UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ESCOLA DE QUÍMICA

Cláudia Braga Jacques Foss de Oliveira

Análise do Setor de Energias Renováveis utilizando a Prospecção Tecnológica

Rio de Janeiro

2012

CLÁUDIA BRAGA JACQUES FOSS DE OLIVEIRA

Análise do Setor de Energias Renováveis utilizando a Prospecção Tecnológica

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof. Adelaide Maria de Souza Antunes, DSc.

Rio de Janeiro

2012

048 Oliveira, Cláudia Braga Jacques Foss de.

Análise do Setor de Energias Renováveis utilizando a Prospecção Tecnológica / Cláudia Braga Jacques Foss de Oliveira- 2012-11-12.

217.f.:Il.; 30cm.

Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Mestre em Ciências.

Orientadora: Adelaide Maria de Souza Antunes.

1. Fontes Alternativas de Energia. 2. Prospecção tecnológica. 3. Propriedade Intelectual. I. Antunes, Adelaide Maria de Souza. II. Título

CD.621.042

Análise do Setor de Energias Renováveis utilizando a Prospecção Tecnológica

Cláudia Braga Jacques Foss de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovada por:

_____

Adelaide Maria de Souza Antunes, DSc

_____

Luiz Fernando Leite, DSc

_____

Nei Pereira Jr, PhD

_____

Aline Machado de Castro , DSc

Rio de Janeiro

2012

Dedico este estudo à minha família, em especial aos meus pais, meu marido e filhos, que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial aos meus pais, Renato e Lurdes, pelo amor, exemplo, apoio, e formação proporcionada, e ao meu marido Marcelo e meus filhos Leonardo e Júlia, cuja presença constante me deu momentos de plena alegria que me incentivaram enormemente ao longo desta jornada.

Aos colegas e amigos da PETROBRAS, em especial a Leila Alves Borges, que contribuiu com suas idéias e observações para o desenvolvimento desta dissertação e ao meu antigo gerente Fernando Baratelli Júnior, que reconheceu o meu desempenho e esforço ao longo de todo o curso deste estudo.

À minha orientadora Adelaide Maria de Souza Antunes por sua paciência e dedicação.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.”

Leonardo Da Vinci

RESUMO

Oliveira, Cláudia Braga Jacques Foss de. Rio de Janeiro, 2012. Análise do Setor de Energias Renováveis utilizando a Prospecção Tecnológica. Dissertação de Mestrado – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

A escassez de reservas de petróleo, o aquecimento global e o aumento da rigidez das legislações e regulamentações ambientais, tornaram a procura por energias alternativas ao petróleo o tema central da discussão econômica no mundo todo. O mercado de energia está vivendo uma fase de grande dinamismo, com investimentos crescentes no uso de fontes de energia renováveis e em “inteligência energética” (informação, conhecimento e conservação de energia), além de pesquisa tecnológica e do investimento em negócios envolvendo tais fontes de energia. Desta forma, a presente dissertação busca apresentar as principais fontes alternativas de energia, através da prospecção tecnológica, destacando a importância da propriedade intelectual, no que diz respeito às patentes, seu objeto e principais depositantes, de forma a revelar o cenário atual do setor de energias renováveis no mundo. Este tipo de estudo é particularmente direcionado para o apoio a empresas do setor de energia, principalmente aquelas pertencentes ao ramo do petróleo, já que permite identificar futuras possibilidades de negócios. A prospecção tecnológica, e sua análise, identificaram o compartilhamento de interesses entre os principais países depositantes de documentos de patente no setor de energias renováveis no mundo, a saber: Estados Unidos, Japão, Alemanha e China. A metodologia empregada permitiu a avaliação da distribuição dos depósitos de documentos de patente ao longo do tempo, a identificação dos principais atores atuando no setor e a real situação do Brasil, em termos de atuação no campo das energias renovavéis, em relação ao resto do mundo.

ABSTRACT

Oliveira, Cláudia Braga Jacques Foss de. Rio de Janeiro, 2012. Energias Renováveis – A propriedade intelectual como ferramenta estratégica na diversificação de investimentos. Dissertação de Mestrado – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

The scarcity of oil reserves, the global warming and more strict enviromental laws and regulations have made the search for alternative energy sources the focus of economic debate worldwide. The energy market is experiencing a period of significant growth, with incresead investments in research and development of alternative renewable sources and in "energy intelligence" (information, knowledge and energy conservation). Thus, this paper aims to present the main alternative energy sources through technological forecasting, highlighting the importance of intellectual property, specially patents, their content and owners, revealing the current scenario of the renewable energy industry worldwide. This type of study is of particular interest for companies in the energy sector, especially those belonging to the oil business, as it allows identification of future business opportunities. The technological forecasting, and analysis, identified the sharing of interests among key countries depositors of patent documents in the renewable energy sector in the world, namely the United States, Japan, Germany and China. The methodology allowed the evaluation of the distribution of deposits of patent documents throug time, the identification of key players operating in the sector and the real situation of Brazil, when compared to other countries.

Sumário

Introdução 12
1 Matriz Energética Mundial 14
1.1 Matriz Energética Mundial – por fonte 14
1.2 Matriz Energética Mundial – por região 17
Capítulo 2 22
2 Fontes de Energia Não-renováveis – Mundo 22
2.1 Petróleo 22
2.2 Gás Natural 31
2.3 Carvão 34
2.4 Energia Nuclear 39
3 Fontes de Energias Renováveis - Mundo 43
3.1 Energias Renováveis: Conceitos e Definições 43
3.2 Fontes de Energia Renováveis 45
3.2.1 Introdução 45
3.2.2 Energias Renováveis – Discussão por fonte: 46
Capítulo 4 60
4 Matriz Energética Brasileira 60
4.1. Produção, Oferta e Consumo de Energia no Brasil: 61
4.1.1. Produção de Energia Primária: 61
4.1.2 Oferta Interna de Energia: 62
4.1.3 Consumo de Energia: 65
4.2 Fontes de energia não- renováveis: 66
4.2.1. Petróleo: 67
4.2.1.a – História do Petróleo no Brasil 67
4.2.1.b. Petróleo no Brasil: 71

4.2.2. Gás Natural 74

4.3 Fontes de energia renováveis: 76

4.3.1. Energia Hidráulica 78

4.3.2 Energia Eólica 84

4.3.4 Energia Geotérmica 88

4.3.5 Biomassa 90

4.3.5.1 Biodiesel 90

4.3.5.2. Etanol: 92

Capítulo 5 96

5. A questão ambiental: Motivação para uma matriz Energética baseada em fontes de energia renováveis 96

5.1. A Questão Ambiental – Emissão de CO_2 – Mundo 96

5.2. A Questão Ambiental – Emissão de CO_2 – Brasil 101

Capítulo 6 104

6 Patentes como ferramentas de prospecção tecnológica 104

6.1 Propriedade Intelectual 105

6.1.1 Propriedade Intelectual: Conceitos e Contextualização Histórica 105

6.1.2 Propriedade Industrial 107

6.2 Patentes 108

6.2.1 Patentes - Definição 108

6.2.2 Patentes como indicadores de inovação 108

6.3 Prospecção Tecnológica 111

Capítulo 7 113

7. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE ENERGIAS RENOVÁVEIS : METODOLOGIA E ANÁLISE 113

7.1. Metodologia 113

7.1.1. Seleção de bases de dados de patentes: 113

7.1.2 Busca e recuperação de patentes 116

7.1.3 Tratamento de dados 118

7.1.4. Análises de dados - Mundo 119

7.1.5. Análise de dados – Brasil: 122

7.2. Aplicação da Metodologia 123

7.2.1. Energia Eólica – Busca, recuperação e tratamento de dados: 123

7.2.2. Energia Eólica – Análise de Dados - Mundo 124

7.2.2. Energia Geotérmica – Busca, recuperação e tratamento de dados 137

7.2.2.1. Energia Geotérmica – Análise de Dados- Mundo 138

7.2.3. Energia Solar – Busca, recuperação e tratamento de dados 149

7.2.3.1. Energia Solar – Análise de Dados- Mundo 149

7.2.4 Biomassa – Etanol - Busca, recuperação e tratamento de dados: 174

7.2.4.2 Biomassa – Etanol - Análise de Dados- Mundo 174

CONCLUSÕES 192

RECOMENDAÇÕES: 197

Bibliografia: 198

Introdução

O presente estudo tem por fim apresentar uma interpretação objetiva do setor de energias renováveis no mundo, empregando a prospecção tecnológica com base em patentes como ferramenta de análise. Além disto, também é intenção deste estudo estabelecer uma visão comparativa da posição do Brasil frente aos demais países do mundo, seja como mercado-alvo, seja como desenvolvedor de tecnologia.

Para atender a esse fim, esta dissertação está estruturada em 7 capítulos, além desta introdução. Inicia-se com a apresentação da matriz energética mundial, tendo ilustrados, basicamente, a oferta e consumo de energia em função do tipo de fonte, além da distribuição por região (distribuição geográfica).

No segundo capítulo, discute-se com mais detalhes as fontes de energia não-renováveis, em especial os combustíveis de origem fóssil, levando-se em conta os dados referentes ao consumo e produção de tais combustíveis, além dos dados relativos às reservas, importação / exportação e preços, quando disponíveis.na literatura

Em sequência, no terceiro capítulo, apresenta-se um panorama global das fontes de energia renováveis, incluindo sua conceituação e definição das fontes de energia renováveis que serão aqui estudadas.

O quarto capítulo compreende a matriz energética brasileira, de modo que seja possível identificar as particularidades da matriz energética do Brasil em relação à matriz energética mundial.

Já o capítulo cinco faz uma breve discussão a respeito da principal razão para a busca por uma matriz energética baseada em energias renováveis, que é a questão ambiental, em especial as emissões de CO_2, responsáveis por alterações climáticas profundas nas últimas décadas, com prejuízos consideráveis para a sociedade e economia mundiais.

Como o objetivo desta dissertação é apresentar a situação atual do setor de energias renováveis pelo levantamento do atual estado da técnica no mundo das tecnologias ligadas ao emprego de tais fontes de energia, o capítulo seis trata do uso de base de patentes como fonte de informação para a prospecção tecnológica.

E por último tem-se o capítulo sete que vem a apresentar os dados referenciados e análise da prospecção tecnológica objeto desta dissertação.

Por fim, são sumarizadas as conclusões e recomendações desse trabalho. Complementam esta dissertação as referências bibliográficas e anexo.

Capítulo 1

1 Matriz Energética Mundial

Neste capítulo será discutida a evolução ao longo do tempo da matriz energética mundial, em termos de oferta/consumo de energia, para as diversas fontes de energia, sejam elas fontes de origem fóssil ou alternativas.

Será ainda discutida tanto a oferta quanto o consumo de energia para as mais diferentes regiões do globo, de forma a identificar quais países ou regiões seriam mais influenciados na busca por fontes alternativas de energia.

1.1 Matriz Energética Mundial – por fonte

A oferta total de energia primária[1] (em inglês "*Total primary energy supply"- TPE)* no mundo mais que dobrou dos anos 70 até o inicio dos anos 2000 (vide Figura I.1), saindo de 6111 Mtoe em 1973 para 12150 Mtoe em 2009, segundo dados disponibilizados pela Agência Internacional de Energia (AIE), sendo, ainda hoje, quase que exclusivamente baseada em combustíveis de origem fóssil,o mesmo ocorrendo em relação ao consumo total de energia, que saiu de 4674Mtoe em 1973 para 8353 Mtoe[2] em 2009. (vide Figura I.1).

[1] A oferta total de energia primária é definida pela AIE como: produção + importação – exportações – óleo combustível marítimo internacional – combustíveis de aviação para vôos internacionais.

[2] Mtoe – Milhões de toneladas de óleo equivalente.

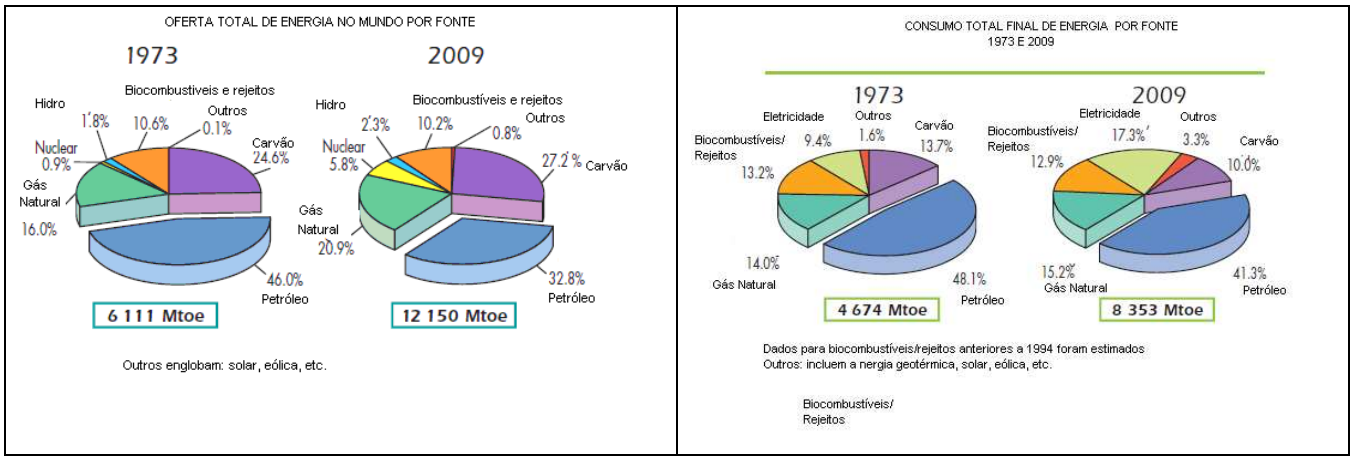


Figura I.1- Oferta e Consumo Total de Energia por fonte - Mundo – 1973-2009

Fonte: AIE , 2011b

Estima-se que o valor referente ao consumo total de energia no mundo cresça cerca de 1,4% ao ano (AIE, 2011e), sendo possível alterações nesta estimativa se houver uma crise de oferta, em que preços elevados de combustíveis diminuiriam a demanda por energia.

O petróleo, aparentemente, ainda deverá permanecer como a principal fonte de energia no mundo, mesmo que venha constantemente perdendo participação na matriz energética mundial ao longo dos anos, com uma redução de sua participação no consumo de energia, por exemplo, de 48,1% para 41,3% entre 1973 e 2009 (vide Figura I.1).

Já o gás natural, é o combustível que mais vem aumentando sua participação na matriz energética mundial, tanto em termos de oferta quanto de consumo. Em termos de oferta, o gás natural apresentou um aumento na sua participação de 16,0% em 1973 para 20,9% em 2009, em parte devido as descobertas de novos campos de fontes “não convencionais” de gás natural na América do Norte no inicio da década de 90 (AIE, 2011c).

Em relação a participação do gás natural no consumo total de energia no mundo, esta saiu de 14,0% em 1973 para 15.2% em 2009, o que vem a refletir o fato do gás natural estar substituindo outros combustíveis fósseis, já que pode levar a redução das emissões de gases do efeito estufa. Outro motivo para a migração para

o uso de gás natural é a possibilidade de diversificar o suprimento de energia, proporcionando mais segurança energética.

Ainda em relação aos combustíveis de origem fóssil, a participação do carvão na oferta total de energia primária no mundo, mais que dobrou entre o período apresentado, já que aumentou de 1503Mtoe em 1973 para 3304Mtoe em 2009.

