

# Observações sobre o Desenvolvimento Tecnológico e os Ciclos da Indústria de Polímeros no Brasil

Carlos A. Hemais, Elizabeth O. R. Rosa e Henrique M. Barros  
*Grupo de Gestão Tecnológica, IMA, UFRJ*

**Resumo:** A indústria de polímeros, um ramo da indústria petroquímica, é um importante exemplo de indústria de processamentos. Seus fatores de produção variam de acordo com ciclos de períodos de aumento de produção e de recessão, que afetam a forma como essa indústria lida com sua tecnologia. Este artigo mostra como as firmas deveriam se preparar para enfrentar períodos recessivos e, ao mesmo tempo, enfatiza o valor do sistema de patentes, que assegura proteção legal aos vultosos investimentos em P&D. A pesquisa foi conduzida através da construção de uma base de dados contendo todos os pedidos de patentes feitos no Brasil, no período de 1985 a 1995, no setor de polímeros.

**Palavras-chave:** *Indústria de polímeros, ciclos econômicos, desenvolvimento tecnológico.*

## Observation on Technology Development and the Cycles of the Brazilian Polymer Industry

**Abstract:** The polymer industry, a branch of the petrochemical industry, is an important example of the processing industry. Its production factors have cycles varying between periods of increased production and periods of recession. These cycles affect the way industry handles its technology. This paper shows how firms prepare to face recessive periods, and it emphasizes the value of the patent system, which ensures the legal protection of heavy R&D investments. This research was conducted with a database built with all patent applications made in Brasil between 1985 and 1995 in the polymer sector.

**Keyword:** *Polymer industry, economic cycles, technology development*

## Introdução

A história apresenta as duas últimas décadas como palco de intensas mudanças nas atividades econômicas e industriais das firmas. Tais mudanças podem ter sua origem na velocidade que caracteriza o atual dinamismo do sistema capitalista, que impulsiona essas firmas a buscarem crescentes vantagens comparativas<sup>[1,2]</sup>. As empresas, quer de países desenvolvidos, quer de países em desenvolvimento, viram-se face a novos desafios e tiveram que buscar meios para se tornarem mais competitivas.

No recente panorama internacional, onde se presencia o aumento relativo na integração entre políticas tecnológicas e de comércio internacional, algumas

empresas dependem fortemente da geração de tecnologia para se sustentar. Este é o caso das empresas que compõem as indústrias química (na qual se insere o setor de polímeros) e eletrônica, onde a tecnologia é parte indispensável da estratégia corporativa dessas empresas e fator determinante para promover mudanças nos níveis de competitividade.

Em um mundo economicamente sem fronteiras, a empresa que inova, aquela que antecipa as mudanças, pode galgar posições mais competitivas frente as suas concorrentes. O planejamento estratégico, levando em consideração as forças internas e externas que afetam o desempenho da empresa, e integrando informações e percepções sobre atividades econômicas, tecnológicas e mercadológicas, torna-se a arma

**Autor para correspondência:** Carlos A. Hemais, Grupo de Gestão Tecnológica, IMA, UFRJ, C.P. 68525, CEP: 21945-970, Rio de Janeiro, RJ.  
E-mail: hemais@ima.ufrj.br

mais poderosa que a empresa pode dispor para assegurar seu lugar de destaque no mercado.

Nesse cenário de globalização intensa, onde é crescente o reconhecimento do valor do ativo que representa a tecnologia no processo de obtenção de vantagens competitivas, são examinadas as fases cíclicas vividas pela indústria de polímeros (plásticos, borrachas, fibras, adesivos, tintas e vernizes) e suas influências no desenvolvimento tecnológico setorial. Para tanto, foram utilizadas informações sobre a variação do preço do polietileno no mercado internacional, bem como uma base de dados contendo todos os depósitos feitos no Brasil, na área de polímeros, no período de 1985 a 1995.

