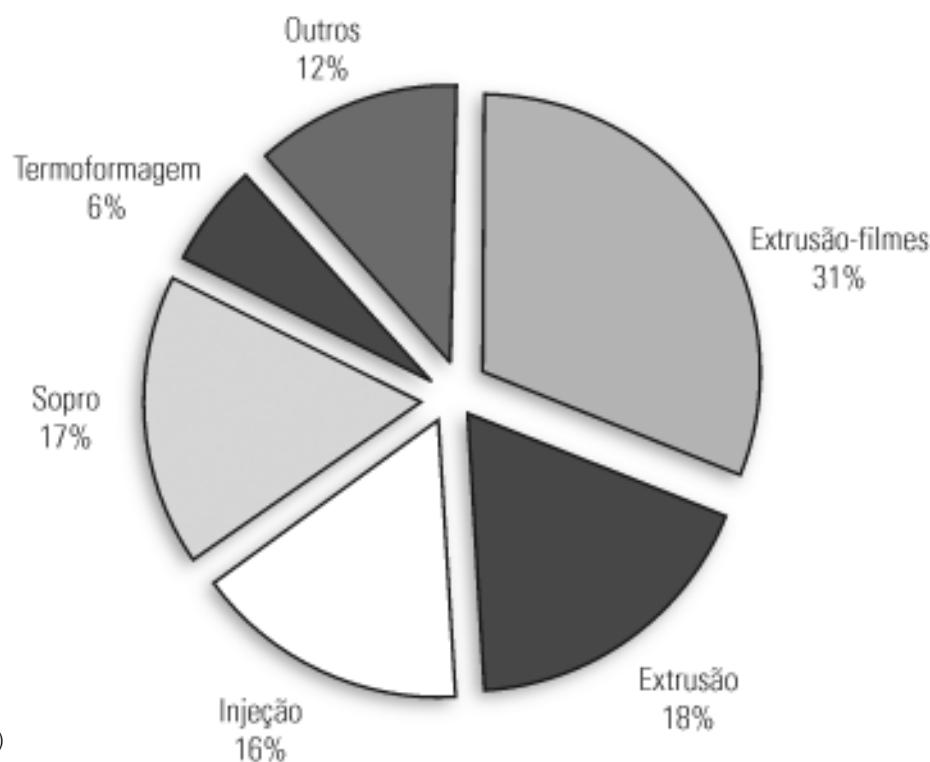
TABELA 3 – Brasil: segmentos de mercados de aplicação de plásticos - 2002

APLICAÇÕES	%
Embalagens	39,7%
Construção Civil	13,7%
Descartáveis	11,5%
Outros	9,4%
Componentes técnicos	8,0%
Agrícola	7,6%
Utilidades Domésticas	4,7%
Calçados	2,5%
Laminados	1,4%
Brinquedos	1,2%

Fonte: DESENPLAST (2003)

A segmentação do mercado brasileiro de acordo com os processos de transformação é apresentada no Gráfico 3. A transformação de resinas em extrusoras monorrosca é o processo mais utilizado, perfazendo 31% do total, em consonância com a alta incidência de aplicações em embalagens, conforme a Tabela 3. No entanto, em termos técnicos, os processos de injeção, sopro, extrusão por multicamadas e extrusão com dupla rosca são mais qualificados, por exigirem máquinas e moldes mais sofisticados.

GRÁFICO 3 – Brasil: consumo de plásticos por processo de transformação de plásticos - 2002



Os principais problemas competitivos da Indústria de Transformação de Plásticos no Brasil podem ser agora resumidos:

- Em relação ao acesso às matérias-primas, entende-se que não há problemas sérios de qualidade. Já o preço é regulado pelo mercado internacional, uma vez que as tarifas de importação encontram-se em baixos patamares. Mesmo assim, as produtoras locais são capazes de praticarem preços superiores aos internacionais, devido às tarifas e aos custos de internalização do produto. Além disso, a estrutura atomizada da indústria de transformação, além da baixa qualificação técnica, confere às petroquímicas um poder de barganha superior ao de seus clientes, situação que, em épocas de escassez de matérias-primas, pode ser ruinoso para as transformadoras. As micro e pequenas empresas não têm acesso direto às produtoras de resinas, podendo, por isso, pagar um preço superior ao que é praticado com grandes clientes. O peso das matérias-primas na indústria de transformação é ilustrado pela Tabela 4. Verifica-se também o grande peso do custo de mão-de-obra, mesmo que mal remunerada, evidenciando a importância da sua qualificação para a competitividade do setor. A Tabela 4 permite, ainda, que se tenha uma idéia geral das baixas margens praticadas no setor.

