

Tendências Tecnológicas de Polietilenos e Polipropileno através da Prospecção em Documentos de Patente nos Estados Unidos e Europa – 1990/1997

Adelaide M. S. Antunes, Roberto G. Giannini e Suzana Borschiver
Sistema de Informações Sobre a Indústria Química - SIQUIM, Escola de Química, UFRJ

Vera L. S. B. Pereira
Gendarme Consultoria LTDA

Resumo: O presente artigo fornece uma avaliação estratégica da tecnologia de produção de polímeros à base de etileno, principalmente o polietileno, bem como dos polímeros a base de propileno, principalmente o polipropileno, mostrando a tendência em relação a novos produtos, mercados e de concorrentes, com base em informações extraídas de documentos de patentes publicados a partir de 1990. O termo documento de patente abrange pedidos de patente publicados ou patentes concedidas. Da análise dos documentos de patente recuperados nesta pesquisa resultou uma visualização das tendências tecnológicas na indústria de poliolefinas nos mercados europeu e norte-americano, identificando e quantificando quatro indicadores tecnológicos: catalisadores, características da molécula, tipo de produto e campo de aplicação. Uma conclusão importante diz respeito à concentração de tecnologia, onde se observa que 6% das empresas com atividade em patenteamento detêm cerca de 40% do total de documentos, sendo que somente as quatro maiores depositárias dominam mais de 20% do total. Nota-se uma tendência de as empresas em buscar a inovação nas etapas finais da cadeia produtiva, com uma grande concentração de patentes em produtos e melhoria de aplicação.

Palavras-chave: *Tendências tecnológicas, polietileno, polipropileno, prospecção, banco de dados de patentes, polímeros, catalisadores.*

Technological Trends for Polyethylene and Polypropylene through the study of patent documents in the United States and Europe – 1990/1997

Abstract: This article offers a strategic assessment of the technology for the production of polymers based on ethylene and propylene (mainly polyethylene and polypropylene), demonstrating the trends related to new products, markets and competitors, based on information extracted from patent documents published since 1990. The term “patent document” covers published patent applications or granted patents. A vision of the technological trends in the polyolefin industry in Europe and North America has been elucidated based upon the analysis of the patent documents studied during this research, and four technological indicators were identified and quantified: catalysts, molecular attributes, product type and range of application. One important conclusion concerned the concentration of technology: 6% of the companies with patent activity hold around 40% of the total number of documents, while 20% of the total is controlled by just four depositing companies. A trend has been noticed whereby companies seek innovation at the final stages of the production chain, with a high concentration of patents being for products and improved applications.

Keywords: *technological trends, polyethylene, polypropylene, study, patent database, polymers, catalysts*

Autor para correspondência: Adelaide M. S. Antunes, Sistema de Informações Sobre a Indústria Química - SIQUIM, Escola de Química, UFRJ, Bloco E, CEP: 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, E-mail: adelaide@eq.ufrj.br.

Introdução

O século XX se caracterizou por ser, sem sombra de dúvida, o mais rico em mudanças em toda a história da humanidade. Neste final de século, o uso intensivo da informação como ferramenta de estratégia vem alterando completamente os padrões de competitividade tanto das empresas quanto das nações.

Um dos segmentos industriais em que a competitividade fica mais evidente, pelo dinamismo, escalas de produção e pelo processo de reestruturação por que vem passando, é o setor de termoplásticos. Com os fenômenos da globalização, flexibilização dos mercados regionais e internacionalização das economias, o fator inovação tem-se mostrado, mais do que nunca, como fundamental para a manutenção das empresas numa situação economicamente viável num ambiente de hipercompetitividade.

Neste cenário, o domínio sobre o fluxo de informações e o conhecimento das tendências tecnológicas futuras, bem como a antevisão de possíveis rupturas no padrão de competição de uma dada indústria, se converteram em uma poderosa ferramenta de competitividade e de racionalização dos esforços de capacitação das empresas.

Os primeiros movimentos com o objetivo de permitir um aproveitamento contínuo e sistemático das informações, como fator estratégico para as empresas, surgiram na década de 50, com o objetivo primário de reduzir o tempo entre a invenção e a alocação do produto dela resultante no mercado. A esta atividade de extrair do mercado informações úteis à empresa, dá-se o nome de *prospecção tecnológica*, que pode ser definida como *uma análise lógica que leva a uma conclusão quantitativa sobre o direcionamento das tecnologias futuras*.

