



Um Estudo de Prospecção e de Estratégias de Inovação: O Caso Dimetil Éter -Um Combustível Alternativo e Seu Desenvolvimento em Nível Mundial

Tema: Previsión y evaluación tecnológica.

Categoria: Trabajo académico

Telma De Oliveira
Instituto Nacional Tecnológico
E-mail: telmaoli@int.gov.br
Edmar Luiz Fagundes de Almeida
Instituto de Economia - UFRJ
E-mail: edmar_almeida@yahoo.com.br

José Vitor Bomtempo
Escola De Química Ufrj
E-mail: vitor@eq.ufrj.br

Resumo:

A conversão química do gás natural em dimetil éter (DME), é uma das possibilidades em estudo por empresas e países, para a obtenção de combustíveis sintéticos. O DME, originalmente utilizado como propelente de aerossol, é visto como um combustível limpo. Possui características físicas similares ao GLP (gás liquefeito de petróleo) e também tem sido considerado como um potencial substituto ao diesel.

Partindo de indicadores do ciclo de vida da tecnologia apresenta-se uma prospecção da inovação do uso do dimetil éter como combustível. Identificam-se as principais empresas envolvidas e seus interesses estratégicos, assim como a natureza do esforço tecnológico no nível dos países.

Verificou-se que o esforço no desenvolvimento do DME como combustível tem mobilizado empresas de diversas indústrias, como petróleo e petroquímica, mas também automóveis, equipamentos elétricos e eletrônicos e fornecedores de tecnologia. Entre os países, identificou-se uma forte atuação do Japão, onde o processo de inovação segue uma estratégia de inovação com coordenação externa com grande articulação institucional, das quais participam praticamente todas as empresas japonesas envolvidas com o desenvolvimento do DME como combustível.

Palavras-chave: dimetil éter, DME, inovação, prospecção, combustível, gás natural



1. Introdução:

A prospecção tecnológica é o termo aplicado aos estudos que têm por objetivo antecipar e entender as potencialidades, evolução, características e efeitos das mudanças tecnológicas, particularmente a sua invenção, inovação, adoção e uso (COATES, 2001).

O processo de inovação compreende as etapas de invenção, inovação e difusão. A invenção relaciona-se à criação do novo, podendo ser refletida na publicação de artigos científicos e patentes. No entanto, para que uma invenção se transforme em uma inovação, torna-se necessário o lançamento no mercado e ter sucesso comercial. À medida que uma inovação é introduzida no mercado, surgem no processo de difusão variações, que visam a aproximar os produtos ou serviços das necessidades do usuário final (OLIVEIRA, T.; BOMTEMPO, J.V.; ALMEIDA, E.L.F., 2004).

Portanto, torna-se necessário um trabalho de prospecção da inovação incluindo dimensões que considerem a posição no ciclo de vida da tecnologia, o contexto de receptividade da inovação e perspectivas de mercado e da cadeia de valor do produto.

O presente trabalho propõe e avalia alguns indicadores do ciclo de vida da tecnologia e tem, como objetivo, responder aos seguintes questionamentos: Quais são as principais empresas envolvidas no desenvolvimento do DME como combustível e seus respectivos setores industriais de atuação? Quais são os interesses destas empresas no DME? Que países estão concentrando esforços neste desenvolvimento? Quais as causas pelas quais estes países estão motivados a investir nesta inovação? Que tipo de estratégias estão sendo adotadas pelos atores envolvidos para que esta inovação torne-se viável?

O trabalho é constituído de 7 seções. Na seção 2 apresenta-se uma breve abordagem sobre as rotas de obtenção do DME, bem como as condições atuais de produção. Na seção 3 são apresentados os fundamentos teóricos para a prospecção da inovação e de estratégias de inovação. A metodologia utilizada é apresentada na seção 4. Na seção 5 apresentam-se os resultados obtidos com o estudo de prospecção realizado nas bases de dados científica, de engenharia, de patentes e comercial. Uma síntese das principais empresas envolvidas e as relações funcionais (VON HIPPEL, 1988) neste processo de inovação é apresentada na seção 6. Apresentam-se ainda nessa seção as principais iniciativas identificadas pelos principais países envolvidos. As conclusões do trabalho são apresentadas na seção 7.

2. Dimetil Éter

O Éter dimetílico ou dimetil éter (DME) é o mais simples dos éteres e de fórmula estrutural CH_3OCH_3 . Por um longo período, o único uso industrial do DME foi a conversão em dimetil sulfato, produto utilizado na indústria agrícola (HÖVER, 1987). A principal aplicação atual do DME é como propelente em aerossol, consumindo em torno de 70 % (150.000 toneladas) da capacidade de produção mundial (cerca de 217.000 toneladas). Nos Estados Unidos e Europa, 25 % de todo aerossol produzido utiliza o DME como propelente (DME, 2001).