TABELA 4 – Brasil: estrutura de custos e despesas da indústria de transformação de plásticos - 2002

ITENS	%
Matérias-primas/Custo Total	49,40
Gastos com Pessoal/Custo Total	15,60
Energia Elétrica e Combustível/Custo Total	3,14
Depreciação/Custo Total	14,90
Serviços Industriais Terceirizados/Custo Total	2,17
Demais custos operacionais/Custo Total	9,9
Custos/Receita Total	85,2

Fonte: Ribeiro e Spínola (2004)

- A diversidade de resinas oferecidas no mercado interno acompanha a evolução do panorama internacional, com alguma defasagem de tempo. Ainda que não sejam produzidos no país, os novos produtos, blendas e *grades* são importados, inclusive por petroquímicas brasileiras. A importação, porém, implica preços superiores aos dos mercados dos países líderes, em virtude de impostos, custos de transporte etc.
- O mercado brasileiro tem um potencial muito grande de desenvolvimento. Esse potencial, porém, não é totalmente aproveitado em toda sua potencialidade devido, de um lado, ao baixo nível de renda, e, de outro, às tímidas iniciativas de desenvolvimento, principalmente por parte da indústria de transformação. Para se ter uma idéia, um carro europeu consome cerca de 110 kgs de plástico, enquanto que um brasileiro consome apenas 71 kgs, no caso da Ford-BA (INP, 2005).
- Condições de acesso a molde e matrizes em bases competitivas. Apesar da existência de empresas integradas – transformação, formulação e compostagem, e ferramentaria –, principalmente entre as médias e grandes, e de pólos de ferramentaria, a exemplo dos de Caxias do Sul, na Serra Gaúcha, e de Joinville, no Vale do Itajaí (SC), as empresas, em especial as pequenas, têm dificuldades nessa área.
- A capacitação produtiva da indústria de transformação é, em média, baixa para os padrões internacionais. Apesar de se observar um lento processo de mudanças, máquinas antigas, mão-de-obra pouco qualificada e modelos de gestão obsoletos são os principais responsáveis por essa situação. No caso de máquinas, esse panorama pode ser quantificado. Em 1998, a relação entre o faturamento dos produtores de máquinas para plásticos no país e as vendas mais exportações de produtos transformados foi de 5,45%, enquanto que em 2003 a mesma relação caiu para 1,98% (DESENBAHIA, 2004).

5 Mudanças Estruturais e Tecnológicas: impactos no perfil ocupacional

A estrutura da indústria de transformação de plásticos no país está em processo de mudança, mesmo que lento, cujas principais forças motrizes são:

- Entrada de empresas estrangeiras no setor. Essa entrada é provocada, principalmente, pela reorganização das cadeias de suprimento de setores de consumo final, como as indústrias automobilística, eletroeletrônica e de eletrodomésticos. Trata-se de fornecedores de produtos técnicos com altas exigências de qualidade. Mas as empresas estrangeiras estão entrando também no mercado de produtos finais, como o de móveis, em geral com estratégias de diferenciação pela qualidade;
- A participação em cadeias de suprimento de setores organizados de acordo com o modelo de montagem modular (automobilística, eletroeletrônica e eletrodomésticos) tem exigido das transformadoras de plásticos a realização de atividades de montagem, antes executadas exclusivamente pelas montadoras finais;
- Tentativas de se estabelecer uma melhor gestão das articulações entre as empresas de segunda geração (produtoras de resinas) e as transformadoras. O melhor exemplo dessas iniciativas é o projeto *Export Plastic*;
- A difusão de novos produtos, blendas e *grades* vem provocando uma maior qualificação tecnológica. No entanto, essa qualificação, aparentemente, está se dando com maior intensidade entre as empresas grandes e médias;
- Ainda persistem, em grande parte, os problemas de qualificação das micro e pequenas empresas. Com isso, tende-se à formação de uma estrutura industrial bastante assimétrica, caracterizada por grandes e médias empresas razoavelmente qualificadas e por um número expressivo de pequenas e micro empresas com sérios problemas de sobrevivência;
- Existe um esforço de ampliar e qualificar os pólos de ferramentaria de Caxias do Sul e Joinville, bem como de criar novas unidades ofertantes, como o SENAI/CIMATEC.