Tal aumento na oferta de carvão pode ser explicado pela necessidade crescente de energia por parte da China, em sendo sua matriz energética baseada em carvão, devido à grande disponibilidade deste no país, pode-se concluir que o crescimento da produção de carvão na China contribuiu significativamente para o aumento da parcela de contribuição do carvão, em termos de oferta, na matriz energética mundial.

O carvão, assim como o petróleo, porém, perdeu participação no consumo total final de energia no mundo no período entre 1973 a 2009, saindo de uma participação de 13,7% em 1973 para 10% de participação ao final de 2009 (vide Figura I.1), principalmente devido à redução drástica no consumo mundial de carvão ocorrida na década de 90, provocada pelo fechamento de minas profundas de carvão na Europa e Ásia devido ao seu alto custo de exploração e produção.

No que diz respeito às fontes de energia renováveis (vide Figura I.1), pode-se observar que as fontes de energia classificadas como “outras”, tais como a geotérmica, solar e eólica, aumentaram sua participação na oferta total de energia no mundo de 0,1% para 0,8% no período de 1973 a 2009.

Além de aumento na participação na oferta, tais fontes de energia também apresentaram aumento na participação em relação ao consumo total de energia no mundo, tendo saído de 1,6% em 1973 para 3,3% em 2009 (vide Figura I.1), em especial devido as pressões exercidas por governo e sociedade por uma matriz energética mais “limpa”, ou menos poluente.

No caso da energia solar, sua maior participação na oferta total de energia no mundo é, em grande parte, reflexo da redução de preços no setor, em especial dos painéis fotovoltaicos, devido ao aumento de escala proporcionado pelo avançado

desenvolvimento tecnológico dos materiais semi-condutores de que são feitos tais painéis (REN21, 2011).

Já para a energia eólica, a maior participação na oferta total de energia no mundo pode ser explicada pelo maior interesse dos países em desenvolvimento neste tipo de energia, com o estabelecimento de mercados emergentes, impulsionados pelo crescimento econômico da China, principalmente(REN21,2011.).

Classificada ainda como “outras”, pela AIE, está a energia geotérmica, com uma capacidade global instalada, em 2010, de 11GW. O aumento da capacidade, e, portanto, da oferta, e do consumo da energia geotérmica, porém, depende significativamente do desenvolvimento de tecnologias mais eficientes.

Fechando os comentários a respeito dos principais combustíveis, a título de oferta e consumo total de energia, deve-se mencionar a manutenção do patamar de participação, seja na oferta, seja no consumo, dos biocombustiveis (vide Figura I.1).

Esta relativa estabilidade na participação dos biocombustíveis no consumo total de energia mundial deve-se em parte pelo balanceamento das forças atuando no setor.

Dentre os biocombustíveis, especial destaque tem o etanol e o biodiesel, tendo a produção do etanol (biocombustivel produzido em maiores volumes no mundo) aumentado 17% em 2010, impulsionado pelo aumento nos preços do petróleo e também pelo aumento da produção nos Estados Unidos, que junto com o Brasil responde por 88% da produção de etanol mundial. (REN21, 2011).

1.2 Matriz Energética Mundial – por região

Para uma visão global do mercado de energia é importante ainda destacar a distribuição da oferta e consumo total de energia por região, já que, por exemplo, países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) concentram grande parte da oferta total de energia primária no mundo, algo

em torno de 43,3% (vide Figura I.2), como também 75% do PIB mundial, ao mesmo tempo que respondem por somente 18% da população mundial (AIE, 2010b).

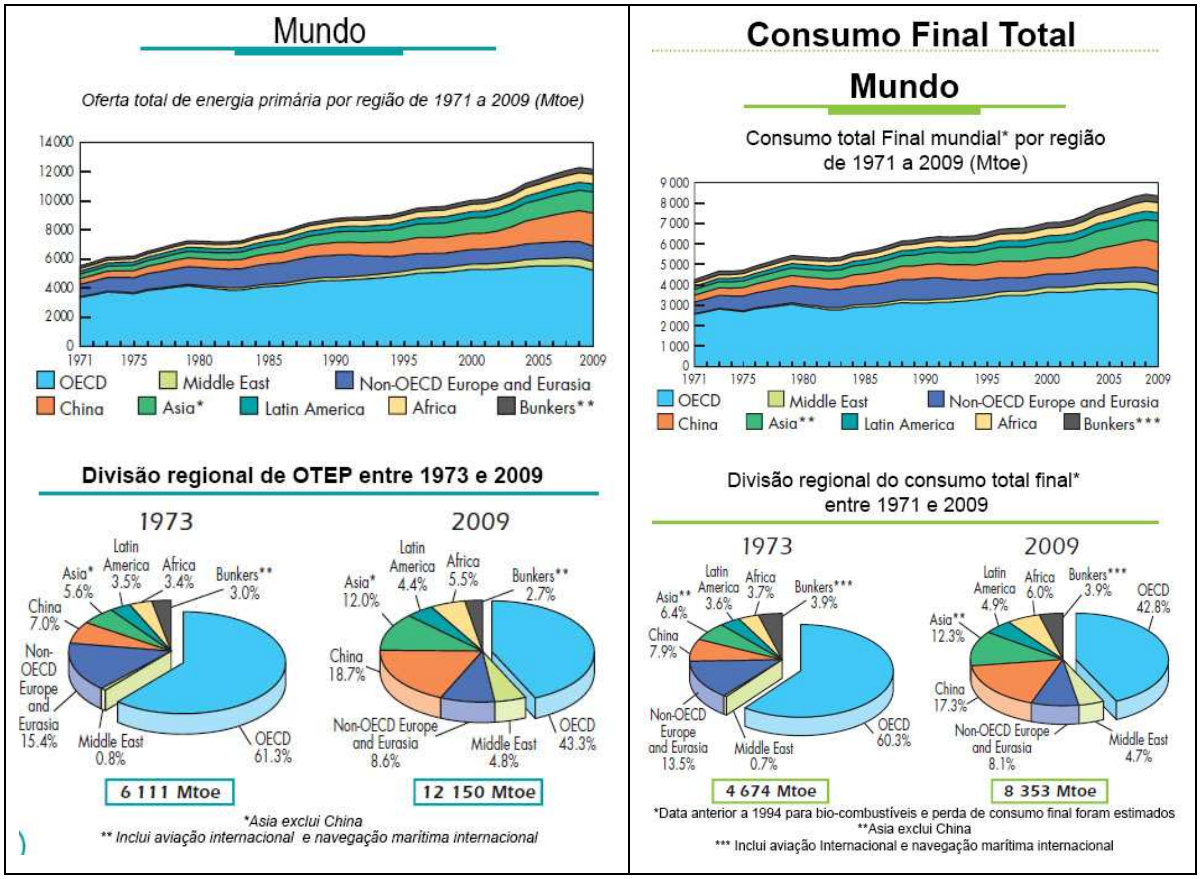


Figura I.2.: Oferta Total de Energia (OTEP) e Consumo Total de Energia por Região – Mundo - 1973 a 2009

Fonte: AIE, 2011b

Apesar de países da OCDE ainda concentrarem a oferta e consumo total de energia no mundo, sua participação no que diz respeito à oferta caiu de 61,3% em 1973 para 43,3% em 2009, o mesmo ocorrendo em relação ao consumo que saiu de 60,3% em 1973 para 42,8% em 2009, devido, principalmente, ao grande crescimento econômico ocorrido no mesmo período de países da Ásia, cuja participação na oferta de energia cresceu em 6,4%, e em especial da China, com um surpreendente crescimento de 11,7% (vide Figura I.2).

O crescimento econômico da China também se reflete no consumo total de energia no mundo (vide Figura I.2), tendo a participação da China no consumo mundial total de energia aumentado de 7,9% em 1973 para algo em torno de 17,3% em 2009.

A China juntamente com a Índia, destaque entre os países da Ásia, vem liderando o consumo de energia no mundo. Desde 1990, o consumo de energia em ambos os países aumentou significativamente. Em 1990 somados, eles respondiam por aproximadamente 10 % do consumo de energia mundial, tendo alcançado um percentual de 21% in 2008 (AIE, 2011e).

Tal crescimento no consumo de energia tem como fator impulsionante o robusto desenvolvimento da economia de ambos os países, que no caso da China cresceu em 12,4% e 6,9% no caso da Índia no ano de 2009. (AIE, 2011e).

Além de China e Índia, especial destaque deve ser dado aos países da América Latina, que tiveram crescimento de sua participação na oferta e consumo de energia total no mundo (vide Figura I.2).

Na America Latina, o petróleo continua sendo o combustível dominante atualmente no que diz respeito à oferta de energia na região, com 44% em 2008, seguido pelo gás natural e os combustíveis renováveis, ambos com participação de 20% no mesmo ano (vide Figura I.3).

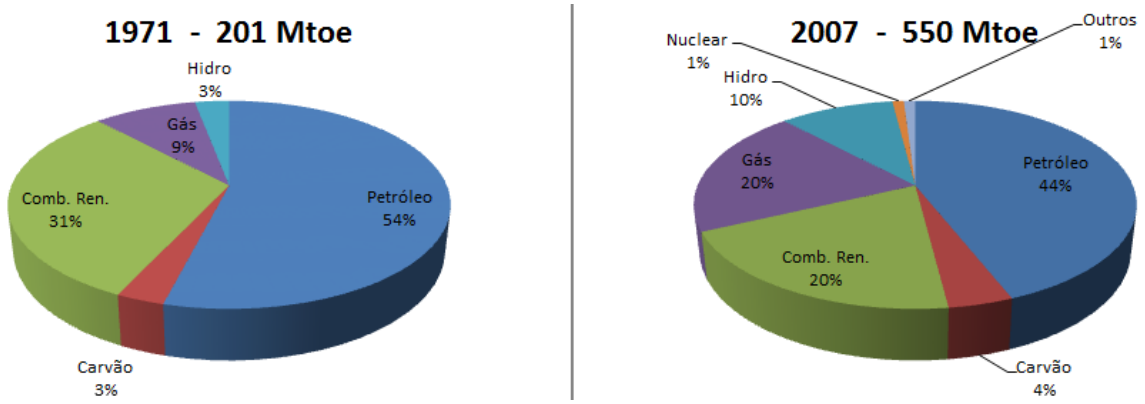


Figura I.3.: Oferta Total de Energia Primária por combustível- América Latina

Fonte: AIE, 2009

O aumento da participação da energia hidráulica na oferta total de energia na América Latina (3% em 1971 para 10% em 2007, vide Figura I.3), com um crescimento médio de 6% ao ano no período de 1971/2007 (vide Figura I.4), pode ser considerado o fator primordial para o aumento da participação da América Latina na oferta total de energia mundial, pois a energia hidráulica representa 66% da geração de energia elétrica na América Latina, bem longe da média mundial de 16% (AIE, 2009).

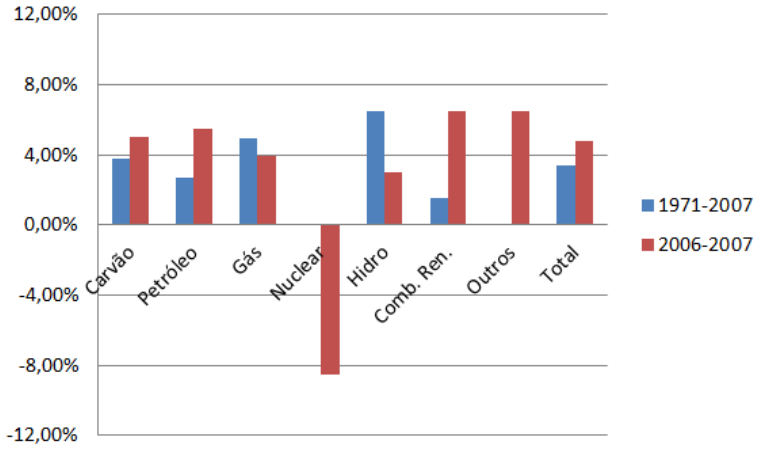


Figura I.4.: Taxa de Crescimento Anual da Oferta Total de Energia Primária por combustível para a América Latina.

Fonte: AIE, 2009

Ainda, quanto à oferta total de energia primária por região, o Oriente Médio teve significativo aumento de sua participação, saindo de 0,8% em 1973 para 4,8% em 2009 (vide Figura I.2), um crescimento médio por ano em torno de 7%. Como se pode observar, segundo dados da AIE, ilustrados na Figura I.5 , a oferta total de energia no Oriente Médio é baseada quase que exclusivamente em óleo e gás, havendo ao longo do período de 1971-2007 um aumento mais do que significativo da participação do gás, impulsionado não só pela necessidade de aumento de produção de energia elétrica como também pelo desenvolvimento do setor petroquímico.

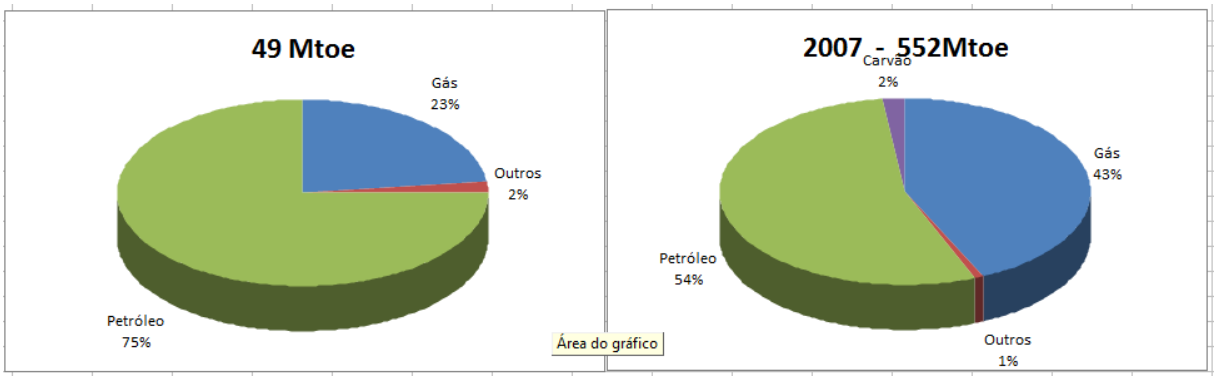


Figura I.5.: Oferta Total de Energia Primária por Combustível – Oriente Médio

Fonte: AIE,2009

Discutiu-se até agora a matriz energética mundial de uma forma ampla e geral, tendo sido visto que embora os combustíveis fosséis continuem tendo maior participação na matriz energética mundial, as fontes de energia renováveis vêm apresentando leve crescimento em relação tanto a oferta quanto ao consumo de energia, o que mostra um interesse global pelo setor, mesmo que ainda tímido. Foi visto também que a distribuição geográfica de oferta e consumo de energia no mundo é desigual, e que as fontes de energia disponíveis são diferentes para cada região do globo. Serão, portanto, comentadas a seguir em pormenores, em capítulos distintos, as fontes de energia não-renováveis (de origem fóssil) e as fontes de energia renováveis, de modo a deixar clara a real importância da migração para uma matriz energética menos poluente, onde as energias renováveis atuem complementando as fontes de energia de origem fóssil.

Capítulo 2

2 Fontes de Energia Não-renováveis – Mundo

Serão apresentadas a seguir as principais características das seguintes fontes não renováveis de energia de maior relevância[3] no mercado energético mundial:

- Petróleo;

- Gás Natural;

- Carvão;

- Energia Nuclear;

2.1 Petróleo

A formação de reservatórios de petróleo depende de condições geológicas específicas, o que faz com que a distribuição geográfica das reservas mundiais de petróleo se dê de modo irregular no globo, concentrando o Oriente Médio 54,4% das reservas mundiais provadas em 2010, que é aproximadamente dez vezes as reservas provadas dos Estados Unidos, que somam atualmente somente 5,4% das reservas provadas no mundo (vide Figura II.1) (BP, 2011).