Recentemente o DME tem atraído uma larga atenção mundial em função do seu potencial como uma fonte alternativa de energia. Por possuir características físicas semelhantes às do GLP (gás liquefeito de petróleo), pode ser distribuído e estocado, utilizando praticamente a mesma tecnologia empregada para o GLP. Motores a diesel podem queimar DME com algumas modificações, alcançando mais baixas emissões de particulados (fuligem) e NO_x (OHNO, 2001). Um outro aspecto considerado é a possibilidade de utilização do DME na



geração de hidrogênio para células a combustível e em termoelétricas, além da aplicação como matéria-prima para a indústria química.

O processo de obtenção do DME pode ocorrer por duas rotas distintas. Usualmente é obtido por vários produtores de metanol pelo processo de desidratação. Pode também ser obtido diretamente a partir do gás de síntese, que por sua vez pode ser oriundo do gás natural, carvão, coque de petróleo e biomassa. O uso do gás natural como insumo apresenta como vantagem a grande disponibilidade de matéria – prima, tendo em vista as atuais reservas mundiais do gás natural. No entanto, a escolha da matéria prima adequada está relacionada com as características regionais de cada país.

3. Elementos Teóricos em Inovação:

3.1. Prospecção da Inovação e o Ciclo de Vida da Tecnologia:

A prospecção da inovação tem como objetivo avaliar em que medida uma possível inovação pode vir a se concretizar. Desta forma, torna-se importante identificar e analisar o processo de construção do conhecimento, a evolução do patenteamento e finalmente as iniciativas de aplicação comercial (OLIVEIRA et al, 2004).

As atividades de pesquisa são entendidas aqui de forma ampla, englobando a pesquisa fundamental, a pesquisa aplicada, a fase de desenvolvimento e a aplicação comercial. A pesquisa fundamental pode ser compreendida como a parte teórica e experimental, desenvolvida principalmente para compreender fenômenos, características fundamentais de um produto ou processo, sem ter necessariamente uma aplicação específica.

A pesquisa aplicada pode ser compreendida como as investigações realizadas com a finalidade de adquirir novos conhecimentos com finalidades práticas. Por desenvolvimento experimental, compreende-se a comprovação da viabilidade técnica e de aplicação de novos produtos, processos, sistemas e serviços, ou ainda o aperfeiçoamento dos já existentes, o que é obtido através de esforços realizados através do conhecimento acumulado pela empresa ou obtidos externamente (ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-OCDE, 1978). Por aplicação comercial, entende-se a concretização do produto no mercado.

Watts e Porter (1997) utilizam três indicadores para prospecção da inovação. O primeiro é o indicador do ciclo de vida da tecnologia que determina como, ao longo da sua trajetória, avançou o desenvolvimento da tecnologia, sua taxa de crescimento e as condições de dependência da tecnologia. O segundo indicador trata do contexto de receptividade da inovação, incluindo as dimensões econômicas e não econômicas ligadas ao desenvolvimento da tecnologia estudada. O terceiro indicador avalia as perspectivas de mercado e da cadeia de valor do produto. O presente trabalho explora os indicadores de ciclo de vida da tecnologia.

Conforme a dinâmica da inovação proposta por Utterback (1996), as taxas de inovações variam com o tempo em uma curva típica do ciclo de vida da tecnologia em três fases distintas: fluida, transitória e específica.

A fase fluida é aquela na qual a taxa de inovação do produto é mais alta no período inicial. Os trabalhos de P&D visam a uma inovação inédita para o mercado e têm como atividades principais, por exemplo, a descoberta de dados fundamentais, tais como características físicas e químicas, aplicações, processo de produção, matérias primas, subprodutos, rendimentos etc. Quanto ao mercado, são pesquisados os clientes em potencial, aplicações, produtos concorrentes, preços, canais de comercialização, etc. No caso do DME os principais



problemas seriam por exemplo, a adequação de motores ao uso do DME e a estrutura de distribuição.

Na fase transitória, busca-se agregar maiores parcelas do mercado, em geral, substituindo produtos em uso ou atendendo a uma demanda ainda não atendida por nenhum produto. As atividades de P&D se caracterizam pelo aperfeiçoamento dos produtos e respectivos processos de produção. Nesta fase, é gerado o maior número de inovações que se relacionam ao produto e ao processo, que são agregadas à tecnologia. No caso do DME o problema central seria o desenvolvimento de processos produtivos em escala e economicidade compatíveis com a utilização como combustíveis. Utterback (1996) refere-se a esse problema como a definição de uma tecnologia capacitadora.

Na fase específica, as tecnologias já conquistaram o mercado e vão agregando inovações que visam a elevar sua eficiência para mantê-las competitivas. As atividades de P&D visam, principalmente, ao processo produtivo, com o objetivo de redução de custos, de modo a aumentar a competitividade frente à concorrência.

3.2. As Estratégias de Inovação:

A inter-relação de diversos atores envolvidos em um processo de inovação deve ser considerada como um fenômeno natural e essencial para a concretização e o sucesso comercial das inovações. Portanto, torna-se necessário reconhecer que o tratamento das inter-relações destes múltiplos atores merece um lugar privilegiado no estudo das inovações (BOMTEMPO, 1999). Neste contexto, a criação e a introdução da estratégia de inovação de uma empresa leva em consideração não somente a sua estrutura interna como também o seu relacionamento com o ambiente externo. Uma forma de agregar conhecimento não disponível em uma determinada empresa é através da estratégia de cooperação em rede de empresas. Esta estratégia de inovação permite uma maior eficácia produtiva, e também permite um avanço mais rápido no desenvolvimento da tecnologia (HASENCLEVER; TIGRE, 2002).