Dentre as fontes de informação mais consistentes para serem exploradas, estão as publicações científicas e tecnológicas, a *internet* e os documentos de patente. A pesquisa em publicações científicas e tecnológicas são extremamente úteis, pois detectam os movimentos científicos capazes de gerar futuras tecnologias de produção mas são limitadas pela dificuldade de pesquisa, uma vez que a maioria das publicações não são indexadas em bases de dados eletrônicas. A *internet* tem a propriedade de fornecer informações *up-to-date* mas está limitada pela barreira da língua e pela relativamente baixa cobertura dos mecanismos de busca, resultando em grande dificuldade de elaboração de estratégias de prospecção a análise das informações.

Os documentos de patente, por sua vez, são os que apresentam as melhores condições de pesquisa, pois, na sua quase totalidade, apresentam-se indexados em bases de dados eletrônicas e possuem além de grande uniformidade de registros de dados bibliográficos e de informações tecnológicas, uma sistematização de classificação dos assuntos suficientemente específica para permitir a elaboração de estratégias precisas de coleta de dados.

Este artigo fornece uma avaliação das tendências de patenteamento nas cadeias produtivas de polietileno e polipropileno, através da prospecção tecnológica em documentos de patente, publicados a partir entre 1990 e 1997 nos principais mercados produtores e consumidores.

Metodologia

Para o levantamento das tecnologias protegidas ou descritas em documentos de patentes referentes aos polímeros de interesse, foi elaborada uma estratégia de busca que combinou todos os campos da Classificação Internacional de Patentes nas quais os documentos relativos a estas tecnologias são classificadas e um conjunto de palavras-chave que representam as formas com as quais estes polímeros poderiam ser identificados nos documentos. Com esta estratégia, procedeu-se a busca nas bases de dados *on line World Patent Index (WPINDEX)* e *Chemical Abstract Plus (CAPLUS)*.

A busca nas bases de dados é feita através da combinação de dois critérios distintos: palavras-chave que descrevem os polímeros de interesse e os campos da Classificação Internacional de patentes nos quais as tecnologias que serão objeto de análise estão alocadas. Assim, a busca foi conduzida da seguinte forma:

Palavras-Chave:

- Polypropylene, Polypropene, Polypropane, PP, Propene Homopolymer
- Polyethylene, Polyethane, PE, HDPE, LDPE, LLDPE, High Density Polyethylene, Low Density Polyethylene, Linear Low Density Polyethylene

Campos da Classificação Internacional:

Produção de polímeros:

- C08F 2-8 - Processos de polimerização em geral;

- C08F 010/02- Processos de polimerização de etileno (homopolímero);
- C08F 010/06- Processos de polimerização de propileno (homopolímero);
- C08F 110/02- Processos de copolimerização de etileno
- C08F 110/06- Processos de copolimerização de propileno
- C08F 210/02- Processos de obtenção de homo e copolímeros de etileno;
- C08F 210/06- Processos de obtenção de homo e copolímeros de propileno;

Modificações químicas de polímeros e composições:

- C08J - Modificação química de polímeros;
- C08L - Composições, ou seja, mistura física de polímeros;
- C08K - Composições poliméricas para uso diverso;

Processamento de polímeros:

- B29C - Produtos moldados por processo de transformação;
- B29D - Processos de transformação de polímeros;
- B32B - Produtos em camadas;
- B65D - Embalagens

O resultado da busca foi uma massa de dados composta por 35574 registros de documentos de patente referentes aos polímeros de interesse elaborados no período considerado. Este número não representa o total de inovações protegidas no período, uma vez que a mesma patente pode (e deve) ser depositada em diferentes países, para garantir o direito de propriedade aos seus autores nos mercados mais relevantes.

Tendo em mente esta tendência de proteger as invenções nos grandes mercados e sabendo que os mercados europeu e americano representam cerca de 75% da produção mundial de polietileno e polipropileno, sendo as sedes dos maiores *players* da indústria, optou-se que focar a análise nestes mercados, considerando os documentos de patentes publicados nos escritórios americano (*United States Patents and Trade Office - USPTO*) e europeu (*European Patent Office - EPO*) de patentes - sejam estas originárias ou não destes países.