As inovações que estão sendo introduzidas na ITP brasileira são as mesmas da indústria internacional, só que em velocidade mais reduzida do que nos países desenvolvidos:

- Em termos de resinas, estão sendo oferecidos novos produtos, blendas e *grades*, em grande parte por meio de importações, como ocorre com os elastômeros termoplásticos, polietilenos metalocênicos, plásticos especiais e de engenharia. Esses produtos podem ser usados para desenvolver novos mercados, via novas aplicações, bem como para substituir materiais já existentes, além de, em muitos casos, apresentarem vantagens quanto ao processamento;
- As atividades de formulação e compostagem têm resultado no desenvolvimento de novas aplicações que acirram a competição intermateriais. Nessa área, a integração das áreas mercadológica e de desenvolvimento de aplicações (via formulações) parece ser a chave do sucesso;
- Lentamente, está se formando, no país, uma mentalidade de valorização do design como ferramenta competitiva. Com isso, investe-se cada vez mais na formação de pessoal para essa área. Para isso, ferramentas computadorizadas, desde o CAD/CAE, passando pela prototipagem rápida, até a usinagem, usadas de forma integrada, são inovações que precisam se difundir com mais vigor na indústria brasileira;
- A necessidade de modernização do parque de máquinas é reconhecida pelo Fórum da Competitividade coordenado pelo MDIC (2004). O processo de difusão de novas extrusoras, injetoras, sopradoras etc. ainda é lento, prejudicando a eficiência operacional das empresas;
- Em termos de gestão, algumas empresas estão adotando ferramentas gerenciais modernas, como Gestão da Qualidade Total, Seis Sigma, Produção Enxuta etc. Além disso, as empresas mais qualificadas estão procurando implantar sistemas integrados de gestão, aproveitando os novos controles computadorizados das máquinas, integrando-os com ERPs.

Frente a essas mudanças estruturais e tecnológicas, a qualificação da força de trabalho também passa por um processo de transformação. **Porém, é importante deixar bem claro que não há mudanças radicais que possam ter impactos na base do conhecimento requerido. O que há é uma ampliação do conhecimento e da experiência dos trabalhadores, no sentido de incorporar novas qualificações no uso de tecnologias de informação, manutenção preventiva de máquinas e ferramentas gerenciais ao conhecimento básico na área de polímeros.**

Com relação aos desdobramentos decorrentes das mudanças estruturais e tecnológicas, cabe assinalar que:

- A entrada de empresas estrangeiras no setor tem provocado uma maior exigência de qualificação da força de trabalho, tanto para atuar nessas empresas como nas empresas nacionais competidoras;
- As empresas que participam de cadeias de suprimento organizadas de acordo com a montagem modular passam a contar com trabalhadores em atividades de montagem. As qualificações requeridas por essas atividades, que não são elevadas, geralmente têm sido supridas por treinamento interno das próprias empresas;
- É exigido do técnico um conhecimento mais aprofundado sobre propriedades de polímeros – envolvendo a composição dos materiais empregados e dos seus efeitos – que lhe permita estabelecer as relações entre as estruturas dos polímeros e suas propriedades. Esse conhecimento estende-se, também, à compreensão das propriedades dos novos produtos, blendas, plásticos de engenharia e especiais;
- Profissionais capazes de trabalhar na integração entre o design, a ferramentaria (moldes e matrizes) e a produção estão em alta demanda;
- Também tem sido alta a demanda por profissionais que trabalham em atividades de formulação e compostagem. Aqui, parece ser importante a qualificação de técnicos que possam fazer a ligação das informações de mercado com o desenvolvimento de aplicações, via formulação e compostagem;
- Tem aumentado ainda a demanda por profissionais que possam atuar no desenvolvimento de designs. Consolida-se a percepção de que o projeto de produtos é uma arma competitiva cada vez mais importante no setor.

Em termos genéricos e resumidos, a Figura 5 ilustra as mudanças nos requisitos de formação profissional identificados. Quatro elementos compõem essas mudanças. O primeiro se refere à necessidade de que os profissionais que trabalham no setor passem a contar com conhecimentos básicos sobre tecnologia de polímeros mais aprofundados. Esse aprofundamento inclui as propriedades dos novos produtos, blendas, compostos, plásticos de engenharia e especiais. Adiciona-se a esse conhecimento dois outros elementos: conhecimento sobre manutenção

preventiva e sobre ferramentas gerenciais (Qualidade Total, Produção Enxuta, Indicadores de Desempenho etc.). O conhecimento sobre o uso da tecnologia da informação é transversal aos outros componentes, uma vez que desempenha o papel de integração entre a produção e a gestão.

FIGURA 5 - Síntese das mudanças na qualificação profissional



6 Recomendações para a atuação do SENAI

A primeira recomendação é que a atuação do SENAI no setor de transformação de plásticos seja adaptada às características das empresas existentes na região atendida por cada centro. Essa recomendação é decorrente do fato de o setor ter como principal característica a forte heterogeneidade em termos de tamanho e capacitação técnica das empresas.