Uma das principais características das redes de empresas refere-se à criação e circulação de conhecimentos de informações, envolvendo a consolidação de um processo de aprendizado coletivo que amplia o potencial inovador da rede. Esse aprendizado é resultante de um intercâmbio de informações e competências, envolvendo a incorporação do aprendizado individual de cada agente a um *pool* social de conhecimento gerado a partir da rede. Entre as propriedades que podem ser associadas ao processo de cooperação tecnológica que ocorre ao nível de rede, destaca-se a capacidade dos seus membros identificarem e processarem informações importantes e o fortalecimento de capacitações em inovação, através da aglutinação de competências e qualificações complementares.

4. Metodologia

Conforme Watts e Porter (1997) o ciclo de vida da tecnologia pode ser avaliado tentando situar a tecnologia em uma curva típica de ciclo de vida. A medida mais simples para delinear esta curva é contar o número de referências sobre a tecnologia em várias bases de dados que enfatizem os diferentes estágios do perfil de P & D.

No indicador do ciclo de vida da tecnologia, foram exploradas quatro bases de dados para análise do perfil de P & D. Para a pesquisa fundamental, foi utilizada a base de dados de artigos científicos Web of Science. Em relação à pesquisa aplicada foi utilizada a base de dados de artigos de engenharia Compendex. Para a fase de desenvolvimento, foi utilizada a base de patentes Derwent Innovation Index. Para avaliar o perfil de aplicação comercial, foi



utilizada a base Chemical Business NewsBase que cobre publicações a partir de 1985. Nas três primeiras, fez-se uso das versões disponíveis no Portal da Capes, e na quarta a versão disponível no sistema Dialog, de propriedade da Thomson Scientific. Visando focar a busca no uso do dimetil éter como combustível, a estratégia de busca utilizada em todos os casos foi *dimethyl ether and fuel* considerando-se os campos do título e resumo.

Além da análise das referências obtidas através do estudo de prospecção, fez-se uso também em uma segunda fase de fontes complementares de informação, tais como: associações internacionais (International DME Association e Japan DME Forum) anais de eventos específicos (First International DME Conference) e consultas às páginas na Internet dos principais atores identificados e de órgãos governamentais.

5. Resultados e Discussão

5.1. Resultado de Publicações na Base de Dados de Artigos Científicos – Web of Science:

Com a estratégia de busca utilizada, foram encontrados 91 artigos publicados e indexados pela base de dados Web of Science, no período de 1990 a dezembro de 2004.

5.1.1. Taxa de Crescimento Acumulada e Evolução Temporal:

Para avaliação da taxa de crescimento, optou-se por desconsiderar os dois últimos anos (2003 e 2004), visto que a incorporação de referências pelos produtores das bases de dados pode levar até 2 anos para ocorrer (QUONIAM, 1996). Considerou-se para a estimativa da taxa de crescimento acumulada, o período de 1998 a 2002, obtendo-se um resultado de 32%. Na figura 1 apresenta-se a evolução anual e acumulada do número de artigos publicados e indexados pela base de dados Web of Science.

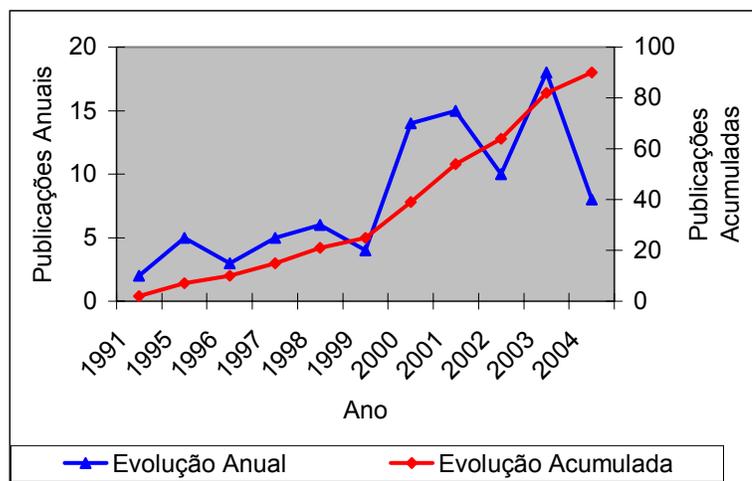


Figura 1 - Evolução das publicações na base de dados de artigos científicos Web of Science

5.1.2. Principais Atores Envolvidos e Natureza das Organizações:

Em relação à natureza das organizações, verificou-se entre as referências publicadas na Web of Science, a liderança das universidades, responsáveis por 65% dos artigos publicados, seguindo as empresas com 25% e institutos de pesquisa com 10% do total. Ilustra-se na tabela 1, os dez primeiros atores com maior frequência de publicações na Web of Science.