No sentido de racionalizar a análise, foi conduzida uma nova busca, utilizando-se a mesma estratégia anterior, porém aplicando-a nas bases de dados do *USPTO* e do *EPO*, publicadas em CD-ROM. Desta

nova busca, resultaram cerca de 4.000 registros de documentos relevantes que, após a eliminação das duplicidades - patentes depositadas nos dois escritórios - converteram-se em 2196 documentos que serviram de base para a confecção de um banco de dados, construído para possibilitar análise dos documentos e a determinação das tendências tecnológicas no setor.

Para a elaboração do banco, foi estabelecida, em conjunto com especialistas em informação e na ciência e tecnologia dos polímeros, uma metodologia de análise dos documentos, onde se buscou combinar a análise das informações bibliográficas contidas nos documentos (detentor, data de depósito, país de origem etc.) com a análise minuciosa dos resumos, com o objetivo de determinar o exato objeto de cada uma das patentes e, assim, traçar as tendências do direcionamento da tecnologia. Neste sentido, em cada documento, buscou-se identificar a presença das seguintes possibilidades:

- Monômero de Origem;
- Processo de polimerização;
- Catalisador;
- Características da molécula;
- Tipo de produto final;
- Aplicação do produto final.

É importante ressaltar que, via de regra, as patentes não trazem inovações em todos estes campos, cada documento dedica-se a descrever uma parte da cadeia produtiva. A finalidade desta classificação dos objetivos das patentes é diagnosticar a posição na cadeia produtiva a que se dedica cada um dos inventos em questão.

Para levantar o conjunto de informações sobre as tecnologias patenteadas, cada um dos documentos foi analisado e deles extraídas as informações relevantes que descrevem o invento, terminando por gerar mais de 21.000 itens que se constituem em informações relevantes contidas nos documentos analisados, o que gerou uma massa de dados capaz diagnosticar, com boa confiabilidade, a disposição dos agentes em promover inovações tecnológicas.

Resultados e Discussão

Origem das tecnologias

A análise do banco de dados no que diz respeito aos países nos quais se originaram as tecnologias patenteadas, revelam que esta se encontra bastante con-

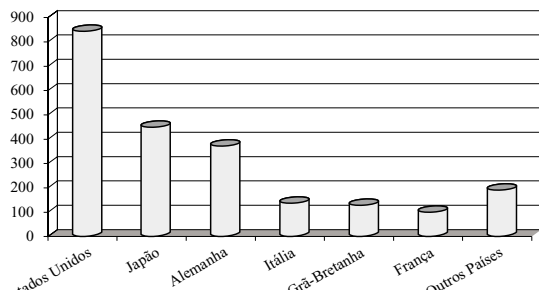


Figura 1. Distribuição dos depósitos por país de origem da tecnologia

centrada nos países mais desenvolvidos, sendo que o cenário é largamente dominado pelos Estados Unidos, de onde provém cerca de 38% do total de documentos pesquisados. O Japão e a Alemanha vem a seguir, com cerca de 20 e 17%, respectivamente.

Outros três países europeus apresentam uma quantidade significativa de patentes, a Itália e a Inglaterra, com cerca de 6% do total e a França, com 5%. Os demais países do mundo, 29 no total, somados atingem 8% das patentes; cabe ressaltar que mesmo dentro deste grupo, os documentos originários de países periféricos são minoria. O Brasil, por exemplo, aparece com apenas dois documentos. A Figura 1 sumariza estes dados.

Empresas detentoras de tecnologia

O resultado da análise dos detentores de tecnologia, revela um quadro similar ao dos países de origem. Apesar de haver do grande número de empresas que possuem patentes, 193 no total, a larga maioria detém poucas patentes. A Tabela 1 mostra a distribuição das empresas em função do número de documentos de patentes que possuem. O que se observa é uma concentração muito elevada de patentes nas mãos de poucas empresas. As 11 maiores detentoras, possuem 40,0% do total de documentos, enquanto que as 152 menores detêm 32,1%.