---

[3] A título deste estudo serão consideradas de maior relevância as fontes de energia não renováveis de maior participação na matriz energética mundial, em termos de oferta primaria de energia, no ano de 2009, a saber: petróleo (32,8%), carvão (27,2%), gás natural (20,9%) e energia nuclear (5,8%).

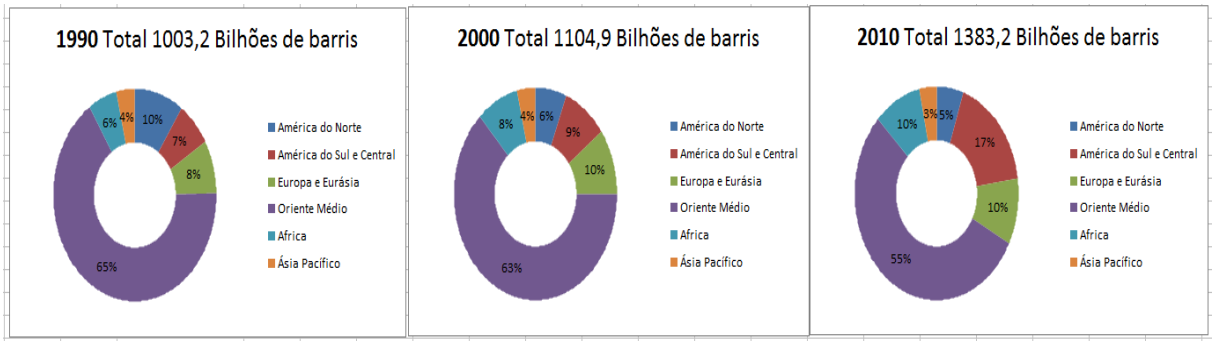


Figura II.1- Distribuição de reservas provadas de petróleo em 1990, 2000 e 2010 - %

Fonte: BP, 2011

Atualmente, as reservas mundiais de petróleo durariam em média 46 anos, isso se não forem consideradas novas descobertas e mantendo-se a produção nos patamares atuais (vide Figura II.2 a seguir).

Países e regiões com baixa relação R/P[4] apresentam declínio da produção de petróleo, tal como os Estados Unidos e Europa, enquanto que países ou regiões com alta R/P, como o Oriente Médio, estão em franca produção de petróleo e ainda continuarão a produzir por um longo tempo.

Novas descobertas, porém, podem levar à uma modificação do quadro atual, tal como aconteceu com a Venezuela, que no caso, levou a relação R/P na América Latina para 93,9 anos, ultrapassando inclusive a do Oriente Médio no final de 2008 (vide Figura II.2 a seguir).

[4] R/P – relação reserva/produção

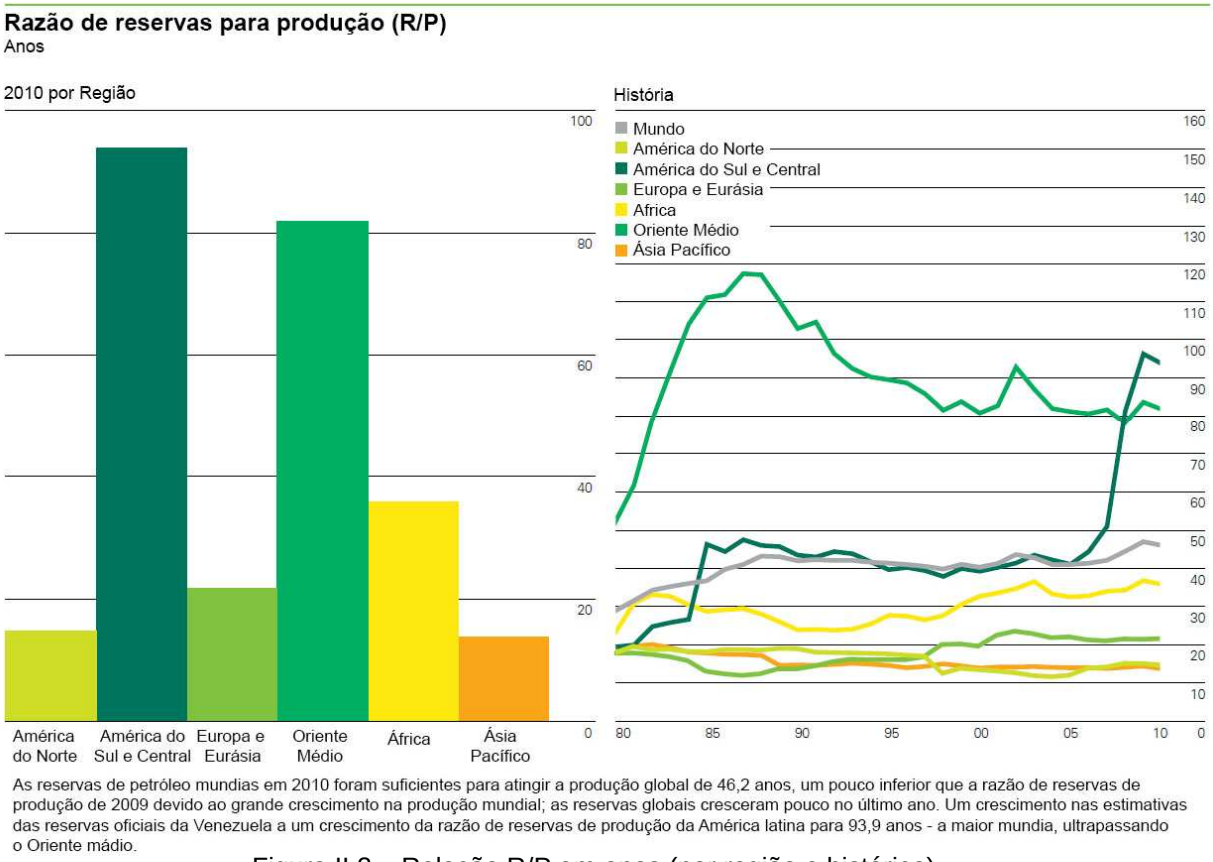


Figura II.2 – Relação R/P em anos (por região e histórico)

Fonte: BP, 2011

Assim como a distribuição de reservas, o consumo e a produção de petróleo no mundo também são desiguais, embora tanto a produção quanto o consumo venham apresentando um crescimento considerável ao longo dos anos, sofrendo com breves períodos de recessão mundial (vide Figura II.3).

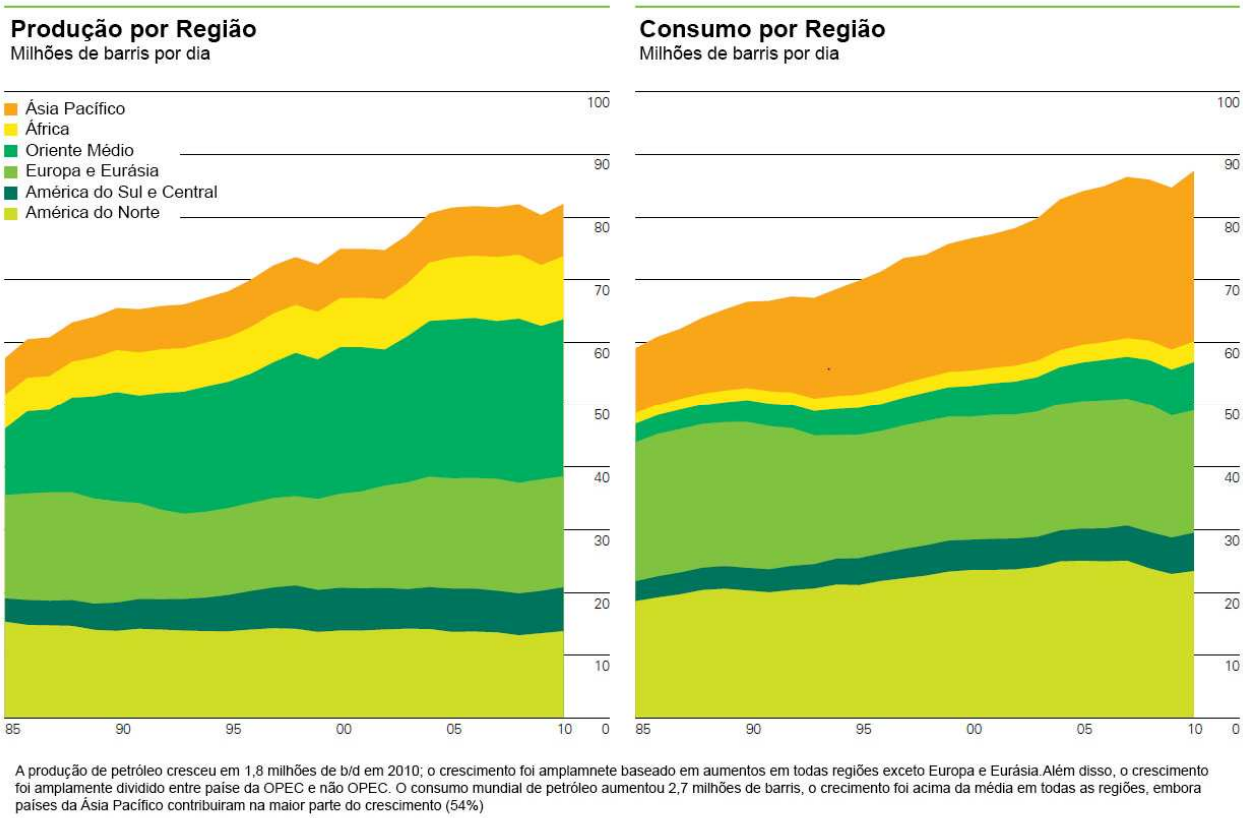


Figura II.3- Quadro Comparativo- Produção e Consumo de Petróleo no mundo por região – em Milhões de Barris por dia.

Fonte: BP, 2011

Os últimos dados disponíveis quanto ao consumo de petróleo, mostram uma recuperação do mercado após a última recessão (2008/2009), tendo em 2010 o consumo de petróleo aumentado em 2,7 milhões de barris por dia em relação ao ano anterior, um aumento de 3,1%, que embora tenha sido o maior ganho percentual desde 2004, ainda é o menor crescimento entre os combustíveis fósseis (BP, 2011).

O consumo de petróleo em países não pertencentes à OCDE vem impulsionando de forma consistente o aumento do consumo mundial de petróleo. Países não pertencentes à OCDE tiveram um consumo recorde de 2,2 milhões de barris por dia (b/d) de petróleo, o que representa um aumento de 5,5% em relação a 2009, aumento este provocado, em especial, pelo crescimento do consumo na China e em países do Oriente Médio, sendo o crescimento do consumo na China em 860,000 barris por dia ou 10,4% em 2010 (BP,2011).

Em paralelo, o consumo de petróleo em países da OCDE cresceu somente 0,9% (480,000 b/d) em 2010, o primeiro aumento desde 2005, o que demonstra uma nova distribuição de forças na economia mundial.

A produção mundial de petróleo, por sua vez, embora tenha crescido em 1,8 milhões de barris por dia em relação a 2009, não conseguiu se equiparar ao rápido crescimento do consumo acima discutido. Os cortes na produção ocorridos em 2008 por países da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), e mantidos até o presente momento, além das vem impactando os resultados em matéria de produção mundial de petróleo. Os aumentos na produção em países como a Nigéria (+340,000 b/d[5]) e Qatar (+220,000 b/d) e em países não pertencentes a OPEP (+860,000 b/d), que em 2010 respondem por 58,2% da produção mundial de petróleo, foram, em parte, devido a China, que apresentou recordes em sua produção, crescimento de 1 milhão de b/d em 2010, ou crescimento de 13.4% em relação a 2009. (BP, 2011)

Este déficit energético, representado pelo aumento significativo do consumo de petróleo no mundo, sem a respectiva contra-partida do crescimento da produção, é extremamente preocupante, em especial para os Estados Unidos e a Europa amplamente impactados pela recessão (vide Figura II.3).

Tal desbalanceamento entre os níveis de consumo e produção de petróleo se reflete no comércio internacional de petróleo, com os Estados Unidos como o principal importador de petróleo no mundo em 2009 (vide Tabela II.1), seguido de perto pela China e Índia, que assim como os Estados Unidos e Europa apresentam um alto consumo de petróleo em relação à produção, provocando um déficit energético em relação a este combustível forçando sua importação e criando dependência em relação a países exportadores como a Arábia Saudita, Irã e outros (vide participação da “Asia”, que inclui China e Índia, na Figura II.3).

[5] b/d- barris por dia

Tabela II.1- Principais Exportadores e Importadores de Petróleo no Mundo

Exportações líquidas	Mt		Importações líquidas	Mt
Arábia Saudita	313		Estados Unidos	510
Federação Russa	247		Rep. Popular da China	199
Rep. Islâmica do Irã	124		Japão	179
Nigéria	114		Índia	159
Emirados Árabes Unidos	100		Coréia	115
Iraque	94		Alemanha	98
Angola	89		Itália	80
Noruega	87		França	72
Venezuela	85		Holanda	57
Kuait	68		Espanha	56
Outros	574		Outros	477
Total	1895		Total	2002

Fonte: Key World Energy Statistics 2011

Conforme podemos observar pela análise do mapa ilustrado na Figura II.4, a distribuição irregular de reservas de petróleo, aliadas a disparidades entre produção e consumo de petróleo no mundo, leva a um fluxo intenso de divisas, como ilustrado pelo mapa abaixo, além de tornar os preços de petróleo altamente dependentes da geopolítica mundial.

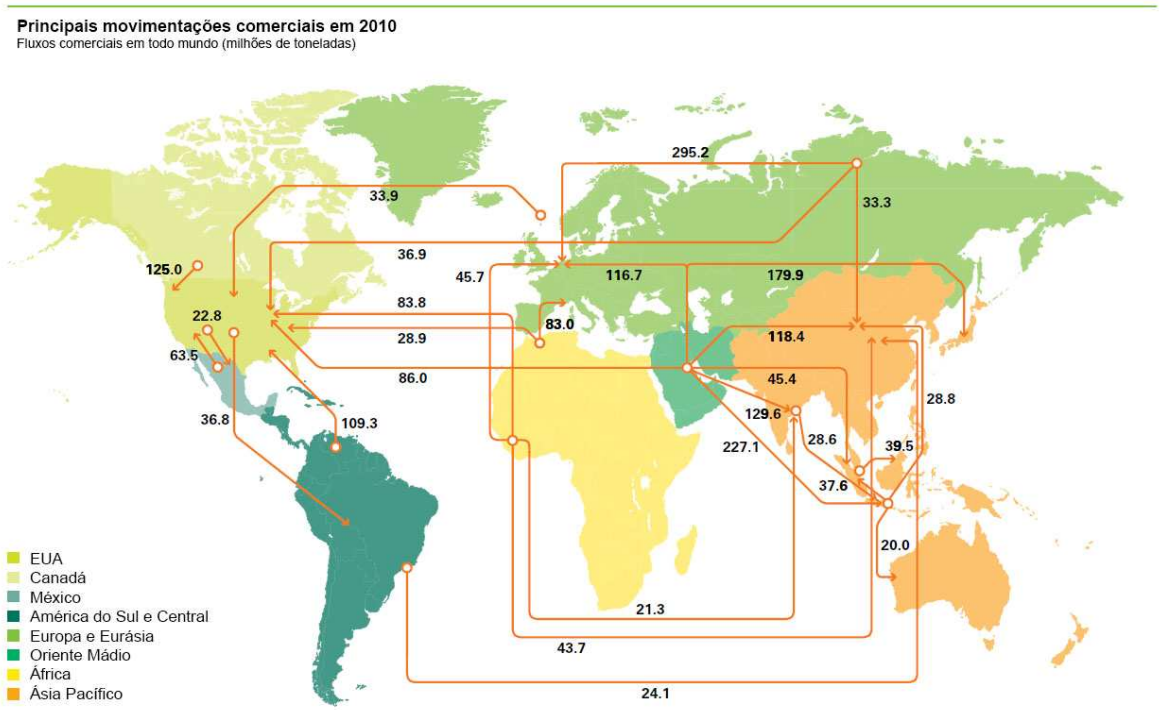


Figura II.4- Principais Movimentos no Comércio – (importação e exportação) - 2010

Fonte: BP, 2011

Após dois anos consecutivos em queda, o comércio global de petróleo cresceu 2,2% em 2010, o que representa um crescimento de 1,2 milhões de barris por dia. No mapa da Figura II.4, podemos identificar a entrada, ou importação, de petróleo em grandes volumes na Ásia, que atualmente responde por um crescimento nas importações na faixa de 90%. Novamente, a China lidera o aumento nas importações (+14.6%, 680,000 b/d), seguida do Japão (+7.1%, 280,000 b/d) (BP, 2011).