Ator	Frequência
Ford Motor Corporation	6
Pennsylvania State University	4
Argonne National Lab	3
Ibaraki University	3
Tohoku University	3
Xian Jiao Tong University	3
Boreskov Inst Catalysis	2
Chalmers University Technology	2
Hlth Canada	2
NKK Corporation	2

Tabela 1 - Principais atores com publicações na Web of Science

Destaca-se na liderança a empresa Ford Motor Corporation, aparecendo seis vezes com publicações em um total de 91 artigos, seguida da Pennsylvania State University com frequência 4 (quatro) e Argonne National Lab com 3 (três). Verifica-se ainda nesta base de dados, a presença da empresa NKK Corporation (Grupo JFE - Japan Future Enterprise). Através de uma análise preliminar das referências publicadas na Web of Science, verifica-se que os artigos da NKK Corporation referem-se à síntese do DME em uma etapa e seu uso em motor diesel. Para as demais empresas mencionadas, os artigos referem-se ao uso do DME em células de combustível.

5.2. Resultados de Publicações na Base de Artigos de Engenharia - Compendex:

5.2.1. Taxa de Crescimento Acumulada e Evolução Temporal:

Através desta base de dados foram encontradas 132 referências publicadas e indexadas no período de 1983 a dezembro de 2004 obtendo-se uma taxa de crescimento acumulada de 29%. Apresenta-se na figura 2 a evolução anual e acumulada das publicações.

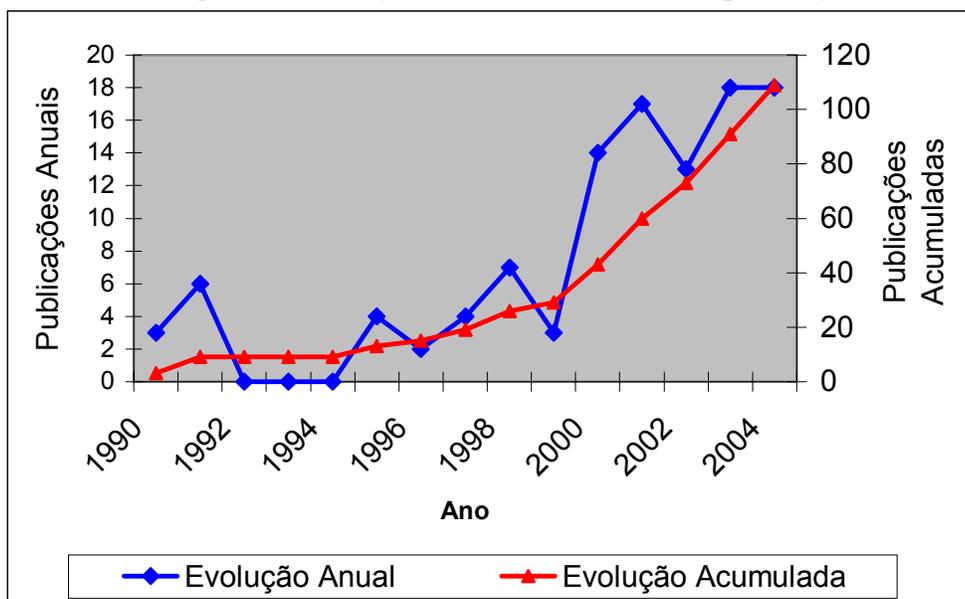


Figura 2 - Evolução do número de artigos publicados na base Compendex



5.2.2. Principais Atores Envolvidos e Natureza das Organizações:

Em relação à natureza das organizações, verificou-se a liderança das universidades, responsáveis por 54% dos artigos publicados, seguindo as empresas com 31%, institutos de pesquisa com 11%, associações e outros com 2%. Observou-se um pequeno incremento na participação das empresas, que passou para 31% na Compendex, contra 25 % na Web of Science.

Apresenta-se na tabela 2 a frequência dos dez principais atores com publicações na Compendex. Destaca-se a liderança de uma universidade chinesa Xi'an Jiaotong University, aparecendo dez vezes em um universo de 132 publicações, seguida de uma universidade americana Pennsylvania State University e outra chinesa, ambas com frequência 6. Destaca-se ainda a presença das empresas NKK Corporation (JFE), Argonne Natl Lab e BP Amoco.