A Figura 2 apresenta as onze empresas que possuem mais de 50 documentos de patente. Nota-se que o

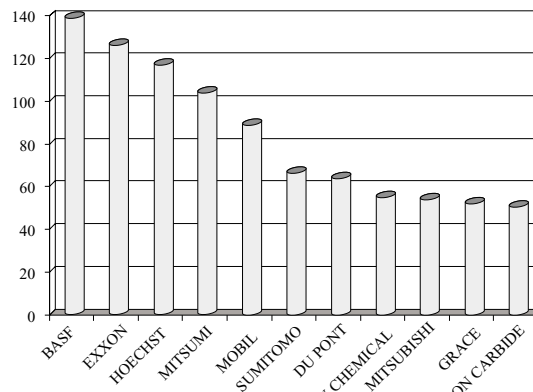


Figura 2. Principais empresas depositárias de patentes

cenário é largamente dominado pelas cinco maiores detentoras, a BASF, com 139 documentos; a EXXON, com 126; a HOESCHT, com 117; a MITSUI, com 104 e pela MOBIL, com 85 patentes. Neste grupo estão também a Sumitomo (63), Du Pont (62), Dow Chemical (54), Mitsubishi (53), W. R. Grace (52) e Union Carbide (51). Estas 11 empresas detêm 40% de toda a tecnologia da indústria de polietileno e polipropileno.

Indicadores tecnológicos

Os itens verificados em cada um dos documentos de patentes permitem gerar as tendências de patenteamento em cada uma das etapas da cadeia de produção dos polímeros considerados, sendo representativos das etapas iniciais de produção da resina, da transformação e dos destinos finais dos produtos comerciais elaborados com estas moléculas. Foram assim selecionados os catalisadores utilizados, as características das moléculas, os tipos de produto e as aplicações finais.

Monômero de origem

O principal polímero objeto das patentes ainda é o polietileno, com 1234 documentos que tratam de tecnologias envolvidas na sua cadeia produtiva. Com cerca da metade do número de patentes que o

Tabela 1. Distribuição de freqüências dos depósitos de patente

Freqüência	100 ou mais patentes	Entre 50 e 99 patentes	Entre 20 e 49 patentes	Entre 10 e 19 patentes	Menos de 10 patentes
Número de Empresas	4	7	10	20	152
Total de Documentos	487	388	331	286	704
Percentual do Total	22.3	17.7	15.1	13.0	32.1

polietileno, vem o polipropileno, com 637 específicas para este polímero. O que chama a atenção é um número relativamente alto de 322 patentes que tratam de tecnologias intercambiáveis entre estes dois polímeros. Estas se localizam em todas as etapas da cadeia produtiva, desde os processos de polimerização até a aplicação final dos produtos. A tendência nesses documentos é desenvolver processos/produtos que possam utilizar tanto do eteno quanto o propeno como matéria-prima.

Catalisadores do processo de polimerização

O *design* dominante na indústria, em termos de catalisadores, é o uso de compostos organometálicos, sobretudo Ziegler-Natta. Apesar disto, a tendência encontrada neste estudo, contudo, aponta para um equilíbrio entre três tipos básicos de catalisadores, o primeiro grupo são os chamados *sistemas catalíticos*, nos quais diversos compostos estão presentes para produzir o efeito desejado. Estes *sistemas*, que podem conter metais reduzidos, compostos organo-metálicos, compostos metalocênicos etc., aparecem em 129 documentos diferentes. O segundo grupo mais citado são os catalisadores do tipo metalocênico, presentes em 125 diferentes documentos e o terceiro grupo em número de patentes são os tradicionais organo-metálicos, citados 124 vezes.

É interessante notar este movimento, visto que os metalocenos são relativamente recentes no cenário da indústria e somente agora as primeiras plantas comerciais que os utilizam começam a entrar em operação. Mesmo assim, despertam muito interesse em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, se configurando em uma tendência da indústria.

Características da molécula

Este indicador trata da busca por manipular as propriedades químicas e/ou físicas intrínsecas às moléculas do polímeros, visando adequá-las às necessidades do mercado. O cenário deste indicador é largamente dominado pelas propriedades físico-químicas da molécula (que pode ser o ponto de fusão, alguma temperatura de transição, a viscosidade, resistência à tensões etc.), estas propriedades são objeto de estudo em 208 documentos. Tecnologias que visam manipular três outras características são também bastante estudadas, as de

escolha do peso molecular (alto ou baixo), citada em 94 patentes; a estereorregularidade da molécula, citada em 93 documentos - e intimamente relacionada com os catalisadores metalocênicos; além da morfologia do polímero, citado em 82 patentes. Outras características freqüentemente citadas são as propriedades mecânicas do polímero, em 53 patentes; propriedades térmicas, com 37 registros, e a resistências aos agentes físicos, que são citadas em 19 documentos.