Quanto à exportação, o cenário vem se mantendo, com a liderança, nas exportações, dos países do Oriente Médio (+2.6%, 470,000 b/d), tendo as exportações de petróleo crescido na antiga União Soviética (+7.2%, 570,000 b/d) (BP, 2011).

Tais disparidades de produção, consumo, nível de reservas mundiais aliadas ao cenário econômico mundial, em especial os aspectos geopolíticos, têm direta influência no preço de petróleo praticado no mundo (vide Figura II.5). A influência da geopolítica pode ser mais facilmente identificada nos períodos de guerra e recessão, períodos em que os preços de petróleo alcançam seus maiores valores, ou maiores variações percentuais.

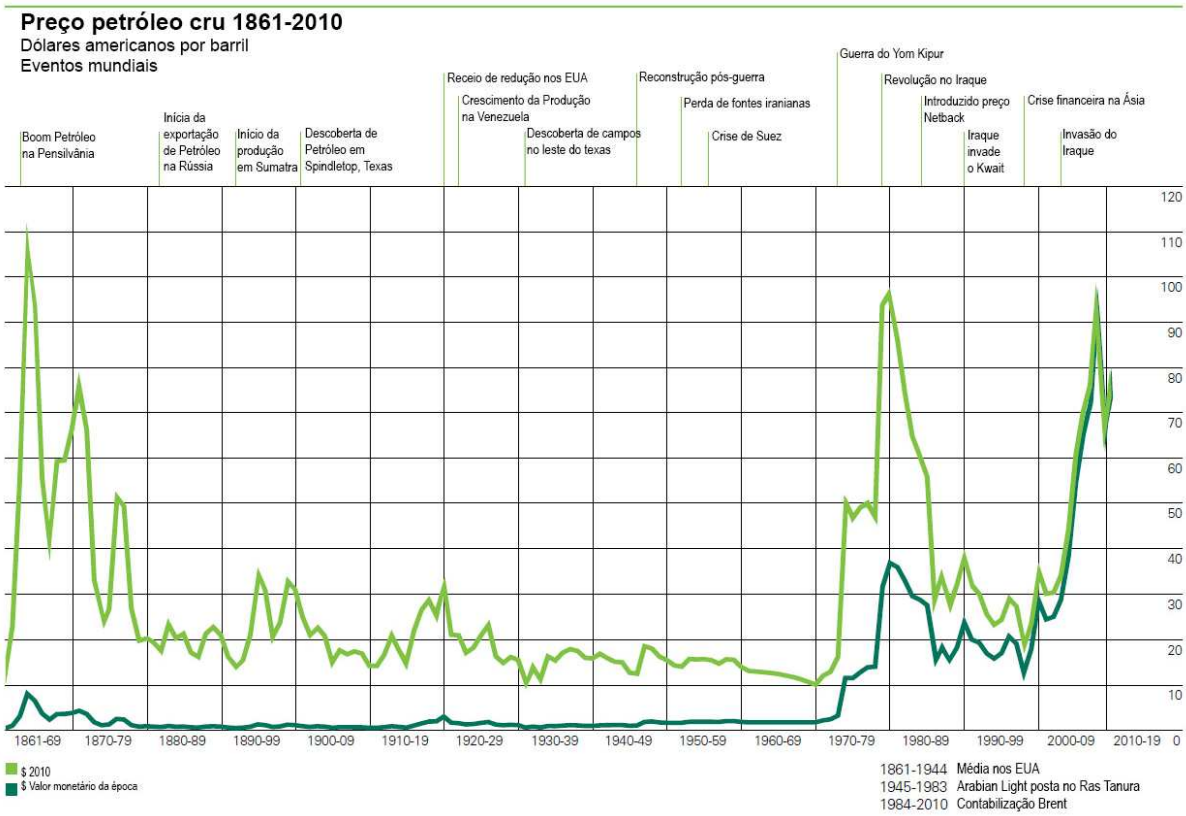


Figura II.5- Preços do óleo cru – 1861 a 2010.

Fonte: BP, 2011

A título de ilustração, iremos discutir as variações no preço de petróleo motivadas por períodos de guerra, em especial durante a guerra do Yom Kippur e durante a crise entre Irã e Iraque, ocorrida entre 1979 e 1980.

A guerra do Yom Kippur (embargo do petróleo árabe) foi iniciada em 5 de outubro de 1973 com um ataque da Síria e do Egito a Israel, sendo que Israel teve o apoio dos Estados Unidos e de outros países do ocidente. Em resposta ao apoio dado à Israel, países árabes exportadores de petróleo, sob a liderança do Irã, impuseram um embargo aos países que apoiavam Israel, causando uma perda líquida de 4 milhões de barris por dia que se estendeu até março de 1974, que representava 7% da produção mundial. No inicio da guerra, o valor do barril de petróleo era de US$ 3,50 e no final de 1974 este valor mais que quadruplicou, chegando a US$12,00. (WTRG Economics, 2012)

Variação similar no preço de petróleo ocorreu durante a crise estabelecida entre Irã e Iraque, entre 1979 e 1980. A revolução Iraniana resultou em perdas na produção de petróleo de 2,0-2,5 milhões de barris por dia entre Novembro de 1978 e junho de 1979, tendo preço de petróleo alcançado o maior patamar desde a Segunda Guerra Mundial.

Em setembro de 1980, com o enfraquecimento do Irã provocado pela revolução, o Iraque invade o Irã, levando a uma queda na produção de petróleo de 6,5 milhões de barris por dia (somadas as perdas dos dois países), o que representou uma queda de 10% na produção de petróleo em 1980 em relação ao ano anterior.

Diante deste cenário, o preço nominal do barril de petróleo mais que dobrou, saindo de U$14,00 em 1978 para U$35,00 em 1981 (WTRG Economics, 2012).

Além de sofrer impacto das guerras, e, portanto, influência da geopolítica mundial, o preço do petróleo é apontado como uma das causas de períodos de recessão no mundo. Coincidentemente, os três maiores períodos de recessão nos Estados Unidos, o primeiro após 1973 e o segundo iniciado em julho de 1981, foram após períodos de alta de preços de petróleo, tendo o mesmo acontecido com a última recessão, que se iniciou em dezembro de 2007 (vide Figura II.5).

Em 2010, o preço praticado do petróleo Brent[6] estava em U$79,50 (2010), um aumento de 29% em relação a 2009, mas ainda U$18 abaixo do recorde alcançado em 2008, na última recessão. Este aumento no preço do petróleo tem sido impulsionado não só pelo grande aumento no consumo, além das restrições estabelecidas pelos países da OPEP. (BP, 2011).

[6] Petróleo Brent é o petróleo extraído no Mar do Norte e comercializado na Bolsa de Londres.

2.2 Gás Natural

A distribuição geográfica das reservas provadas de gás natural encontra-se concentrada em duas grandes regiões: o Oriente Médio e o território conhecido da antiga União Soviética, somando estas duas regiões aproximadamente 72% da reservas de gás natural (vide Figura II.6). Segundo estimativas disponíveis no relatório da BP Statiscal Review 2011, as reservas provadas em 2010 são suficientes para atender a demanda atual de gás por um período de até 58,6 anos.

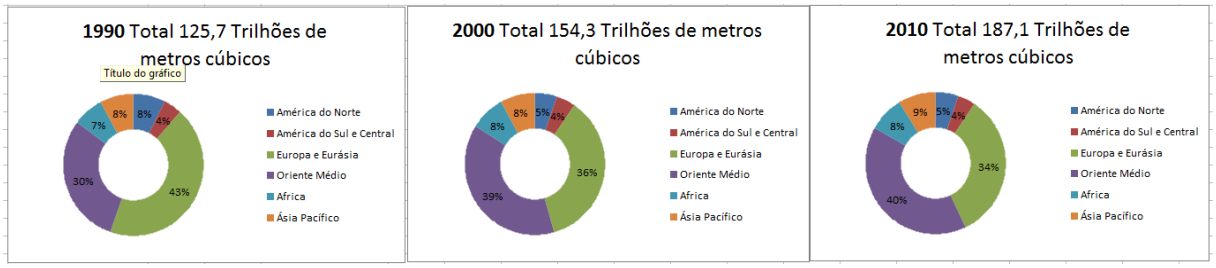


Figura II.6- Distribuição das Reservas Provadas de Gás Natural em 1990, 2000 e 2010.
Fonte: BP, 2011

Embora até o momento as reservas provadas de gás natural estejam localizadas geograficamente nestas duas regiões acima assinaladas, tal panorama ainda não abrange as chamadas reservas não-convencionais[7] de gás natural, que já representam aproximadamente 60% da produção comercializada de gás natural nos Estados Unidos (AIE, 2011c). Outros países como Austrália, China, Índia e Indonésia também já iniciaram estudos para a exploração destas reservas.

Além da descoberta das reservas de gás natural não-convencional, este tipo de combustível ainda apresenta outras vantagens em relação a outros combustíveis fósseis, como o petróleo.

O gás natural ao ser usado em substituição a outros combustíveis fósseis gera menor emissão de gases do efeito estufa (GEE), de óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx), e particulados, promovendo a diversificação da matriz energética, o que em última instância leva a uma maior segurança energética, o que

[7] O termo "reservas não provadas" de gás natural é usado para definir um reservatório de baixa permeabilidade que produz basicamente gás natural.

explica seu crescimento em participação na matriz energética mundial recentemente, como mostrado no Capítulo 1.

Por outro lado, impulsionada pelo crescimento da economia de países do BRIC[8], a demanda por gás natural atingiu em torno de 3,284 bilhões de metros cúbicos em 2010, um crescimento 7,4% superior aos níveis de 2009, uma das maiores taxas de crescimento nos últimos 40 anos (AIE, 2011g).

Dentre os países do BRIC, a China é aquela em que a demanda por gás natural mais cresceu em 2010, um aumento de 22%, atingindo 107 bilhões de metros cúbicos, que também a deixou em posição de destaque no mundo, sendo atualmente a China o quarto país que mais usa por gás natural, atrás somente dos Estados Unidos, Rússia e Irã (AIE,2011g).

Este aumento na demanda por gás natural na China é amparado por um programa do governo, o décimo segundo "Plano de 5 anos"[9], que vem encorajando o uso de gás natural em todos os setores da economia, a longo e curto prazo, e planeja uma participação do gás natural de 8,3% na matriz energética chinesa até 2015 (em 2008 o gás natural respondia por 3,8% somente)(AIE,2011g).

A crise econômica que impactou o mundo ao final de 2008 continua a influenciar a economia de países da OCDE. Na Europa, por exemplo, os níveis de demanda de gás natural regrediram para os níveis de 2007, mesmo com o impacto sazonal de aumento da demanda devido ao inverno mais rigoroso no ano de 2010 (AIE, 2011g).

Para atender este aumento na demanda mundial de gás natural, a produção vem crescendo em todas as regiões, incluindo em países da OCDE. Como mencionado anteriormente, a descoberta de reservas de gás não convencional, especialmente as grandes reservas descobertas nos Estados Unidos, além da possibilidade de comercialização de gás natural sob a forma de gás natural

---

[8] O acrônimo que define as economias emergentes do Brasil, Rússia, Índia e China foi cunhado e proeminentemente usado pelo economista Jim Neil, chefe de pesquisa em economia global do grupo financeiro Goldman Sachs em estudo de 2001 intitulado "Building Better Global Economic BRICs".

[9] O Plano de 5 anos (2011-2015) mapeia a estratégia de crescimento sustentável na China, com planos de redução da intensidade energética (consumo de energia primária em relação ao PIB) de 16% até 2015 e de emissão de CO_2 em 40 a 45% em relação aos níveis de 2005 (AIE, 2011c).

liquefeito, que favoreceu o Oriente Médio, levaram ao aumento da produção mundial de gás natural.

A demanda por gás natural sofre as mais diversas influências, como influências climáticas, demográficas, de crescimento econômico, logística de estoque e transporte, o que dificulta as previsões quanto aos preços a serem praticados no futuro.

Os preços praticados no mercado de gás natural têm se dividido em mercados regionais, em especial devido aos fatores acima citados. Em 2009, por exemplo, os preços no mercado à vista (ou em inglês “spot price”) dos Estados Unidos e Reino Unido convergiram para um valor de $4/MBtu, enquanto que na Europa os preços para gás natural em 2011 ficaram entre $8/MBtu e $10/MBtu, acima dos $5/MBtu praticados nos Estados Unidos (US Henry Hub), tal como ilustra a Figura II.7.

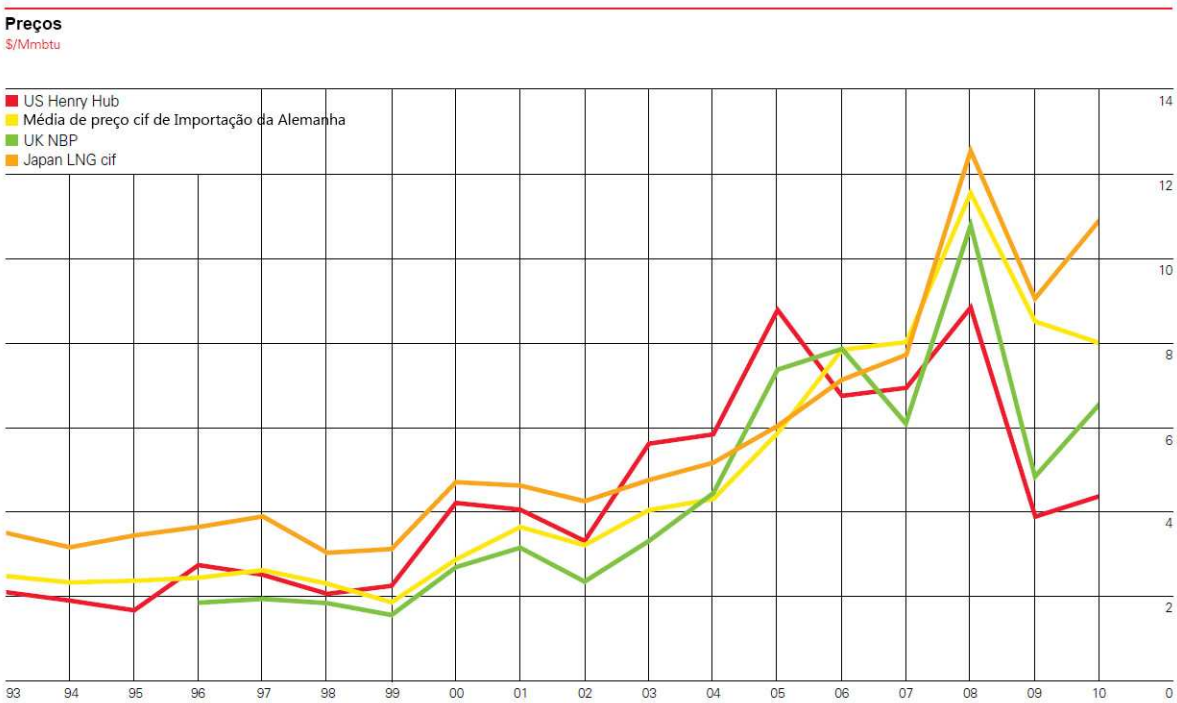


Figura II.7- Preços do Gás Natural - $/Mmbtu

Fonte: BP, 2011

Outro fator que afeta os preço praticados de gás no mundo é o fato de que em algumas regiões, o preço do gás natural é atrelado ao preço do petróleo, tal

como ocorre na Ásia, que teve um preço praticado de $12/MBtu em 2011. Quando o preço de gás natural é atrelado ao preço de petróleo (exemplo: Ásia $12/MBtu em 2011), em geral os preços praticados tendem a ser superiores a quando os preços de petróleo e gás são independentes (US Henry Hub de $5/MBtu em 2011) .