Ator	Frequência de Publicações
Xi'an Jiaotong University	10
Pennsylvania State University	6
Tianjin University	6
NKK Corporation (JFE)	4
Tohoku University	4
BP Amoco	3
Argonne Natl Lab	3
Ibaraki University	3
Kitami Institute of Technology	3
Technical University of Denmark	3

Tabela 2 - Principais atores com publicações na Compendex

5.3. Resultados de Publicações na Base de Dados de Patentes - Derwent Innovation Index:

5.3.1. Taxa de Crescimento Acumulada e Evolução Temporal

Com a busca realizada na base Derwent Innovation Index, foram obtidas 361 referências de patentes publicadas no período de 1971 a 2004, obtendo-se uma taxa de crescimento acumulada de 25%. Do total das 361 patentes publicadas, verificou-se que entre os detentores, 76% são empresas, 9% são pessoas físicas em conjunto com empresas, 9% pessoas físicas possivelmente pesquisadores, 4% universidades e 2% institutos de pesquisa ou agências governamentais, ou seja, um perfil bem diferente do resultado encontrado na base de dados de artigos científicos Web of Science e na base de artigos de Engenharia Compendex. Apresenta-se na figura 3 a evolução anual e acumulada das patentes publicadas, onde verifica-se um crescimento a partir de 1990, com destaque para o período posterior a 1997.

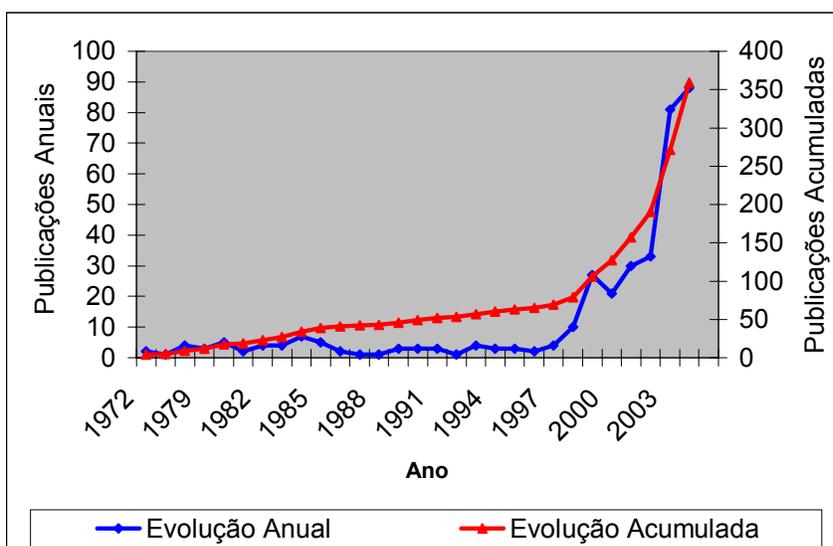


Figura 3 - Evolução das publicações de patentes utilizando a base Derwent

Em relação à origem das publicações, verificou-se a liderança do Japão com 58% das patentes publicadas, seguido dos Estados Unidos com 19%, China com 6% e outros com 27%. Entre os outros países mencionados incluem-se a Alemanha, Reino Unido, Coreia do Sul, Rússia, Dinamarca e Outros.

Apresenta-se na tabela 3 os dez primeiros atores com maior frequência de patentes indexadas na base Derwent Innovation Index. Verifica-se a liderança do Grupo Mitsubishi aparecendo 33 vezes com publicações de patentes em um total de 361 referências.

Tabela 3 - Principais atores com patentes publicadas na base Derwent

Atores	Frequência de Publicações
Grupo Mitsubsihi	33
BP Amoco	13
Tokai Rubber Ind Ltd	12
Exxon Mobil Oil Corp	11
Idemitsu Kosan Co Ltd	11
JFE Holdings KK (NKK Corporation)	10
Hino Motors Ltd	8
Isuzu Motors Ltd	8
Toshiba KK	8
Osaka Gas Co Ltd	7

5.4. Resultado de Publicações na Base de Dados de Aplicação Comercial - Chemical Business NewsBase

5.4.1 Taxa de Crescimento Acumulada e Evolução Temporal:

Com a estratégia de busca utilizada, foram obtidas 78 referências na base de dados Chemical Business NewsBase, no período de 1985 a agosto de 2004. Apresenta-se na figura 4 a evolução anual e acumulada das publicações, obtendo-se uma taxa de crescimento acumulada de 30%.

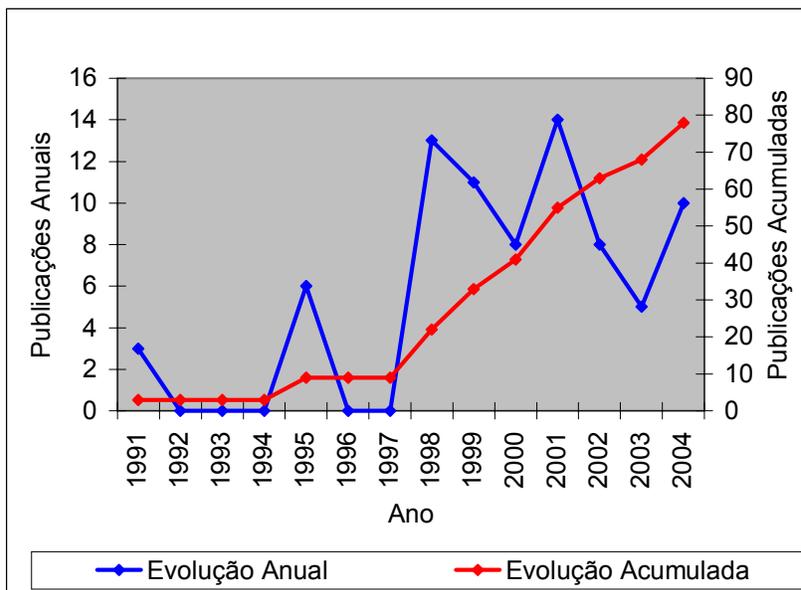


Figura 4 - Evolução de publicações na base Chemical Business NewsBase

5.4.2. Principais Atores Identificados

Os dez principais atores com referências indexadas na base Chemical Business NewsBase estão apresentadas na tabela 4.