Tipo de produto

Este item trata do produto final a que se destina o polímero objeto da patente. O que se observa é um largo predomínio de documentos de patentes que tratam de embalagens, que somam 514 patentes, mais de 52% de documentos que abordam os produtos finais. Com um número expressivamente menor, aparecem os laminados com 89 patentes; os aditivos (sobretudo para a indústria de tintas e como improvedores de índice de viscosidade) com 67 documentos; os selantes térmicos, citados 52 vezes; as composições físicas com outros polímeros, com 41 registros; elastômeros, 31; espumas, 31; membranas, 22; fibras, 18 e ceras, em 12 dos documentos analisados.

Aplicação do produto

A principal aplicação registrada para os produtos obtidos com os polímeros pesquisados é o uso em embalagens, com 288 registros, mais de 41% do total de citações de aplicações. Em segundo plano, surgem as aplicações em revestimentos com 58 documentos, adesivos com 53 registros e produtos moldados, com 53 documentos de patentes. Também são citados como aplicações os equipamentos médicos, em 43 documentos de patentes; uso em derivados de petróleo, em 36 casos; auto-peças, 33 registros; tintas em 12; isolantes e tecidos, cada um com 10 citações.

A Figura 3 mostra o comportamento destes indicadores, registrando a freqüência com que são citados e as tendências de patenteamento dentro de cada um deles. Vale ressaltar que combinando estes indicadores, os documentos de patentes mais comuns neste estudo são as que tratam de melhoria das propriedades físico-químicas de polietilenos para aprimorar a qualidade do filme e o seu uso como embalagem.