2.3 Carvão

A produção total de carvão vem crescendo continuamente desde 1999, sendo, em 2011, 61% superior a produção existente naquele ano. O incremento percentual na produção de carvão em 2010 foi de 6,0 %, o que representa uma produção de 7228,7 Mt, aumento este provocado, na sua maior parte, pelo crescimento da produção de carvão na Ásia, em especial na China, que atingiu a marca de 3162,2Mt produzidas em 2010 (vide Figura II.8) (AIE, 2011h).

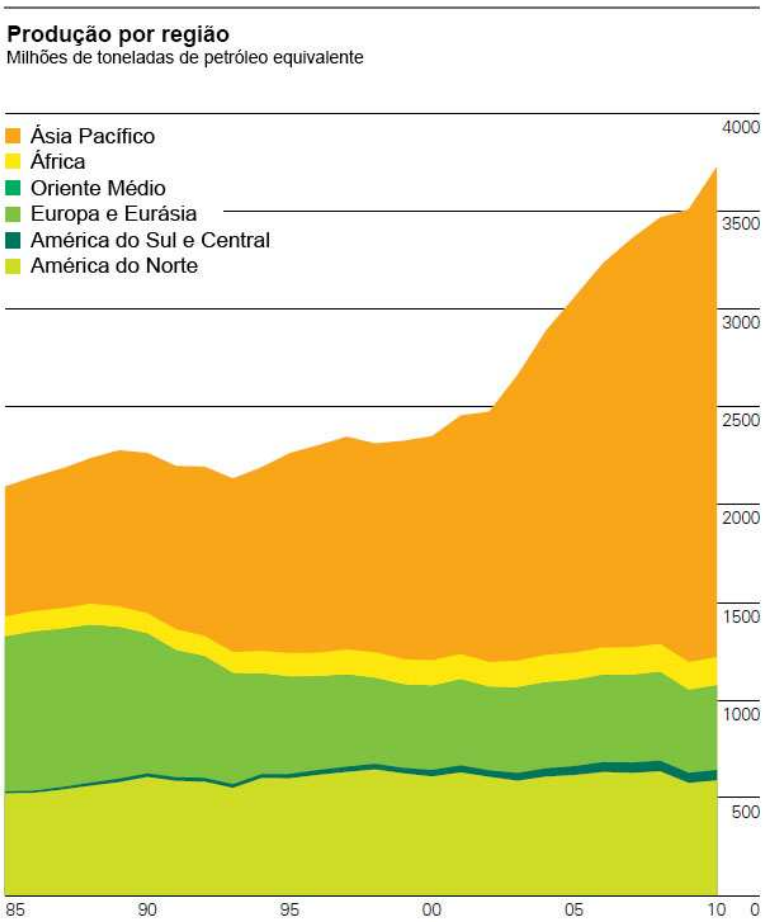


Figura II.8- Produção de Carvão por região – em Milhões de toneladas de óleo equivalente
Fonte: BP, 2011

Este aumento na produção de carvão na China, deve-se em grande parte ao aumento da produção do carvão do tipo antracito ("*hard coal*"), que aumentou sua produção em 9,2% em 2010 (266,8 Mt) para poder atender ao crescente consumo deste tipo de carvão no país, que aumentou 15,1% em 2010, impulsionado pela demanda crescente do setor de produção de energia e de produção de aço (AIE, 2011h).

Tabela II.2- Maiores produtores mundiais de carvão (antracito) – Mt

Principais produtores de carvão * (Mt)			
	2008	2009	2010e
R. P. China	2734,4	2895,3	3162,3
Estados unidos	1007,2	921,8	932,3
India	488,6	528,4	537,6
Australia	325,4	334,6	353,0
África do sul	252,2	250,6	254,7
Federação Rússia	222,4	207,0	247,9
Indonesia	128,6	150,3	173,5
Cazaquistão	106,3	95,8	105,2
Polônia	84,3	78,1	76,7
Colômbia	73,5	72,8	74,4
Ucrânia	59,5	55,0	54,4
Vietnam	38,8	43,7	44,7
Canadá	32,8	28,0	33,7
Coréia	25,1	24,6	24,6
Reino Unido	18,1	17,9	18,2
Outros	91,1	85,9	92,8
Total	5688,3	5789,8	6186,0

Fonte: AIE, 2011

Este aumento do consumo de carvão na China pode ser ilustrado pelo fato de que 76,9% do consumo mundial de carvão estar centralizado em somente cinco países: China Índia, na Ásia, EUA, Rússia e Japão, tendo o consumo da China alcançado um total de 2 516.7 Mtce de carvão, o que representa 48.1% do consumo mundial de carvão no mundo (vide gráfico a seguir) (AIE, 2011h)

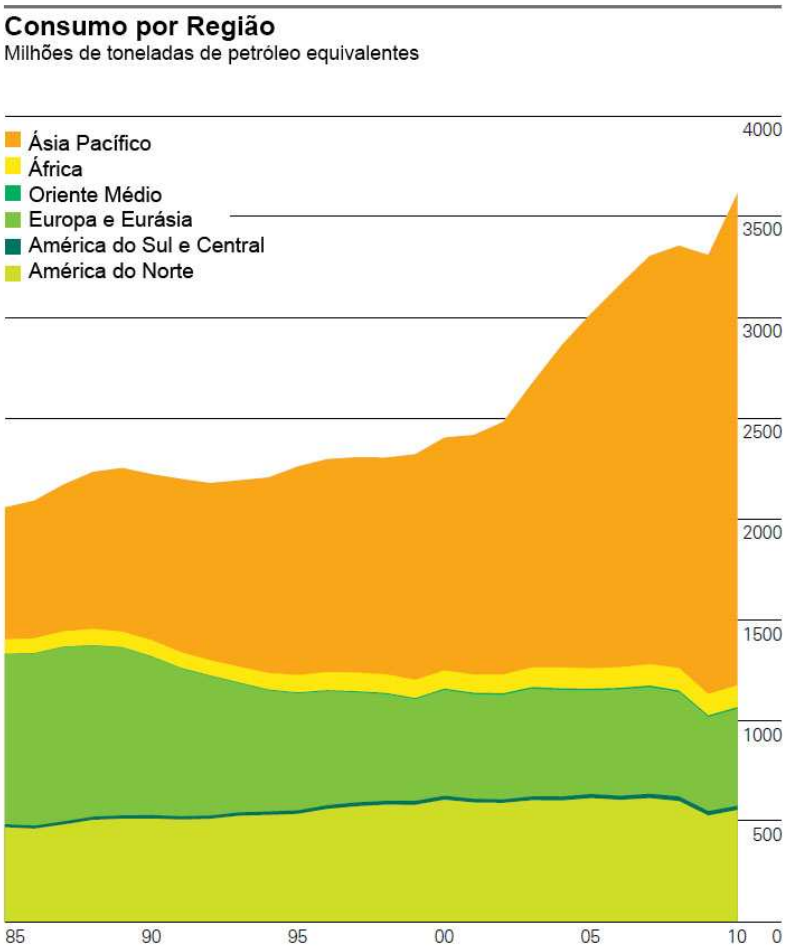


Figura II. 9- Consumo de Carvão por região – em Milhões de Toneladas de Óleo Equivalente
Fonte: BP, 2011.

O consumo crescente de carvão vem sendo amparado pelo aumento na produção, cujos níveis, se mantidos, e frente às reservas provadas garantem pelo menos 118 anos de exploração de carvão ainda, com reservas recuperáveis distribuídas por 70 países.

A opção pela utilização do carvão, apesar de seu alto nível de agressão ao meio-ambiente, tem como uma das justficativas a garantia de exploração já acima mencionada, por 118 anos, enquanto que as reservas provadas de óleo e gás, em contraste, garantem somente entre 46 e 59 anos de exploração, isto se mantidos os níveis atuais de produção, com o inconveniente de suas reservas estarem concentradas no Oriente Médio e Rússia (WCA, 2011).

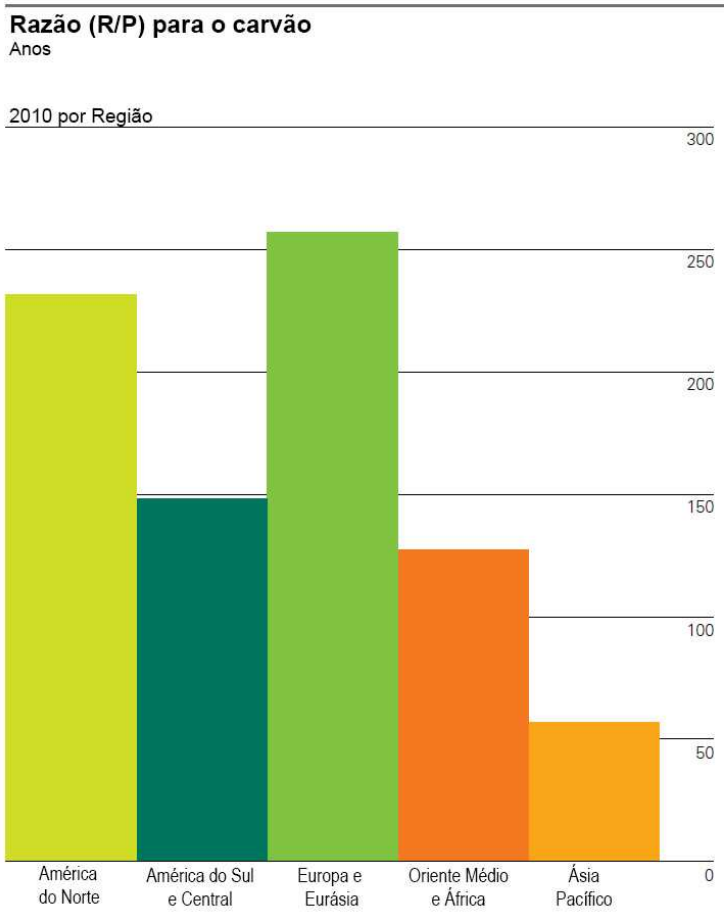


Figura II.10- Razão R/P para o carvão – em anos – em 2010 – por região

Fonte: BP, 2011.

Por ser uma *commmodity*[10], os preços aplicados nos mercados internacionais de carvão dependem diretamente tanto da produção (oferta) quanto do consumo de carvão (demanda) ao longo do tempo, e consequentemente da economia mundial, o que pode ser facilmente identificado ao observarmos o gráfico a seguir contendo dados de preços aplicados de três dos maiores mercados exportadores de carvão no mundo: Austrália, EUA e África do Sul.

No período de 2007 a 2008, por exemplo, houve um “boom” no consumo de carvão no mundo, largamente impactado pela alta taxa de crescimento da economia

[10] Termo utilizado para designar bens para os quais existe procura sem atender à diferenciação de qualidade do produto no conjunto dos mercados e entre vários fornecedores ou marcas.

Chinesa, cujo PIB (Produto Interno Bruto) cresceu no ano de 2007 algo em torno de 11% (Ouriques, 2011).

Com o aumento no consumo (demanda), os preços de carvão atingiram níveis recordes em 2008, devido à crise.

A redução do consumo, devido à retração econômica mundial, os preços do carvão despencaram no inicio de 2009, porém com a recuperação da economia os preços praticados vêm demonstrando uma recuperação a partir de 2010 (vide Figura II.11).

O custo estimado do “steam coal” importado por países da OCDE, por exemplo, teve um leve aumento em 2010, chegando a U$ 99,55/t, porém ainda abaixo do recorde atingido em 2008 de U$120,60/t (AIE, 2011h).

Figura II.11- Histórico dos Preços – Carvão – 2006/2011

Fonte: White Energy Company, 2012

2.4 Energia Nuclear

A energia nuclear está em um estágio de desenvolvimento tecnológico e estratégico que difere em muito da situação de outras fontes de energia com baixo carbono. Embora o crescimento da energia nuclear esteja estagnado há pelos menos duas décadas, esta é uma tecnologia madura com mais de 50 anos de experiência em relação a operação comercial. As novas plantas em construção lançam mão desta tecnologia já madura, focando no aumento dos níveis de segurança e performance. (AIE, 2010d)

Historicamente, a capacidade nuclear cresceu rapidamente entre os anos 70 e 80 devido à necessidade de muitos países em reduzir a dependência em relação aos combustíveis fósseis, especialmente após a crise do petróleo nos anos 70. Entretanto, com a exceção de Japão e Coréia, o crescimento da energia nuclear estagnou nos anos 90. As razões para tanto incluem a crescente preocupação com a segurança, principalmente após os acidentes de *Three Mile Island* e de *Chernobil*, atrasos e aumentos nos custos de algumas plantas nucleares, além de uma retração nos preços de combustíveis fosseis (AIE, 2010d).