Atores	Frequência de Publicações
Haldor Topsoe	9
BP Amoco	8
Toyo Engineering	8
Mitsubishi Gas Chemical	7
NKK Corporation (JFE)	7
Gas Authority of India	5
Indian Oil	5
Air Products and Chemicals	2
Shaanxi New Fuel	2
Total Fina	1

Tabela 4 - Principais empresas com publicações na base Chemical Business NewsBase

Destacam-se na liderança as empresas Haldor Topsoe, Mitsubishi Gas Chemical, NKK Corporation (Grupo JFE), BP Amoco e Toyo Engineering.

6. As Empresas os Países e os Interesses no DME

6.1. As Empresas e As Motivações Para o Desenvolvimento do DME

A partir do que foi desenvolvido nos indicadores, foram identificados os principais atores envolvidos no esforço de desenvolvimento e difusão do DME como combustível e realizada a comparação da natureza de suas participações. De modo a avaliar as principais linhas de atuação e iniciativas empresariais no sentido de viabilizar o uso do DME como combustível, foram selecionadas e analisadas algumas das empresas identificadas. Considerou-se



prioritariamente para análise, as empresas com publicações tanto na base de dados de patentes quanto na base de dados de aplicação comercial. Em um segundo critério de seleção, considerou-se uma empresa da área de petróleo e gás, e uma empresa automobilística com uma frequência na base de dados de patentes superior a cinco.

Conforme o conceito de Von Hippel (1988), a lógica dos papéis funcionais da inovação sugere como os atores envolvidos esperam se apropriar dos resultados: produzindo, utilizando (incorporando em seus produtos) e fornecendo. Desta forma, procurou-se classificar estas empresas conforme os papéis funcionais da inovação. As empresas potenciais fabricantes do combustível (DME) foram agrupados como produtoras; as integrantes da indústria automobilística, fabricantes de componentes automotivos, e as da área elétrica e eletrônica foram consideradas como usuárias, as que atuam com o fornecimento de tecnologia, de equipamentos e de matéria-prima foram classificadas como fornecedoras. Na tabela 5 apresentam-se as empresas classificadas como potenciais produtoras e seu respectivo interesse estratégico no DME.

Setor Industrial de Atuação	Empresa	Interesse Estratégico no DME
Petróleo e Gás e Petroquímica	British Petroleum Exxon Mobil	Agregar valor aos negócios de gás e petroquímico
Química e Petroquímica	Mitsubishi Gas Chemical	Desenvolver novos negócios baseados no gás natural
Química e Gases	Air Products	Concentrar recursos nos negócios de gases e químicos
Aço, Engenharia, Semi Condutores e Micro Eletrônica	NKK Corporation (JFE)	Entrar em novo negócio

Tabela 5 - Empresas potenciais produtoras do DME

Em um segundo grupo, foram classificadas as potenciais fornecedoras deste processo de inovação. Neste caso, foram consideradas as empresas que podem atuar não somente como fornecedoras de matéria-prima, mas também aquelas que participam do processo com o fornecimento de tecnologia e de equipamentos. Na tabela 6 ilustra-se esta classificação, e destaca-se novamente a inclusão das empresas de petróleo e gás neste grupo, visto que estas empresas além de poderem atuar como produtoras, podem também se posicionar como fornecedora da matéria-prima, no caso, o gás natural.



Setor Industrial de Atuação	Empresa	Interesse Estratégico no DME
Petróleo e Gás e Petroquímica	British Petroleum Exxon Mobil	Agregar valor aos negócios de gás e petroquímico
Tecnologia de Catalisadores	Haldor Topsoe	Fornecer tecnologia para síntese do DME
Projeto, construção e instalação de plantas industriais	Toyo Engineering Lurgi AG	Fornecer tecnologia para síntese do DME
Fabricação de equipamentos industriais	Mitsubishi Heavy	Fornecer equipamentos para a produção e uso do DME

Tabela 6 - Potenciais fornecedoras para os produtores de DME

As empresas classificadas como potenciais usuárias na relação funcional da inovação serão apresentadas na tabela 7.