#### *Estratégia tecnológica e ciclicidade*

Um dos elementos vitais para as empresas de base científica (*science based*) é a capacidade que elas têm de se adaptar ou de se antecipar às constantes mudanças tecnológicas. Nesse sentido, um planejamento estratégico voltado para o aspecto tecnológico torna-se essencial para a sobrevivência da empresa no longo prazo.

Vasconcelos & Saia <sup>[3]</sup> observaram que a formulação de uma estratégia tecnológica engloba três campos principais, quais sejam: pesquisa e desenvolvimento (P&D), produção e tecnologia de informação. Cada campo, porém, envolve uma série de decisões a serem tomadas, que estão freqüentemente vinculadas à natureza presente e futura da tecnologia. Além disso, tais decisões giram em torno do lucro que é a função básica da empresa e deve ser suficiente para mantê-la, remunerar seus sócios e reinvestir na própria firma.

Schumpeter <sup>[4]</sup> afirma que a medida que se criam novos produtos destroem-se os mais antigos. O processo de destruição criadora faz com que a produção se processe de forma dinâmica. Pavitt <sup>[5]</sup> reconhece ser a capacidade para rápidas e contínuas mudanças tecnológicas uma característica do sistema capitalista atual. Assim, a inovação tecnológica se estabelece como um fator de competitividade, crescimento econômico e de geração de empregos. As grandes empresas têm objetivos a serem alcançados, que envolvem o monopólio nos setores de atividades que sejam de grande importância para o seu crescimento contínuo, bem como a apropriação dos resultados advindos da inovação.

A indústria de polímeros constitui hoje um dos pilares do estilo de vida contemporâneo. É enorme a quantidade de bens que nos cercam, produzidos de

material polimérico, uma vez que eles são utilizados em quase todas as áreas das atividades humanas, principalmente nas indústrias automobilísticas, de embalagens, de revestimentos e de vestuário, e se incorporaram de forma permanente ao dia-a-dia de nossas vidas. Isso se deve também ao fato de que os materiais poliméricos vêm conquistando muitos mercados através da substituição de outros insumos, como papel, madeira e metais.

A indústria de polímeros é um dos segmentos da indústria petroquímica e, como tal, apresenta uma característica bastante peculiar: a ciclicidade relacionada aos níveis de produção mundial. Essa indústria também se caracteriza pela dominância de processos contínuos, intensivos de capital e sujeitos a economias de escala.

No caso do Brasil, a maior parte dos bens produzidos pela indústria de polímeros é absorvida pelo mercado interno, onde todos os custos são cobertos, com certa margem de lucro<sup>[6]</sup>. O mercado internacional é visto como um escoadouro da produção residual. A intensidade de capital, aliado à sua ciclicidade, pode explicar a lógica da formação de preços no setor. Os preços dos produtos nos mercados internos variam, acompanhando os ciclos favoráveis (falta de produto) e recessivos (excesso de oferta)<sup>[7]</sup>. Os ciclos favoráveis geram recursos para investimentos e expansão de capacidade, preparando as empresas para os períodos recessivos, quando existe maior competição no mercado.

O Gráfico 1 possibilita visualizar bem como se dá essa ciclicidade na indústria de polímeros, em termos de preços, que refletem a oferta de produto no mercado. Isto porque o preço flutua, basicamente, de acordo com a quantidade de resina disponível no mercado. Ou seja, nas fases de alta de preço da resina observa-se um período de maior demanda em relação à oferta. Em seguida, esse mercado é inundado pelo produto provenientes das novas plantas que entram em operação e, em consequência, os preços caem. Então o mercado passa a ter excesso de oferta e compressão de preços. A utilização da variação de preços do polietileno no mercado internacional deve-se, em grande parte, ao fato de que esse polímero é o que apresenta maior volume de produção e de vendas, a nível mundial.