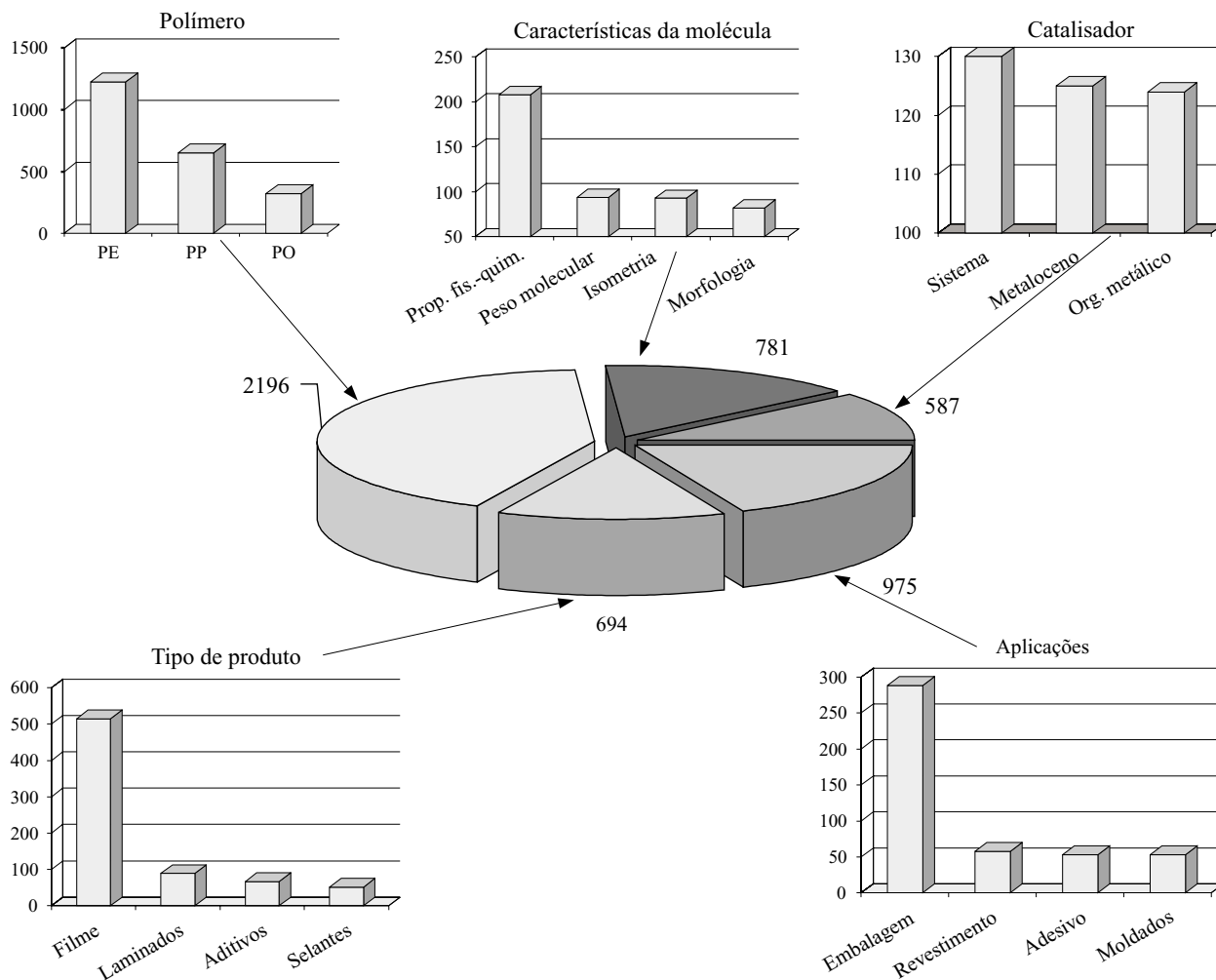


Figura 3. Tendências dos indicadores tecnológicos

Tabela 2. Patentes das empresas por indicador

Empresa	Catalisador	Processo de polimerização	Características	Tipo e aplicação dos produtos
Basf	51.1	53.2	24.5	38.1
Exxon	45.3	29.1	35.9	54.7
Hoechst	22.2	21.4	43.6	67.5
Mitsui	35.6	35.6	53.8	43.7
Mobil	25.8	19.1	40.4	61.8
Sumitomo	24.2	21.2	33.3	59.1
Du Pont	9.4	26.6	25.0	68.8
Dow Chemical	23.6	23.6	20.0	78.2
Mitsubishi	24.1	24.1	29.6	51.9
W. R. Grace	0.0	0.0	40.4	100.0

Comportamento das empresas líderes

O último passo do estudo é identificar o comportamento das empresas líderes em relação aos indicadores preparados. Na Tabela 2, observa-se o posicionamento predominante na cadeia produtiva a que se dedicam as patentes das principais empresas. A Basf nitidamente está mais concentrada nas etapas de produção da resina, visto que em mais de 50% dos casos as patentes tratam de catalisadores e processos e a minoria dos documentos se relaciona com as etapas finais da cadeia.

O comportamento da Exxon é bastante distinto, esta empresa investe mais em catalisadores e em produtos finais (nas extremidades da cadeia) o que leva a crer que busca competir por diferenciação do produto. As demais, estão mais centradas nas etapas finais da cadeia, nos produtos e suas aplicações, que leva a conclusão de que estas empresas buscam adequar os seus produtos às necessidades dos mercados consumidores. Chama a atenção apenas a W. R. Grace, que é uma empresa de transformação, e figura entre as principais empresas no patenteamento.

Já a Tabela 3, permite observar o movimento das dez principais empresas detentoras de documentos de patente de PP e PE, as colunas de cada indicador trazem as tendências dentro de cada um.

O que se observa desta comparação é que a maioria das empresas possui uma conduta tradicional, investindo mais em melhoria das propriedades dos filmes para aplicação como embalagem. Poucas empresas, como a Exxon e a W. R. Grace, destoam deste comportamento.

A Exxon investe mais em produtos com maior grau de diferenciação, prova disto é que a principal característica que a empresa cita em suas patentes é a isometria, coerente com o seu investimento em catalisadores do tipo metalocênico, que permitem prever a taticidade da molécula após a polimerização. Como consequência, na ponta final da cadeia, os usos destes polímeros não seguem o comportamento tradicional, tendendo para o uso na formulação de aditivos para uso na indústria do petróleo. Já a W. R. Grace, investe em produtos de maior valor agregado que o tradicional uso em embalagens, apresentando como tendência produtos para aplicações em medicina, produtos mais nobres, devido às diversas especificidades que devem possuir.