Setor Industrial de Atuação	Empresa	Interesse Estratégico no DME
Automobilística	Isuzu Motors, Hino Motors Ford Motor, Mitsubishi Motor, Toyota Jidosha KK	Adequar suas linhas de produtos ao uso do DME como combustível
Fabricação de Componentes Automotivos	Riken Kogyo KK	Adequar suas linhas de produtos ao uso do DME como combustível
Fabricação de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	Mitsubishi Electric Toshiba KK	Adequar suas linhas de produtos ao uso do DME como fonte de energia

Tabela 7 - Empresas potenciais usuárias do DME como combustível

Analisando-se as três tabelas, verifica-se que há uma distribuição nítida de papéis funcionais da inovação, destacando-se a posição vantajosa das empresas produtoras de gás natural que podem exercer o papel tanto de fornecedora quanto de produtora.

Verifica-se que a fonte de inovação não está somente no interior das potenciais produtoras como por exemplo NKK Corporation, Air Products, e Mitsubishi Gas Chemical, mas também no interior das empresas automobilísticas como Hino Motors, Ford Motor, Mitsubishi Motor, entre outras. Desta forma, constata-se a necessidade, por exemplo, de uma empresa como a NKK Corporation (potencial produtora) estabelecer relações com a Hino Motors (potencial usuária), criando-se assim, uma relação de produtor-utilizador. Da mesma forma, uma fornecedora de tecnologia como a Haldor Topsoe necessita estabelecer relações com uma potencial produtora como a BP Amoco.

Destaca-se o caso particular do Grupo Mitsubishi onde uma relação fornecedor- produtor-utilizador pode ser estabelecida dentro do mesmo grupo: Mitsubishi Heavy (fornecedora de



equipamentos) com a Mitsubishy Gas Chemical (potencial produtora de DME) com a Mitsubishi Motor (potencial usuária).

6. 2. Os Países e As Motivações Para o Desenvolvimento do DME

Em relação aos países envolvidos neste processo de inovação, foram verificadas diferentes motivações para o desenvolvimento do DME como combustível, que estão relacionadas com as características econômicas e regionais de cada país. Para os países possuidores de grandes reservas de gás natural, verificou-se que a principal motivação está relacionada ao aproveitamento das reservas irrecuperáveis do gás natural. Neste caso, enquadram-se os países como a Rússia (MIROSHNICHENKO; KISLENKO, 2003) e o Irã (NASR, 2004).

A presença dos Estados Unidos e da Europa neste processo de inovação, ocorre em função da participação de empresas americanas e europeias, através do fornecimento de tecnologia ou de matéria prima, ou ainda na adequação de motores para o uso do novo combustível (AIR PRODUCTS, 2002). Tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, não foram identificadas iniciativas de projetos de plantas industriais, com exceção das iniciativas na Suécia para a produção do BIO-DME (SWEDISH NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION, 2002).

Em relação aos países Asiáticos, como China, Índia e Japão, a principal motivação para o desenvolvimento do DME como combustível é garantir a segurança no abastecimento energético, visto que estes países são altamente dependentes de importações de petróleo (EIA, 2003). Entre as iniciativas de aplicação comercial identificadas na base Chemical Business NewsBase destacam-se diversos projetos de plantas industriais na China e no Japão para a produção do DME em larga escala (OLIVEIRA, 2005).

Entre os esforços no sentido de desenvolver e difundir o uso do DME como combustível, destaca-se a forte característica da estratégia de inovação no Japão, onde uma associação, o Japan DME Forum (JDF), exerce um papel central de coordenação, funcionando como um elo entre os diversos atores, facilitando o fluxo da informação através de um processo de cooperação. O JDF é uma associação sob a orientação da Agência para Recursos Naturais e Energia do Ministério de Economia, Comércio e Indústria (JAPNA DME FORUM, 2004). Destaca-se portanto, neste processo, uma outra característica da estratégia de inovação no Japão, onde o governo funciona como um importante agente neste sistema, atuando com o estabelecimento de políticas e exercendo um papel de liderança. Entre as atuações do JDF cita-se a implementação de investigações referentes à produção, transporte, utilização, tecnologia e regulação ambiental (OLIVEIRA, 2005).

No Brasil, o Ministério da Ciência e Tecnologia e a Petrobras, através de suas respectivas unidades tecnológicas, ou seja, o INT- Instituto Nacional de Tecnologia e o CENPES vêm conduzindo, desde 2002, atividades de pesquisa relativas ao desenvolvimento de tecnologia para a obtenção de DME em uma etapa. Essas atividades envolvem a participação de uma rede de instituições composta pelo IME, UFRJ, PUC-Rio e, mais recentemente, a Universidade de Salvador-UNIFACS (DME, 2005).

7. Conclusões:

Através da análise dos principais atores envolvidos, é possível concluir que o movimento de proteção da tecnologia referente ao uso do DME como combustível está ocorrendo não somente nas empresas que atuam na área de petróleo e gás, como também em empresas químicas, de equipamentos e automobilística.



Verifica-se que empresas potenciais fornecedoras e produtoras do DME como BP Amoco e Exxon Mobil buscam a agregação de valor aos negócios do gás. As potenciais produtoras como a NKK Corporation visam a entrada em um novo negócio. A Air Products tem como interesse estratégico no DME, concentrar recursos nos negócios de gases e químicos e a Mitsubisihi Gas Chemical desenvolver novos negócios baseados no gás natural.