Examinando-se o gráfico dos ciclos de crescimento e recessão da indústria de polietilenos, observa-se um período de super oferta entre 1985 e 1987 e entre

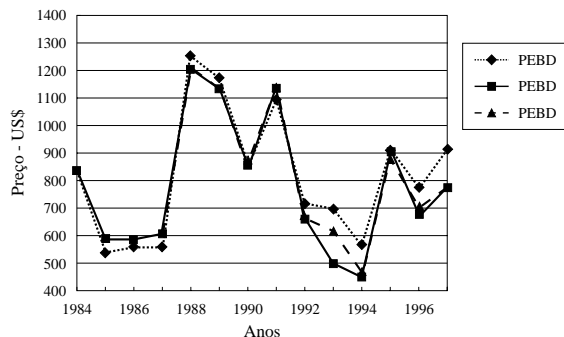


Gráfico 1. Variação do preço do polietileno no mercado internacional <sup>[8]</sup>

1991 e 1994, o que caracteriza produção elevada e queda de preços. Entre 1987 e 1989, observa-se o período de demanda e formação de estoques, o que caracteriza falta do produto, e, conseqüentemente, preços elevados. O mesmo ocorreu após 1994.

Nos momentos de recessão, as empresas buscam elementos que as façam superar o período negativo e essa busca as levam a diferenciar seus produtos, especializar sua produção e a investir ainda mais em desenvolvimento tecnológico. Isto faz com que, em períodos de crise, as empresas se mantenham competitivas. A manutenção de padrões de competitividade baseada em novos produtos e processos, oriundos de, cada vez mais, intensas atividades de P&D, só se torna viável quando a empresa percebe que seus investimentos serão protegidos e, por algum tempo, ela terá preservado para si seu espaço no mercado, livre de concorrências. Essa proteção se dá através do sistema de patentes que vem-se fortalecendo, a medida que aumentam consideravelmente os investimentos feitos em P&D pelas empresas.

A importância do sistema é confirmada, quando se sabe que mais de 300 mil novos pedidos de patentes são depositados anualmente no mundo cobrindo todas as áreas da tecnologia; e mais de 70% da documentação técnica originada no mundo somente é publicada sob a forma de documento de patente <sup>[9]</sup>. Assim, o uso do sistema de patentes passa a ser uma importante ferramenta para acompanhamento da evolução tecnológica e observação do ciclo de vida da tecnologia de polímeros. Além disso, procura-se relacionar os ciclos de desenvolvimento tecnológico com os ciclos de crescimento/recessão da indústria de polímeros.

Como o Brasil é considerado o sétimo país, em ordem de importância, onde se deve depositar patentes <sup>[10]</sup>, entende-se que o uso do sistema de patentes do país serve como um ponto de partida para estudos que visem relacionar os ciclos da indústria de polímeros.

## Metodologia

A metodologia para o desenvolvimento do presente trabalho envolveu a montagem de uma base de dados sobre todos os depósitos de pedidos de patentes de invenção no setor de polímeros no Brasil, no período de 1985 a 1995, incluindo depositantes residentes e não-residentes no país. Os dados foram obtidos por uma especial concessão do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e o período utilizado foi decorrente da disponibilidade das informações por aquele instituto.

Essa base de dados reúne informações sobre todos os depósitos de patentes em polímeros feitos no Brasil, no período de 1985 a 1995, dentro da Seção C, Classe C08. O ano inicial de 1985 foi escolhido devido ao fato de que, antes disso, os dados não estavam disponíveis no INPI de forma imediata. Da mesma forma, após 1995, os pedidos de patentes ainda se encontravam em estado de sigilo por ocasião da montagem da base de dados.

Tomou-se como o universo da amostragem todos os pedidos de patentes depositados e classificados na Seção C, Classe C08 da Classificação Internacional de Patentes, que trata de todos os pedidos do setor industrial de produção de polímeros. Essa classe se divide em subclasses que incluem toda a tecnologia de preparação de macromoléculas, sua modificação química, catalisadores, aditivos, processamento químico do polímero e suas composições poliméricas.