Mais recentemente, em especial nos últimos quatro anos, a tendência a estagnação ainda se mostra presente, em especial se levarmos em conta a capacidade nuclear instalada em 2005, que era de 370GWe e aquela ao final de 2010 , de 375GWe (AIE, 2011f) – Figura II.12

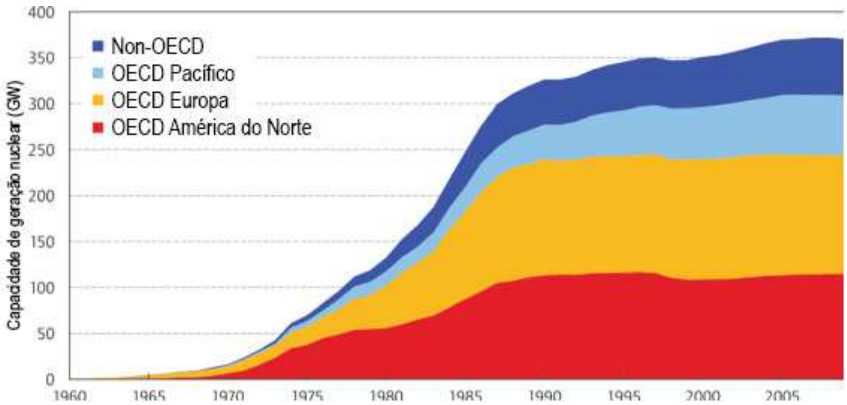


Figura II.12- Capacidade de Geração de Energia Nuclear (GW)- Período de 1960-2005

Fonte: AIE, 2011

Esta capacidade instalada está distribuída em 30 países, totalizando algo em torno de 436 reatores. Nestes países, o percentual de participação da energia nuclear como fonte geradora de eletricidade gira em torno de 2 a 75% (vide Figura II.13). Globalmente, a energia nuclear responde por 14% de toda a energia elétrica produzida, sendo que em aproximadamente 50 países ela responde por mais de ¼ do total (AIE, 2011f)

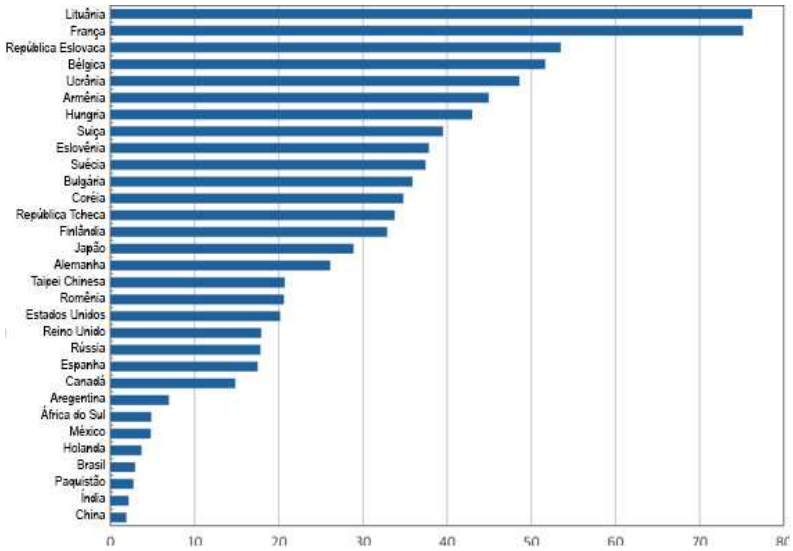


Figura II.13 – Participação da Energia Nuclear na produção total de eletricidade por país.

Fonte: AIE, 2011f

Em 2010, aproximadamente 50 países estavam construindo novas plantas para a geração de energia nuclear (vide Figura II.14), o que levaria a um aumento até 2015 de 60GW aos atuais 375GW de capacidade, o que com uma diminuição de 3 a 4GW de capacidade em função do fechamento de antigas usinas, mais uma capacidade adicional de algumas plantas já existentes levaria a uma capacidade de 430GW ao final de 2015. (AIE, 2010d)

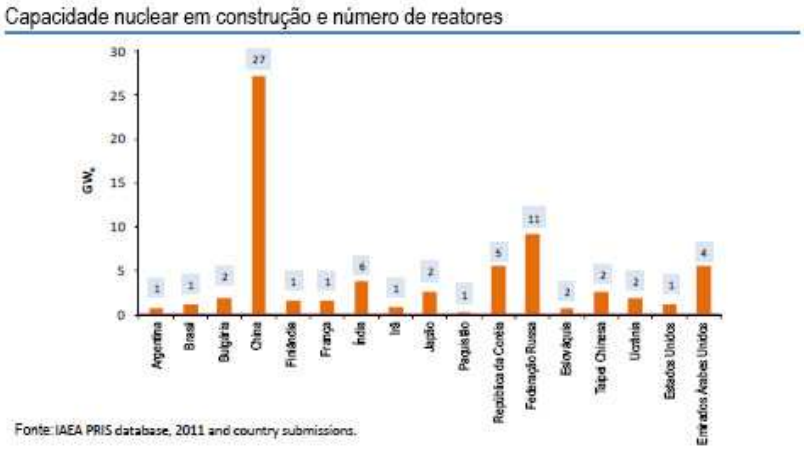


Figura II 14- Capacidade nuclear em construção e número de reatores

Fonte: IAEA, PRIS Database, 2011 .

O maior número de plantas em construção está localizado na China, atualmente 27 novas plantas, tendo tal crescimento em número de novas plantas na China iniciado após 2005, devido a rápida expansão do programa nuclear Chinês. A Coréia também demonstra estar apostando na energia nuclear para apoiar seu crescimento, em especial com a construção de pelo menos quatro unidades além das cinco atuais já em construção. (AIE, 2011f).

Na Europa, a França anunciou em 2010 o inicio das operações de uma nova planta para 2012 e a Rússia esperava lançar a construção de duas novas unidades a cada dois anos. (AIE, 2011f).

A Índia tem apresentado dificuldades para a implementação de plantas para a produção de energia nuclear, porém acordos com países como os Estados Unidos parece que permitirão a importação de tecnologia necessária para a implementação do programa nuclear indiano. (AIE, 2011f).

Após um hiato de 30 anos, surgiram 17 solicitações de licença para a construção de 17 novas unidades no Estados Unidos, que estão ameaçadas de não irem a frente devido as recentes descobertas de gás natural. (AIE, 2011f).

Embora ao final de 2010 o cenário para a energia nuclear parecesse ser positivo, um grande número de questões a respeito da energia nuclear ainda impactava o aumento de sua capacidade a nível mundial, em especial as questões ligadas a segurança e ao tratamento dos resíduos radioativos. Com o acidente da

planta de Daiichi em Fukushima no Japão após o terremoto/tsunami em março de 2011, o cenário se tornou incerto.

Países como a China que haviam previsto um grande aumento de capacidade ao final de 2011 (vide gráfico anterior) anunciaram a suspensão dos processos de aprovação de novos reatores, até que seja revista toda a regulamentação a respeito, em especial quanto aos aspectos ligados a segurança, o que está previsto para durar aproximadamente 1 ano. (Lauerman, 2011).

A extensão do impacto do acidente de Fukushima na Europa, onde a energia nuclear vinha se tornando particularmente atraente ainda é desconhecida. O governo Alemão anunciou o fechamento de todas os reatores nucleares no país até 2022 (Breidthardt, 2011), e o governo Suíço até 2034 (J.Kanter,2011), outros países como a Itália rejeitaram a construção de novas plantas nos próximos anos (BBC News Europe, 2011)

Nos Estados Unidos há a previsão disposta na legislação de $18.5 bilhões em garantias para a construção de novas plantas para a produção de energia nuclear.

Capítulo 3

3 Fontes de Energias Renováveis - Mundo

3.1 Energias Renováveis: Conceitos e Definições

Muitos são os conceitos e definições para o termo “Energias Renováveis”. Twidell and Weir (2006), por exemplo, definiram, de modo extremamente amplo, as energias renováveis como aquelas “obtidas à partir do uso recorrente e continuado de energia disponível na natureza”. A AIE (Agência Internacional de Energia) tem visão similar, considerando fontes de energias renováveis aquelas fontes capazes de se regenerar e de se sustentar indefinidamente.

Ainda, para a AIE, as energias renováveis podem ser divididas em cinco classes, a saber: biomassa (incluindo biomassa, resíduos sólidos municipais, gás de aterros, biogas, etanol e biodiesel), hidráulica, geotérmica, eólica e solar.

Outra definição similar é a da Eurostat[11], que define fontes de energia renováveis como “fontes de energia renováveis não-fósseis, tais como a eólica, a solar, a goetérmica, a hidráulica e a energia proveniente da biomassa/rejeitos. Sendo a última das listadas referente à eletricidade gerada a partir da combustão da madeira e rejeitos de madeira, outros rejeitos sólidos de natureza renovável (por exemplo, a palha), biogás (incluindo aterros, esgoto, e fazendas de gás) e combustíveis líquidos, e aqueles obtidos da incineração de rejeitos sólidos municipais.”

[11] Eurostat é o escritório oficial da União Européia pesponsável pelas estatísticas envolvendo os países do bloco.

A Comissão Européia[12] tem entendimento similar ao da AIE e da Eurostat, definindo fontes de energia renováveis como: “fontes de energia renováveis não-fósseis, divididas nas seguintes categorias: eólica, solar, geotérmica, de ondas, das marés, hidráulica, biomassa, gás de aterros, plantas geradoras de gás a partir de esgoto e biogás.”

Já para a OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), as fontes de energia consideradas renováveis são: a solar, a geotérmica, a eólica, a hidráulica, assim como a energia dos oceanos (gradiente térmico, forças das ondas e marés), biomassa, energia proveniente da tração animal, lenha, turfa, óleo de xisto e areias betuminosas.

Ainda é importante esclarecer, que alguns estudiosos consideram a energia nuclear uma fonte de energia renovável, como o físico Bernard Cohen que propôs que o urânio extraído da água do mar seria inexaurível (duraria algo em torno de 5 bilhões de anos), e portanto, poderia a energia Nuclear ser uma fonte de energia renovável (Cohen, 1983).

Além disso, no meio acadêmico, surgiram outras discussões, em especial quanto à inclusão da energia hidráulica e geotérmica no rol das energias não renováveis, pregando alguns estudiosos a exclusão de projetos de hidrelétricas de larga escala da categoria de renováveis, e questionando o uso da energia geotérmica, já que esta tecnologia pode levar a depleção de recursos em algumas locações específicas (*Gritsevskyi, 2008).*

A título desta dissertação, porém, consideraremos como energias renováveis as energias eólica, solar, geotérmica, hidráulica, e a energia proveniente da exploração da biomassa, em especial os biocombustíveis, mais especificamente o biodiesel e o etanol.

---

[12] A Comissão Européia representa o interesse geral da União Européia, sendo responsável pela proposta de legislação (para o Parlamento e o Conselho), administração e implementação das políticas da União Européia, aplicação das leis da União Européia e negociação no âmbito internacional.

Tal escolha deve-se ao fato, de como observado pelas definições acima elencadas, ser esta definição amplamente aceita pelas mais diferentes organizações mundiais, tais como a AIE, a OCDE, a Eurostat e a Comissão Européia.

Quanto à escolha do estudo de biocombustíveis no âmbito da energia gerada por biomassa, isto se deve ao fato de atualmente 80% do CO2 emitido no mundo ser proveniente da queima de combustível, mais precisamente no setor de transportes (AIE, 2011i).

A definição dentro de biocombustíveis do etanol e do biodiesel é devido ao fato destes serem os principais combustíveis gerados à partir de biomassa no Brasil.

3.2 Fontes de Energia Renováveis

3.2.1 Introdução

O sucesso do setor energético renovável depende do suporte das políticas práticas globalmente. Tais políticas geralmente são direcionadas para o desenvolvimento de novos mercados e redução de custos.

No caso da energia solar, a redução de custos na produção de painéis fotovoltaicos devido a políticas para a criação de novos mercados, levou ao aumento de escala e de capacidade deste tipo de energia.

A energia eólica também vem experimentando um “boom” de crescimento na última década, com um aumento da capacidade instalada de 194GW em 2010 para somente 17GW em 2000 (AIE, 2011f). Além da capacidade, a participação da energia eólica na geração de eletricidade (+22.7%) também cresceu em 2010, principalmente a China e US, que juntos responderam por aproximadamente 70% do crescimento global (BP, 2011).

Embora sejam grandes os avanços alcançados no mercado das energias renováveis, estas apresentam um crescimento anual de 2,7%, e representavam apenas 18,5% do total de fontes para a geração de energia elétrica em 2008.

Para que níveis adequados de emissão de CO_2 sejam atingidos até 2050 (vide capítulo 5), por exemplo, seria necessário que a geração de eletricidade de

fontes renováveis duplique até 2020. Renováveis do tipo não-hidráulicas devem crescer a taxas de dois dígitos, a energia eólica, por exemplo, deve chegar a taxas de crescimento de 17% e a energia solar a 22%. Tais taxas têm sido superadas nos últimos anos, a questão é se irão se mantidas à longo prazo (AIE, 2011f).

3.2.2 Energias Renováveis – Discussão por fonte:

A seguir serão apresentadas as cinco fontes de energia de característica renovável escolhidas para discussão no presente trabalho, a saber: energia eólica, energia solar, energia geotérmica, biomassa (em especial biocombustiveis, mais especificamente etanol e biodiesel), e energia hidráulica[13].

A) Energia Eólica

A participação da energia eólica na matriz energética mundial teve inicio no final da década de oitenta, quando a Dinamarca, com a intenção de diminuir sua dependência em relação ao petróleo e preocupada com as questões climáticas, resolve desenvolver a indústria de energias renováveis local, focando na utilização da biomassa e da energia eólica (AIE, 2011f.).

Do final da década de oitenta até o presente momento o crescimento da capacidade instalada no mundo, em termos de fontes de energia eólica, vem sendo uma constante, porém, na última década foi observado um crescimento fora do comum, com uma taxa anual de crescimento de 27% do final de 2005 ao inicio de 2010. Tal crescimento pode ser observado quando notamos que no final do ano 2000, por exemplo, a capacidade instalada era de aproximadamente 18GW, tendo atingido aproximadamente 19GW em 2011 (vide figura abaixo). No ano de 2010, 39GW de capacidade foram adicionadas a capacidade mundial já existente, o que representa três vezes a capacidade adicionada no mundo nos cinco anos anteriores (vide Figura III.1).

[13] Outras fontes de energia como àquelas que aproveitam a força das marés e das ondas não serão estudadas, já que os estudos destas fontes ainda se encontram em estado embrionário.

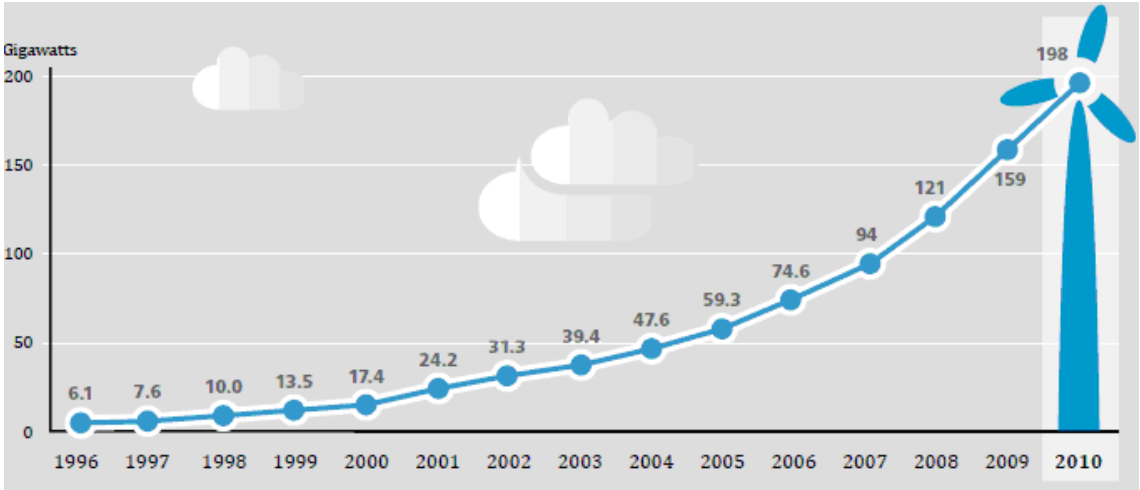


Figura III.1- Capacidade Mundial – Energia Eólica – 1996-2010

Fonte: REN21, 2011

Este crescimento acentuado da capacidade instalada, que anteriormente tinha como agentes de crescimento a América do Norte e Europa, está atualmente centralizado na Ásia, em especial na China e em menor proporção na Índia. No ano de 2010, a China se tornou líder mundial em capacidade instalada, por ter adicionado aproximadamente 18GW a sua capacidade, um aumento de 37% em relação a 2009 (vide Figura III.2).