Tendo em vista a baixa qualificação técnica da maioria das empresas, principalmente as micro e pequenas, recomenda-se que o SENAI amplie e aprofunde sua atuação na área dos serviços tecnológicos, a exemplo do que já faz o CETEPO, a Escola Mario Amato e o CIMATEC. O acesso a esses serviços, a preços condizentes com a capacidade de pagamento dessas empresas, sem dúvida se constitui em um fator não só de competitividade mas também de sobrevivência. Para isso, cumpre ampliar a infra-estrutura já existente nos centros do SENAI para a prestação de serviços tecnológicos e mesmo a oferta de treinamento.

Aqui, o lema é ir ao encontro das micro e pequenas empresas, por meio de unidades móveis. Para isso, pode-se contar com fontes de recursos alternativos, a exemplo daqueles destinados aos programas de Arranjos Produtivos Locais (APLs), hoje uma das prioridades da política industrial do governo federal e de vários estados da Federação, como a Bahia. Com isso, podem-se desenvolver soluções adequadas à realidade dessas empresas, tanto na área de produtos como de otimização de processos de produção.

O SENAI poderia também atuar na certificação de produtos, facilitando a entrada das empresas da ITP no mercado externo. Para isso, seria necessária a articulação de uma rede de laboratórios, com o objetivo de oferecer serviços de certificação (ensaios), a preço baixo e com a agilidade requisitada pelas empresas.

Na área de qualificação de pessoal, a atuação do SENAI pode ser pautada pelos componentes ilustrados na Figura 5. Recomenda-se que os cursos de tecnologia de polímeros sejam aprofundados em termos teóricos, porém com um forte componente de aplicação prática. Essa prática compreende não apenas a preparação e a operação de máquinas; compreende também a manutenção preventiva e o uso de ferramentas gerenciais. Porém, o mais importante é a integração desses conhecimentos, de forma que os alunos possam ter uma visão completa de todo o processo produtivo, desde o projeto de um produto, passando pela seleção dos materiais a serem empregados, pelo estudo da sua viabilidade econômica, até a obtenção do produto final. Em outras palavras, profissionais capazes de intervirem em todas as áreas da empresa e capazes de integrá-las de forma eficiente e eficaz.

Referências

- ABIPLAST (2001), **Perfil da Indústria de Transformação de Material Plástico – 2000.** São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Plástico.
- ABIPLAST (2003), **Perfil da Indústria de Transformação de Material Plástico – 2002.** São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Plástico.
- BOMTEMPO, J.V. (2001), A Competição em Plásticos de Engenharia. Rio de Janeiro: FINEP.
- COUTINHO, P., J.V. BOMTEMPO, A. ANTUNES (2005), S. BORSHIVER e A. MARTINI (2005), **Innovation Dynamics, Development of New Applications and Evolution of Vulcanized Thermoplastic Elastomers Industry.** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Química (mimeo).
- DESENBAHIA (2004), **A Estrutura da Indústria de Transformação Plástica na Bahia.** Salvador: Agência de Fomento do Estado da Bahia.
- DESENPLAST (2003), **2º Seminário de Transformação Plástica.** Salvador.
- INP (2005), **Nobreza do Plástico.** (<http://www.inp.org.br>).
- MDIC (2004), **Fórum da Competitividade da Cadeia Plástica: breve resumo e andamento.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secretaria do Desenvolvimento da Produção.
- MDIC (2005), **Cadeia Produtiva da Indústria de Transformação Plástica: perfil.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secretaria do Desenvolvimento da Produção.
- PADILHA, G. (2005), **Desafios para o Crescimento da Indústria Brasileira de Plásticos.** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Química.
- RIBEIRO, M. T e V. SPINOLA (2004), **A Indústria Baiana de Transformação de Resinas Plásticas à Luz da Teoria dos Custos de Transação.** Salvador: NPGA/UFBA (mimeo).
- ROCHA, E., V. LOVINSON E N. PIEROZAN (2003), **Tecnologia de Transformação de Elastômeros.** São Leopoldo: SENAI/CETEPO.

SENAI/DN
Unidade de Tendências e Prospecção - UNITEP

Luiz Antonio Cruz Caruso
Coordenador

Rosana Barros Boani Pauluci
Técnica

Superintendência de Serviços Compartilhados – SSC
Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

Fernando Ouriques
Normalização

Rita Torre
Revisão Gramatical

Grifo Design
Diagramação