## Polímeros e seus ciclos

A Tabela 1 apresenta o número de depósitos de pedidos de patentes de invenção efetuados no Brasil segundo os setores de tecnologia de polímeros.

Os dados da Tabela 1 demonstram que poucos depósitos foram feitos nas tecnologias de polisacarídeos, tratamento de borrachas e derivados de macromoléculas naturais. Nesta última, a situação de patenteamento deve ser destacado, pois somente 10 pedidos foram depositados ao longo dos onze anos pesquisados. Vários fatores podem contribuir para a ocorrência desses dados, tais como o amadurecimento da tecnologia, ou seja, o ciclo de vida dos produtos oriundos dessa tecnologia talvez esteja em sua fase madura. Nessa fase, poucos aperfeiçoamentos são feitos que justifiquem as despesas com depósito de um pedido de patente. A falta de escala

**Tabela 1.** Total de depósitos de pedidos de invenção no Brasil – tecnologia de polímeros (1985-1995)<sup>[11]</sup>

Tecnologia	Pedidos depositados
Olefinas	1.292
Composição polimérica	1.175
Polímeros de condensação	1.009
Processamento de macromoléculas	610
Aditivos	340
Polissacarídeos	86
Borracha	32
Polímeros naturais	10
TOTAL	4.554

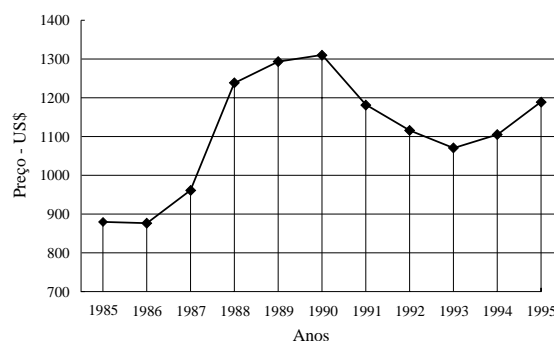
para a produção, principalmente no caso das borrachas e macromoléculas naturais (derivados de chifres, cascos, pele ou couro, óleos vulcanizados, etc) também pode ser um dos fatores fundamentais para a diminuição do número de pedidos na área. No caso das borrachas, o baixo nível de patenteamento pode ser atribuído à sua substituição pelas borrachas sintéticas. A tabela mostra, ainda, que as tecnologias de poliolefinas, polímeros de condensação e composições são as que apresentam os mais altos níveis de patenteamento. Aqui estão concentrados, atualmente, os maiores investimentos em P&D das grandes empresas multinacionais. São conhecidos, por exemplo, os crescentes esforços de pesquisa na área de polimerizações utilizando catalisadores metallocênicos e não-metallocênicos, envolvendo orçamentos milionários de P&D e originando um grande número de patentes. Observe-se que o número de depósitos nas tecnologias de processamento das macromoléculas e aditivos aplicados a composições macromoleculares é bem menos acentuada. Quanto ao processamento de polímeros, cabe aqui esclarecer que os pedidos de patentes depositados nesse setor tecnológico tratam exclusivamente de processamento químico das macromoléculas. Deduz-se que o pequeno número de depósitos de pedidos de invenção talvez possa ser explicado pelo fato de que, de um modo geral, os processamentos disponíveis atendem satisfatoriamente às necessidades da indústria. Os tratamentos químicos dados aos materiais poliméricos envolvem uma tecnologia madura, que não sofreu muitas transformações ao longo do período estudado. Quanto aos aditivos, a busca por fornecer determinadas características aos materiais

poliméricos por meio de novos aditivos pode não ser tão intensa porque os aditivos disponíveis talvez já atendam, em grande parte, aos objetivos almejados. Isto poderia explicar a menos acentuada atividade patentária na área.