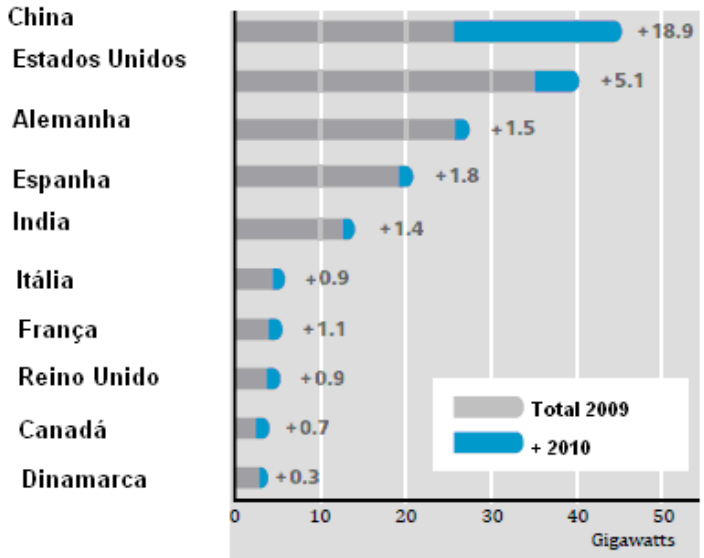


Figura III. 2- 10 Maiores países em capacidade – Energia Eólica

Fonte: REN21, 2011

Embora líder mundial em capacidade instalada, apenas 1% da energia elétrica utilizada na China é proveniente da energia eólica (AIE,2011f). Isto deve-se ao fato de que 13GW da capacidade instalada ainda não terem sido comercialmente certificadas, devendo ainda passar pelas fases de teste e de assinatura de contratos comerciais com o sistema operador.

Além da China, a Índia também contribuiu para o crescimento da capacidade instalada na Ásia em 2010, com um aumento de 2GW (AIE, 2011f), atingindo aproximadamente 13,2GW de capacidade e mantendo o quinto lugar dentre os países de maior capacidade instalada em fonte de energia eólica (REN21, 2011).

Anteriormente líderes em capacidade instalada, a Europa e a América do Norte viram sua liderança cair nos últimos anos. Afetados pela crise econômica, que resultou em redução no acesso aos financiamentos, além do aumento nos custos de materiais, turbinas e componentes (AIE, 2011f).

Os Estados Unidos foram um dos países mais afetados pela crise, em especial devido ao enfraquecimento do dólar. No entanto, apresentaram um aumento da capacidade instalada de 5GW em 2010, o que levou o total de capacidade instalada a 40,2GW, o que corresponde a 2,3% da geração de eletricidade naquele país (REN21, 2011).

A União Européia, também afetada pela crise, apresentou um pequeno crescimento, se comparado ao de 2009, de 9,5GW, levando o total em capacidade instalada da região para 84GW. Destes 84GW, 27,2GW são capacidade instalada na Alemanha, atual líder no mercado europeu de energia eólica, mesmo com uma redução de 19% em capacidade nova em relação a 2009 (REN21, 2011).

Ainda é importante destacar que embora a Alemanha continue como líder em capacidade instalada, é a Espanha quem lidera em novas instalações (adição de 1,8GW) e no percentual de eletricidade gerada a partir de energia eólica (43TWh em 2010).

O mercado da energia eólica conta ainda com a participação da América Latina e Caribe, em especial com a adição de 0,3GW proporcionada por Brasil e México, e ainda com países da África, como o Egito (550 MW em 2010), e do Oriente médio, neste caso representado pelo Irã (projetos de 0,9GW) (REN21, 2011).

Para amparar este mercado em crescimento, um número importante de medidas políticas e programas vem surgindo nos últimos anos. Informações

disponibilizadas no relatório da AIE referentes à energia limpa de junho de 2011 indicam:

- Produção de energia eólica offshore é prioridade na China, com crescimento previsto de 150GW ("*Offshore Wind Development Plan 2009"*);
- No Reino Unido espera-se um crescimento de 33GW, amparado por um investimento de 15 bilhões em infra-estruturas offshore (fundos alocados no novo Banco de Investimentos Verde, criado devido ao Plano de Ação Nacional para Energias renováveis);
- Aprovação do projeto "*Cape Wind*", cujo orçamento é de 1 bilhão de dólares e finalização das negociações em relação ao projeto Caithness Shepherds Flat (845GW e 1,3 bilhões de dólares).
- Disponibilização de 6 bilhões de euros pela União européia através do programa de 10 anos "*European Wind*" para parcerias com a indústria na P&D no setor de energia eólica.

B) Energia Solar

Atualmente as tecnologias para conversão de energia solar podem ser divididas em três grandes blocos:

i) Energia solar fotovoltaica (geração de eletricidade pela conversão direta da luz do sol);

ii) Energia solar concentrada CSP (utiliza a radiação solar concentrada para gerar altas temperaturas e assim produzir energia elétrica e promover reações químicas);

iii) Energia solar térmica (utiliza a energia térmica proveniente do sol para aquecer ou resfriar água ou até mesmo edifícios).

Para estudar a participação da energia solar na matriz energética mundial iremos dividir a energia em três grandes setores, divisão esta baseada nas tecnologias de conversão de conhecimento atualmente e descritas no parágrafo acima.

i) Energia solar fotovoltáica:

Na última década, o mercado para a energia fotovoltaica teve um grande desempenho, apresentando taxas médias de crescimento anual em torno de 40%, tendo a capacidade instalada acumulada saído de patamares próximos de 0,1GW em 1992 para 40GW ao final de 2010 (AIE, 2010c).

Este crescimento vem sendo amparado pela redução dos custos envolvidos em tal tecnologia, identificação de novas aplicações para a energia solar fotovoltaica, além de um forte suporte nas políticas aplicadas a este mercado e uma acelerada mudança de foco nas tarifas aplicadas em alguns países (REN21, 2011)

Este mercado em constante e rápido crescimento é dominado pela União Européia, 80% do mercado (13,2GW), que representa energia suficiente para sustentar o consumo, em termos de eletricidade, de 10 milhões de casas na Europa (REN21, 2011). Dentre os países da União Européia, especial destaque deve ser dado para a Alemanha, que foi responsável por um aumento de 7,4GW na capacidade de energia solar fotovoltaica mundial, o que foi mais do que o aumento atingido em todo o mundo no ano anterior. No primeiro trimestre de 2011 somente, a Alemanha gerou 2,75TWh de eletricidade proveniente de energia solar fotovoltaica, um aumento de 87% em relação ao ano anterior.

Além de Alemanha, Itália adicionou 2,3GW a capacidade instalada ao sistema elétrico ao final do ano de 2010 (REN21, 2011).

A Espanha, que teve um rápido crescimento em 2008, teve uma significante redução após um novo marco regulatório introduzido em 2009, tendo somente 0,4GW de capacidade adicionada em 2010. O governo espanhol tentou racionalizar o posicionamento estratégico e o controle do impacto das tarifas de prêmio ("Feed-in tarifes" em inglês ou FIT[14]) pelo estabelecimento de uma cota de 50MW de nova capacidade instalada por ano, um alvo modesto, se comparado aos 2500MW adicionados no ano de 2008 (AIE, 2011f).

No mundo, também é destaque a participação dos Estados Unidos neste mercado, que em 2010 anunciou um grande número de grandes projetos, em

[14] Uma tarifa Feed-in é uma estrutura para incentivar a adoção de energias renováveis através de legislações. Neste sistema, as concessionárias regionais e nacionais são obrigadas a comprar eletricidade renovável em valores acima do mercado, que são estabelecidos pelo governo.

especial na Califórnia (0,3GW), Japão (total de 3,6GW) e China, esta última devido ao seu posicionamento agressivo, e liderança como produtor de células fotovoltaicas (REN21, 2011).

ii) Energia solar concentrada - CSP[15]:

As primeiras plantas comerciais a utilizarem a tecnologia CSP começaram a operar na Califórnia no período de 1984 a 1991, por estímulo do governo federal e incentivos fiscais, além de contratos de compra da energia de longo prazo. Este cenário mudou na década seguinte com a queda do preço do petróleo, levando a um retrocesso no avanço da CSP.

Somente em 2006, o mercado da CSP começa a se recuperar, em especial na Espanha (632 MW ao final de 2010) e Estados Unidos (473MW ao final de 2009), e novamente amparados por medidas estabelecidas pelos governos daqueles países, como o estabelecimento de FITs na Espanha (REN21, 2011).

Como a CSP depende diretamente da irradiação de energia solar, espera-se que desenvolvimentos futuros estejam direcionados para países de clima semi-árido, ou regiões tropicais, o que se mostra factível frente aos projetos em construção ou em fase de planejamento em países em desenvolvimento ou economias emergentes, tais como a Algeria, Egito, Marrocos, Austrália, China, Índia, Israel, Jordânia, México, África do Sul e Emirados Árabes Unidos (AIE, 2011f).

ii) Energia solar térmica:

O termo energia solar térmica é aplicado, geralmente, a tecnologias que utilizam a energia solar para aquecimento de água. Este tipo de energia está sendo empregada para a produção de correntes de água quente em todo o mundo.

No mundo todo houve um aumento estimado de 25GWth (gigawatt-thermal) na capacidade instalada, em termos de energia solar térmica, que se somada chegou a 185GWth em 2010 (REN21,2011).

[15]O conceito básico da tecnologia é a concentração de energia dos raios solares para o aquecimento de um receptor, transformando o calor em energia mecânica e depois em eletricidade.

Países como a China, Alemanha, Turquia, Índia e Austrália lideram o mercado de energia solar térmica, dentre estes China (+17,5GWth de capacidade instalada em 2010, de um total de 118GWth) (REN21, 2011).

A Alemanha, embora permaneça líder em capacidade instalada na Europa (1/3 do total de capacidade instalada na Europa), teve seus números impactados temporariamente em 2010 pela reformulação dos programas nacionais de incentivo à utilização da energia solar e pela redução nos preços do mercado de gás natural (REN21, 2011).

Na América Latina, surpreendentemente o Brasil surge como destaque tendo adicionado 0,6GWth em 2010, capacidade esta centralizada no sul do país que possui temperaturas mais amenas (REN21, 2011).

- Políticas Mundiais de amparo a energia solar (Clean Energy Report 2011 – IEA):

A energia solar, assim como outros tipos de energias renováveis, ainda precisa de incentivos por parte da maioria dos países para a sua utilização e implementação devido a seus ainda altos custos, quando comparados a fontes de energia convencionais, em especial em relação a energias de fontes fosseis como o petróleo, carvão e gás natural.

Na Índia, por exemplo, o governo estabeleceu como meta, até 2022, a instalação de 20GW de capacidade (Missão Solar 2009 – *Solar Mission 2009*), crescimento este suportado pela obrigação de uso de energias renováveis e tarifas diferenciadas. Posição similar assumiu a China, que através do seu programa “Golden Sun”, lançado em 2009, pretende expandir o mercado de energia solar na China, com subsídios de 50% em relação ao custo de investimento em projetos e nos sistemas de transmissão e distribuição.

Mas aparentemente, a situação parece estar mudando, em especial quanto à energia solar fotovoltaica, que devido a redução dos preços associados a seus equipamentos e componentes, teve questionada por alguns países a necessidade de se sustentar as políticas de incentivo aplicadas a esta tecnologia. Como resposta, em 2010 e inicio de 2011, alguns países reduziram as tarifas FIT para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica, tendo em alguns casos havido a suspensão da expansão da capacidade, o que não aconteceu na China.

A China, face à necessidade de energia que sustente o seu crescimento econômico galopante, implementou um programa integrado de energia solar fotovoltaica ("Building Integrated Solar PV Programme"), que através de incentivos e vantagens pretende fomentar a utilização deste tipo de energia no país.

C) Energia Geotérmica[16]

A energia geotérmica pode ser usada tanto para a geração de eletricidade quanto para fornecer calor (aquecimento), dependendo somente das temperaturas das fontes geotérmicas utilizadas para a geração deste tipo de energia. Por exemplo, para a geração de eletricidade é necessário que as fontes geotérmicas possuam temperaturas superiores a 100°C, restrição estas não aplicáveis a fontes utilizadas para promover aquecimento (AIE, 2011a).

O potencial para a geração de eletricidade a partir de energia geotérmica foi estimado como algo em torno de 45EJ/ano ou 12500TWh, ou ainda, 62% da geração de eletricidade no mundo em 2008 (Krewitt *et al*, 2009).

Embora com grande potencial, a energia geotérmica ainda deve superar alguns obstáculos para se estabelecer no mercado energético, como os altos custos além de problemas de logística relacionados à distância entre as fontes geotérmicas e os centros onde se concentram a população e indústria, principais agentes que demandam por energia, já que as tecnologias desenvolvidas até o presente momento envolvem a utilização local da energia geotérmica.

Outro fator que vem afetando a participação da energia geotérmica na matriz energética mundial é o nível de desenvolvimento das tecnologias de aproveitamento deste tipo de energia, que atualmente encontra-se focado na geração de calor e corrente de água de alta temperatura para atender demandas localizadas.

---

[16] A energia geotérmica é considerada renovável já que há um fluxo constante de calor da Terra para a superfície e então para atmosfera e de ovo para a Terra. O uso sustentável do calor de uma determinada fonte implica que o calor removido seja exposto a uma escala de tempo similar. Na prática a reposição (95%) ocorre na mesma escala do tempo que o tempo de vida de um sistema de produção geotérmico, que é de 100 a 300 anos.

O uso da energia geotérmica, embora remonte ao século 19 (uso de fluidos geotérmicos em Lardarello, Itália, para obtenção de ácido bórico), seu crescimento sofreu um grande impulso à partir do século 20, quando ocorreram as primeiras aplicações da energia geotérmica na geração de eletricidade.
(Bertani, 2010) (vide Figura III.3 a seguir).

Nos últimos anos, em especial a partir de 2005, aumentos significativos na capacidade de geração de eletricidade via energia geotérmica, tem ocorrido em todo o mundo, concentrados em países como a Islândia, Indonésia, Nova Zelândia, EUA e Turquia. (REN21,2011).