Conclusões

A dinâmica competitiva que se apresenta para o século XXI exige das empresas a busca incessante pelo

Tabela 3. Tendências dos principais detentores de tecnologia

Empresa	Polímero	Catalisador	Processo de produção	Características	Tipo de produto	Aplicação
Basf	PE/PP	Ziegler-Natta	PE	Propriedades FQ	Filme	Embalagem
Exxon	PE	Metaloceno	PE	Isometria	Aditivo	Derivados de petróleo
Hoechst	PP	Metaloceno	PE/PO	Propriedades FQ	Filme	Embalagem
Mitsui	PE	Organo-metálico	PE	Propriedades FQ	Filme	Embalagem
Mobil	PE	Sistemas	PE	Tipos de polietileno	Filme	Embalagem
Sumitomo	PE	Organo-metálico	PE	Aplicabilidade e morfologia	Filme	Embalagem
Du Pont	PE	—	PE	Propriedades térmicas e FQ	Laminados	Adesivos
Dow Chemical	PE	—	PE	Propriedades FQ	Filme	Embalagem
Mitsubishi	PE/PP	Organo-metálico	PP	Morfologia	Filme	Auto-peças
W. R. Grace	PE	—	—	Propriedades térmicas	Filme	Aplicações médicas

aprimoramento tecnológico, assim como exige também uma maior racionalização nos gastos, inclusive em P&D. Neste cenário, o direcionamento tecnológico das empresas deve ser guiado por sua visão de mercado e por suas perspectivas de crescimento futuro.

Contudo, entre a decisão estratégica de investir e a apropriação dos ganhos de competitividade resultantes, há um grande número de etapas, nas quais a tônica é a incerteza. Para minimizar estes riscos o conhecimento dos mecanismos de competição e das tendências tecnológicas da indústria é fundamental. Vindo ao encontro desta necessidade, as ferramentas de inteligência competitiva se convertem em uma poderosa arma de planejamento, pois permitem visualizar, de forma rápida e concisa, a estrutura e o ambiente competitivo no qual a empresa está inserida.

Neste trabalho, duas conclusões se mostram como as mais importantes, no tocante à indústria destes polímeros. A primeira, se relaciona com a concentração da tecnologia sob o domínio de poucas empresas e a segunda é a possibilidade de inferir as estratégias de competição (ao menos as tendências futuras) das empresas. As análises do comportamento das empresas quanto ao patenteamento permite inferir sobre as suas possíveis atitudes no mercado.

A maior detentora de patente, a alemã Basf, concentra o patenteamento e, provavelmente, seus investimentos, no processo de produção da resina e direciona seu mercado para as aplicações tradicionais dos polímeros. A hipótese de que esta empresa busca competir por custo é bastante razoável.

Por outro lado, o comportamento da Exxon, fortalecendo suas posições nas extremidades da cadeia produtiva e investindo em catalisadores fora do *design* dominante ao passo que busca novos mercados, indica uma tendência para a diferenciação dos produtos, a busca por produtos que competem por

desempenho. Já as outras três grandes detentoras de tecnologia, seguem um padrão mais próximo ao da Basf, com o diferencial de que estão mais voltadas para as etapas finais da cadeia, este comportamento sugere uma maior aproximação com o usuário. Obviamente, estas inferências se configuram como tendências dos movimentos de P&D das empresas - que reflete diretamente o patenteamento de novas tecnologias - e apontam para um cenário futuro completamente exequível.

A conclusão final fica por conta da metodologia. A análise lógica e racional das informações disponíveis - e patentes são documentos públicos - traz grandes vantagens para as empresas, pois permite uma boa visualização do mercado, permitindo um excelente nível de resumo das informações relevantes, sem perder ao mesmo tempo a profundidade e a fidelidade ao mundo exterior.

Referências Bibliográficas

1. Allinger, L. - Norman Química Orgânica Segunda Edição Guanabara Dois (1976).
2. Kondo, E. K. - Desenvolvendo indicadores estratégicos em ciência e tecnologia: as principais questões. Ciência da Informação. Brasília, v. 27, no. 2, p. 128-133, maio/ago. (1998).
3. Mano, E. B. - Introdução a Polímeros Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo (1985).
4. Miles, D. C. e Briston, J. H. Tecnologia dos Polímeros Editora Polígono S.A, São Paulo (1975).
5. Porter, A. L.; Detampel, M. - J. Technology Opportunities Analysis. Technological Forecasting and Social Change. New York, n. 49, p. 237-255 (1995).

Recebido: 05/10/99

Aprovado: 18/02/00