O principal interesse da Haldor Topsoe e Toyo Engineering está focado no fornecimento de tecnologia para a produção do DME. As potenciais usuárias, integrantes da indústria automobilística e da indústria de equipamentos elétricos e eletrônicos visam a adequação de seus produtos ao novo combustível - o DME.

Tomando como base o conceito de Utterback (1994) do ciclo de vida da tecnologia, conclui-se que o desenvolvimento do DME para uso como combustível encontra-se na fase fluida o que pode ser constatado através do crescimento das publicações de um modo geral. Os trabalhos de P& D visam a uma inovação inédita para o mercado, visto que apesar do DME não ser um produto novo, trata-se de um novo combustível o que vai acarretar na necessidade de adaptações técnicas e a organização de uma estrutura de comercialização.

Constata-se a existência de diferentes motivações para o desenvolvimento do DME como combustível, motivações essas que variam conforme as características regionais e econômicas de cada país. Considerando especificamente o caso do Japão, verifica-se uma estratégia de inovação de cooperação com a coordenação do Japan DME Forum e orientação do Ministério da Economia, Comércio e Indústria. Sugere-se desta forma, que a estratégia de inovação de cooperação com coordenação externa adotada no Japão, tende a queimar etapas do ciclo de vida da tecnologia, acelerando o desenvolvimento tecnológico e o processo de inovação.

8. Referências:

AIR PRODUCTS & CHEMICALS INC. **Market outlook for dimethyl ether (DME)**. Apr. 2002. Disponível em

<http://www.lanl.gov/projects/cctc/resources/pdfs/estmn/DME2_Top.pdf>. Acesso em 08/09/2002 e 08/11/2003.

BOMTEMPO, J.V. Inovação e relações entre firmas: uma proposta de quadro analítico com aplicações na indústria de polímeros. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLOGICA, 8, 1999, Valencia, Espanha. **Anais**.

COATES, V. et al. On the future of technological foresight. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 67, p. 1-17, 2001.

DME dissemination retracted by price: aerosol-grade variety ranging Yuan 6500- 8500 / tonne. **China Chemical Reporter**, v.12, n.30, p.16-17, Oct. 2001.

DME: o combustível do futuro. Rio de Janeiro : Instituto Nacional de Tecnologia, 2005. (Caderno de Tecnologia do INT, 1) No prelo.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA. Top **World oil consumers**, 2003. Disponível em < http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/topworldtables3_4.html>. Acesso em 25/03/2005.

HASENCLEVER, L.; TIGRE, P. Estratégias de inovação. In: KUPFER D e HASENCLEVER L. (Org.). **Economia Industrial**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2002, p. 431-446.

HÖVER, H. Dimethyl Ether. In: ULLMANN'S Encyclopedia of Industrial Chemistry, 1987, VA8, ed. VCH., p 541,

JAPAN DME FORUM. **Outline of DME**. Disponível em:<



http://www.DMEforum.jp/outline/outline_e.html>. Acesso em 06/11/2004.

MIROSHNICHENKO, D. A.; KESSEL, I.B.; KISLENKO, N.N. Comparative Assessment of Some Variants of Natural Gas Transportation. In: WORLD GAS CONFERENCE, Tokyo, June, 1-5, 2003. **Proceedings**.

NASR M.J., Iran and DME. In: FIRST INTERNATIONAL DME CONFERENCE, 1. Paris, Oct. 2004. **Proceedings**.

OHNO, Y. Development of dimethyl ether synthesis technology and associated diesel engine test. **Oil Gas European Magazine**, v. 27, n.2, p. 35-39, June 2001.

OLIVEIRA, T. de; BOMTEMPO, J.V.; ALMEIDA E.L.F de; SILVA, C. H da. Prospecção tecnológica no mercado de combustíveis - o caso dimetil éter (DME). In: CONGRESSO ABIPTI, 2004, Belo Horizonte. **Anais**.

OLIVEIRA, T. de; BOMTEMPO, J.V.; ALMEIDA E.L.F de. Indicadores do ciclo de vida da tecnologia e prospecção da inovação: o caso dimetil éter (DME), um novo combustível derivado do gás natural . In: Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 23, Curitiba, 2004. **Anais**.

OLIVEIRA, Telma de. Um estudo de prospecção e de estratégias de inovação: o caso dimetil éter (DME) e seu uso como combustível. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Medição de atividades científicas e tecnológicas: manual FRASCATI**. Brasília: CNPq, 1978. (Cadernos de informação em ciência e tecnologia, 2).

QUONIAN, L. **Les Productions scientifiques en bibliométrie et dossier de travaux**. 1996. Tese. Habilitation a Diriger Recherches. Universite de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III, Marseille, 1996.

SWEDISH NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION. **The Bio-DME Project Phase 1**. Atrax Energy AB, Apr. 2002.

UTTERBACK, J.M. **Dominando a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

VON HIPPEL, Erick. **The Sources of innovation**. Nova York: Cambridge University Press, 1988

WATTS, R.; PORTER, A. Innovation Forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 56, p. 25-47, 1997.