O Gráfico 2 apresenta a evolução dos depósitos de pedidos de invenção ao longo do período de 1985 a 1995. Verifica-se que a evolução da curva parece ser influenciada por vários fatores econômicos internos e externos às empresas e a cada país, especialmente o fenômeno da ciclicidade da indústria petroquímica, conforme representado pelo Gráfico 1.

Comparando-se os Gráficos 1 e 2, observa-se que os perfis das curvas dos gráficos do número de depósitos de patentes e da variação dos preços do polietileno apresentam comportamentos semelhantes. Nesses gráficos, as curvas, além de apresentarem inflexões em épocas bastante próximas, curiosamente mostram que a intensidade de suas inflexões parece obedecer aos mesmos fenômenos. A diferença mais marcante existente entre os dois gráficos pode ser observada em 1991, quando ocorreu a rápida Guerra do Golfo, fazendo com que o preço médio anual das poliolefinas se elevasse atipicamente e formasse um “pico” inesperado na tendência de baixa da curva de preços<sup>[9]</sup>.

Observa-se, ainda, que nos períodos de recessão (entre 1985 e 1987 e entre 1991 e 1994) o preço do produto diminuiu e o número de depósitos de pedidos de patente também sofreu uma redução. Por outro lado, as curvas do Gráfico 1 mostram que nos períodos de maior demanda pelo produto (entre 1987 e 1989 e entre 1994 e 1996) o preço sofre um brusco aumento e pode-se supor que o mesmo aconteça com o número de depósitos de pedidos de patente. Tendo em vista que a base de dados sobre pedidos de patente abrange até 1995, não se pode afirmar efetivamente que isso ocorra. Porém, pelo comportamento das

**Gráfico 2.** Depósitos de pedidos de invenção no Brasil em polímeros (1985-1995)<sup>[11]</sup>

curvas do Gráfico 2 é provável que a extrapolação das mesmas possibilite essa visualização.

Como o documento de patente é preparado após a realização dos experimentos, em média dois anos após o início da pesquisa, pode-se supor que nos períodos de recessão as atividades de desenvolvimento tecnológico se encontram acentuadas, já que o número de depósitos é menor nesse mesmo período e bem maior quando a demanda pelos compostos poliméricos está aquecida. Isso significa que, provavelmente, nos momentos de maior recessão, é que as grandes empresas multinacionais investem mais em P&D. Esses maiores investimentos em P&D, por sua vez, acabam por gerar resultados que se traduzem na forma de pedidos de patente. Desse modo, quando a demanda volta a se aquecer a empresa já está apta a depositar novos pedidos de patente. Sendo assim, num momento em que as empresas de polímeros necessitam eminentemente reduzir custos, parece que isso não ocorre com a função P&D. Isso demonstra a tamanha importância daquela função para as empresas de base tecnológica, ou seja, a necessidade de melhorar o desempenho da empresa num período recessivo depende extremamente das atividades de desenvolvimento tecnológico. Além do que, é de interesse das empresas que no momento de entrada das unidades industriais em operação e introdução dos produtos no mercado, tanto o produto como o processo estejam protegidos. A Tabela 2 sintetiza essas premissas.

A partir desses dados pode-se depreender que o período de recessão obriga a intensificação da P&D por duas razões: porque ele antecede ao período de expansão das unidades de produção e porque a recessão estimula a concorrência, obrigando as empresas a desenvolverem novos *grades*, processos, catalisadores, etc. Esta situação se traduz em aumento do número de depósitos de pedidos de patentes justamente no período de aquecimento da demanda e formação de estoques.

## Conclusão

A formulação da estratégia tecnológica por parte das empresas de polímeros deve, obrigatoriamente, levar em consideração a ciclicidade apresentada por essa indústria. Isto é uma medida de grande importância, especialmente para empresas que sejam dependentes de desenvolvimentos tecnológicos para se manter no mercado, como é o caso da indústria de polímeros. Esta importância é particularmente sentida em períodos recessivos, quando a empresa precisa melhorar seu desempenho.

A indústria de polímeros, o ramo mais dinâmico da indústria petroquímica, apresenta ciclicidade em relação aos seus níveis de produção. Essa característica pode determinar o tipo de ação mais adequada a ser implementada pelo planejamento estratégico, para que a empresa mantenha sua posição de destaque no mercado, mesmo em períodos recessivos.

No caso do período recessivo, a melhor opção parece ser o aumento de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, de modo a fazer com que produtos a serem levados ao mercado ou novos processos apresentem características diferenciadas e melhor qualidade. Da mesma forma, esses investimentos preparam a empresa para o novo período que se avizinha, de aquecimento da demanda.

Dentre as medidas implementadas pela estratégia, a ênfase à proteção oferecida pelo sistema de patentes parece ser particularmente interessante, quando se sabe que o volume de recursos necessários para se manter um departamento de P&D em atividades tem aumentado muito. O sistema de patentes oferece a proteção legal necessária para garantir que os investimentos em P&D sejam resguardados do uso indevido por terceiros, bem como para assegurar, por um período de tempo, um monopólio para a empresa. A proteção legal oferecida pelas patentes é um incentivo à criatividade

**Tabela 2.** Influência dos ciclos da indústria de polímeros nas atividades tecnológicas

Variável	Período	
	Recessão	Alta demanda
Volume de produção	Excessivo	Deficitário
Preço	Mais baixo	Mais elevado
Número de depósitos	Menor	Maior
Desenvolvimento tecnológico	Mais intenso	Menos intenso

das empresas, estímulo ao desenvolvimento de novas invenções, técnicas e outras criações e manutenção de vantagens diferenciais, além de incentivo ao aumento constante dos ativos intelectuais das empresas.

Observa-se que o número de pedidos de patentes feitos pelas empresas parece, também, ser influenciado pelos ciclos vividos pelo setor e, em períodos de crescimento, crescem os pedidos, frutos de pesquisas realizadas durante os períodos recessivos.

A presente pesquisa revelou a influência dos ciclos da indústria de polímeros nas atividades tecnológicas, determinando o tipo de estratégias corporativas a ser adotado pelas empresas. Essas estratégias devem utilizar atividades de pesquisa e desenvolvimento especificamente planejadas para o momento em que esteja vivendo a empresa, de acordo com seu ciclo.

### Referencias Bibliográficas

1. Assumpção, E. - *Panorama da Tecnologia*, III (11), p.35 (1993).
2. Quental, C. - *A dinâmica da cooperação entre empresas em P&D*, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, COPPEAD/ Universidade Federal do Rio de Janeiro (1995).
3. Vasconcellos, E. & Saia, J. R. - *Revista de Administração*, v.28, n.3, jul./set., p.62 (1993).
4. Schumpeter, J. A. - *Capitalism, socialism & democracy*, London, Routledge (1996).
5. Pavitt, K. - Foreword, in Bertin, G.Y. & Wyatt, S. - *Multinationals & industrial property - the control of the world's technology*, Harvester, Wheatsheaf Books Ltd., p. XI (1988).
6. Barros, H. M. - *Gestão de pesquisa & desenvolvimento: o caso da indústria brasileira de polímeros*, Tese de Mestrado, IMA / Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998).
7. Perrone, O.V. - *Importância econômica dos polos petroquímicos*, exposição oral, IMA/UFRJ (1996).
8. Coronado, J. - *Plástico Moderno*, Junho, 6-8 (1997).
9. Gaiarsa, L. M. - *Revista da Associação Brasileira de Propriedade Industrial*, 1 (2), p.13 (1992).
10. Bednarek, M. D - *Revista da Associação Brasileira da Propriedade Industrial*, 6 (14), p.14 (1995).
11. Rosa, E. O. R. - *Patentes na indústria brasileira de polímeros: um estudo empírico*, Tese de Mestrado, IMA/ Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998).

*Recebido: 11/04/00*  
*Aprovado: 22/08/00*