Ao final de 2010, a capacidade instalada era mais de 11 GW, e as plantas empregando energia geotérmica geraram 67,2TWh de eletricidade naquele ano (REN21,2011)

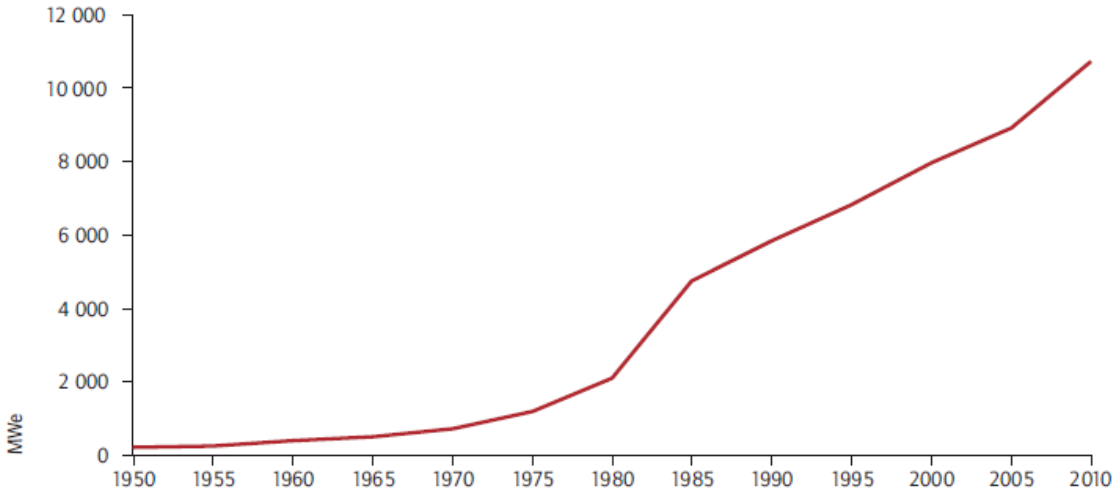


Figura III.3- Evolucào da Capacidade Instalada – MWe – Energia Geotérmica

Fonte: Bertani, 2010

Para que este panorama favorável, com o crescimento da energia geotérmica seja sustentado, ainda é necessário o apoio de políticas energéticas efetivas. Nos Estados Unidos, a partir de 2009, com o estimulo da legislação e de incentivos fiscais e do “DOE Geothermal Technologies Programme”, espera-se aprovação de

novos projetos. O governo da Indonésia, também através de incentivos fiscais, espera desenvolver acima de 12 GW em capacidade até 2025. (AIE, 2011f)

Na Europa, o Reino Unido estabeleceu um fundo denominado “Deep Geothermal Challenge Fund” que esperava disponibilizar em torno de 5,1 milhoes de libras em 2010 no suporte de 6 projetos de demonstração (AIE, 2011f)

D) Biomassa (Biocombustíveis):

A produção de biocombustíveis vem crescendo nos últimos 10 anos (vide Figura III.4), amparada principalmente pela política energética praticada por países como Brasil e Estados Unidos, e mais recentemente a União Européia e Sudeste da Ásia, tendo saído de 16 bilhões de litros em 2000, para mais de 100 bilhões de litros em 2010 (AIE, 2011f).

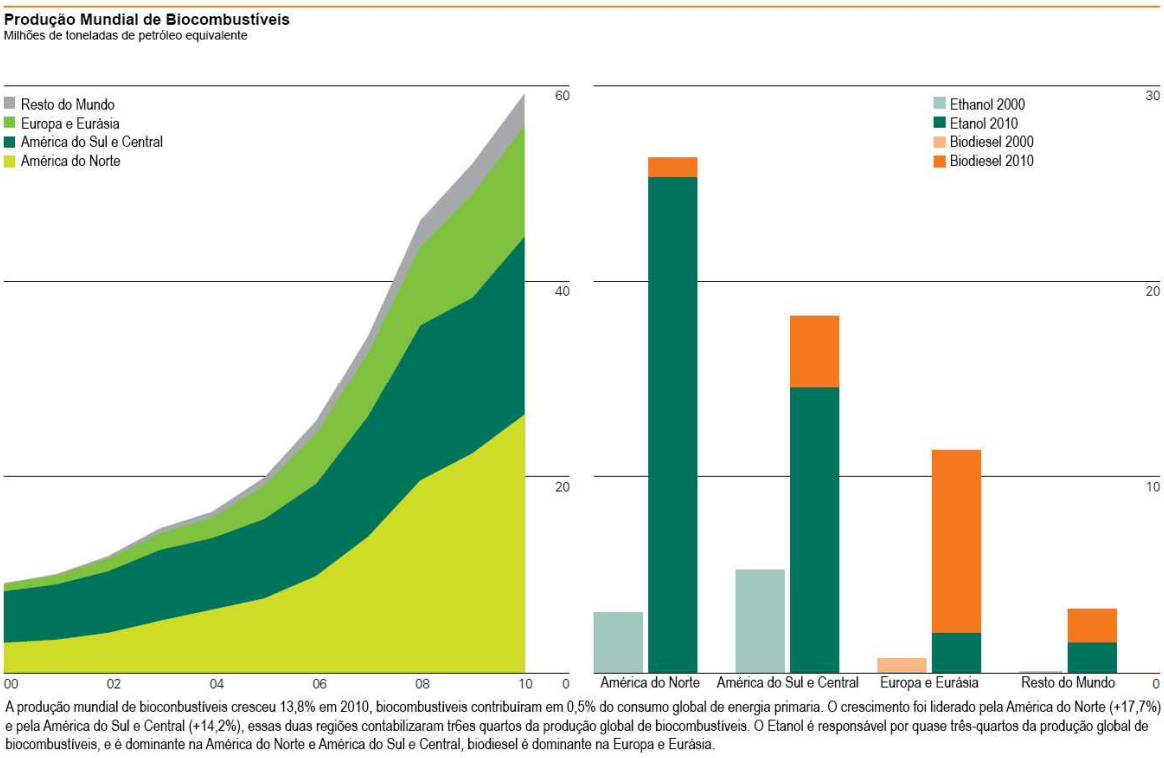


Figura III.4- Evolução da Produção Mundial de Biocombustíveis (2000-2010)

Fonte: BP, 2011

Etanol

A produção mundial de etanol cresceu em 13% em 2010, o que corresponde a 240,000 b/d. Destes 240.000b/d, os Estados Unidos foram responsáveis por +140,000 b/d, e o Brasil por +50,000 b/d, sendo que se somados, ambos os países respondem por 80% do etanol produzido mundialmente. (BP, 2011).

O Brasil, que por muitos anos vinha sendo o líder mundial em exportação de etanol foi superado em 2010 pelos Estados Unidos, que exportou naquele ano 1,3 bilhões de litros de etanol (Jenssen, 2010) As razões para tanto incluem uma combinação das condições de tempo adversas para o cultivo da cana-de-açúcar naquele ano, além do fato do etanol de milho americano ser subsidiado.

Embora tendo perdido sua posição de liderança na exportação de etanol, o Brasil aumentou sua produção de etanol em 7% em 2010, atingindo 28 bilhões de litros. (REN21, 2011).

Tal situação pode vir a ser revertida, já que no último dia de 2011, o Congresso dos Estados Unidos, ao entrar em recesso, não prorrogou a vigência da concessão dos subsídios dados à indústria do etanol derivado de milho do país, mais especificamente no que tange à tarifa do etanol importado. (ANP, 2012)

Biodiesel

A produção mundial de biodiesel aumentou em 7,5% em 2010, para algo em torno de 19 bilhões de litros. Comparada ao etanol, a produção de biodiesel é muito menos concentrada, com os 10 maiores produtores respondendo por menos de 75% da produção total em 2010 (REN21,2011).

A União Européia permanece a região líder na produção de biodiesel, representando 53% do total produzido em 2010, sendo o biodiesel o biocombustível de maior consumo na Europa, porém o crescimento na região continua lento, com um aumento na produção de 2% em 2010 (REN21, 2011).

O lento crescimento da produção de biodiesel na Europa deve-se, principalmente, a competição com a importação de biodiesel de menor preço de países fora da Europa (Canadá, Argentina, e Indonésia).

Em outras regiões, porém, o cenário é outro. O maior crescimento, em termos de produção de biodiesel foi alcançado pelo Brasil (46% para 2.3 bilhões de litros) e Argentina, que aumentou sua produção em 57% em relação a 2009 para

2.1 bilhões de litros, ¾ destes exportados. Já nos EUA , a produção de biodiesel caiu mais de 40%, pelo segundo ano consecutivo.

Atualmente, a Ásia responde por 12% da produção mundial de biodiesel, produzido principalmente a partir do óleo de palma (Indonésia e Tailândia).

E) Hidráulica

A energia hidráulica permanece até hoje a maior fonte de energia renovável no mundo, tendo seu crescimento concentrado em economias, ou países, chamados emergentes. Dentre estas economias emergentes, especial destaque deve ser dado à China, que fechou o ano de 2009 com aproximadamente 200GW de capacidade instalada, um crescimento sem precedentes, já que em 2005 este valor estava próximo de 117GW somente. (AIE, 2011f)

Além de China, são líderes mundiais na geração de eletricidade por energia hidráulica o Canadá, Brasil, EUA e Rússia (ver Figura III.5). Sendo que tanto para o Brasil quanto para o Canadá, a energia hidráulica representa uma grande fatia da matriz energética, representando a fonte de aproximadamente 70% de toda energia elétrica gerada no Brasil, e na faixa de 60% para o Canadá, valores estes que dependendo das condições climáticas podem variar (AIE, 2011f).

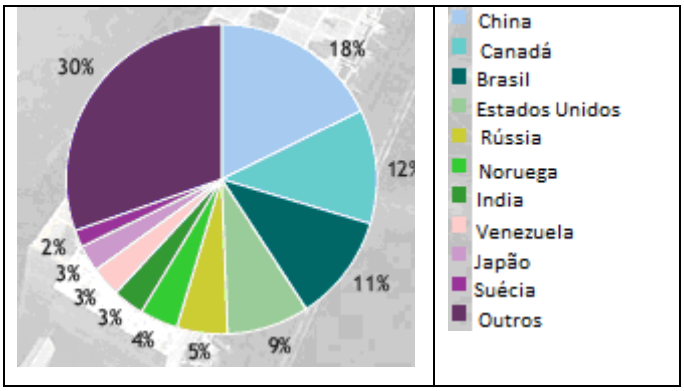


Figura III.5- Participacão na geração de energia hidráulica – 2008

Fonte: AIE, 2010a

Embora líderes na utilização de energia hidráulica para a geração de eletricidade, dentre os cinco países líderes há discrepâncias quanto ao aproveitamento do potencial hidráulico. O Canadá, por exemplo, aproveita 39% de seu potencial hidráulico, enquanto que o Brasil e China aproveitam 25%, EUA 16% e Rússia somente 10%, o que demonstra que a energia hidráulica ainda tem muito potencial de crescimento dentro da matriz energética mundial.

Esta grande margem para crescimento futuro, porém, encontra obstáculos, como a discussão em torno dos impactos ambientais e sociais provocados por novas instalações para o aproveitamento do potencial hidráulico no mundo.

Políticas envolvendo estudos de ciclo de vida de novos projetos estão sendo desenvolvidas globalmente para garantir a sua sustentabilidade.

É importante destacar as iniciativas da AIE para garantir a sustentabilidade de projetos futuros como o lançamento de um Acordo para a Implementação de Energia Hidráulica (em inglês: "*IEA Hydropower Implementing Agreement"*), sob liderança do Brasil, e que contém um capítulo com recomendações para a energia hidráulica e o meio-ambiente, em especial quanto ao aspecto das emissões de carbono, e da Associação Internacional de Energia Hidráulica que lançou recentemente o seu Protocolo em Sustentabilidade em Energia Hidráulica, ou, em inglês "Hydropower Assessment Sustainability Protocol" (AIE, 2010a).

Mesmo com todos os questionamentos envolvendo a energia hidráulica, países como a China e o Brasil ainda tem planos de construção de novas hidrelétricas à curto prazo. China, em colaboração com o Irã, pretende construir a maior represa no mundo, um projeto de 1,5GW a ser instalado nas montanhas de Zagro, no Irã. O Brasil, por sua vez, planeja construir duas grandes represas (hidrelétricas) na região Amazônica, incluindo um reservatório de 3,2GW. (REN21, 2011).

Capítulo 4

4 Matriz Energética Brasileira

O Brasil vem experimentando uma rápida expansão no setor energético nos últimos anos, em especial em relação ao aumento do consumo de eletricidade, petróleo e gás natural, sendo atualmente o nono maior consumidor de energia no mundo, o que é um reflexo da estabilidade e crescimento econômico do país, que é atualmente a sexta potência econômica do mundo, segundo uma classificação publicada em dezembro de 2011 pelo instituto de pesquisa CEBR ("Centre for Economics and Business Research"), sediado em Londres. Segundo esta mesma classificação, o Brasil fica atrás somente de Estados Unidos, China, Japão, Alemanha e França.

Para amparar tal crescimento econômico e de consumo energético, o Brasil assumiu estratégias para o aumento da produção de energia nacional, em particular em relação à produção de etanol e petróleo. Em relação ao petróleo, o país apostou numa visão de longo prazo focando no estudo da produção de petróleo off-shore, o que mostrou ser uma boa decisão com as recentes descobertas de reservas no pré-sal, que podem elevar o Brasil ao topo da lista dos maiores produtores de petróleo no mundo.

No que tange as fontes de energia renováveis, além de utilizar a energia hidráulica em grande escala, o governo Brasileiro também resolveu apostar no desenvolvimento de tecnologias para a produção de etanol a partir de cana-de-

açúçar, com o lançamento do programa Pró-álcool [17], na década de 70, auge da segunda crise do petróleo.

Para demonstrar tais características peculiares da matriz energética brasileira, onde as fontes renováveis respondem por aproximadamente 47,5% da produção de energia primária no Brasil (EPE, 2011a), procurou-se estruturar o conteúdo deste capítulo de forma que, primeiramente, serão apresentados dados gerais referentes à produção e consumo de energia no Brasil, seguidos de uma discussão mais profunda em termos de fontes de energia renováveis e fontes fósseis e sua distribuição na matriz energética brasileira.

4.1. Produção, Oferta e Consumo de Energia no Brasil:

4.1.1. Produção de Energia Primária[18]:

A produção de energia primária no Brasil atingiu em 2010 os 253,53 milhões de tep[19], um aumento de aproximadamente 5,2% em relação à produção de 2009 (vide Figura IV.1).

[17] O Programa Nacional do Álcool foi um programa de substituição em larga escala dos combustíveis veiculares derivados de petróleo por álcool, financiado pelo governo do Brasil a partir de 1975 devido a crise do petróleo em 1973 e mais agravante depois da crise de 1979.

[18] Energia primária é definida no BEN 2011 como a energia proveniente de Produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, resíduos vegetais e animais, energia solar, eólica etc.

[19] Tep: toneladas equivalentes de petróleo

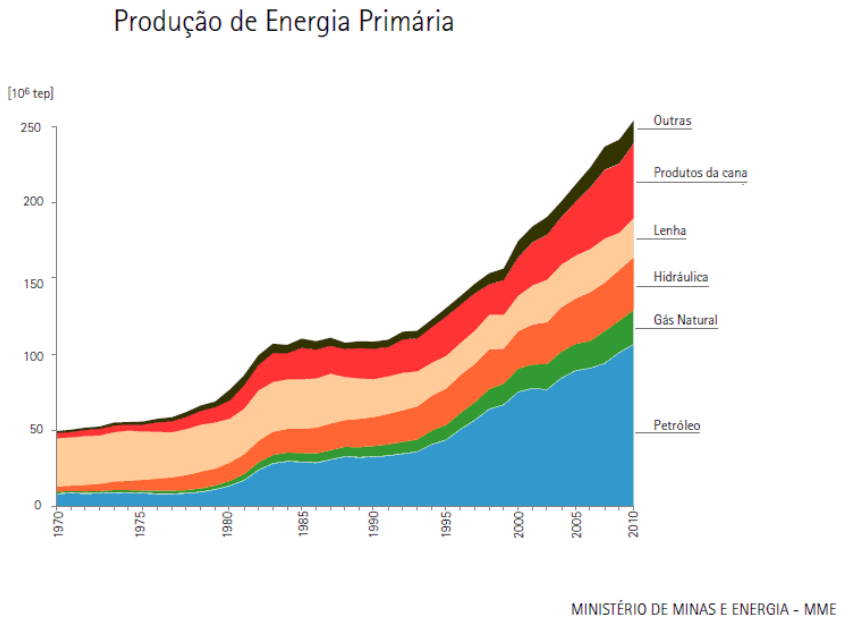


Figura IV.1: Produção de Energia Primária no Brasil (1970 a 2010)

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011 - MME

Em termos de distribuição da energia primária no Brasil por fonte, há um equilíbrio entre as fontes de energia ditas não-renováveis, que respondiam por 52,5% do total da energia primária brasileira em 2010, e das fontes renováveis, que respondiam por aproximadamente 47,5% no mesmo ano (EPE, 2011a).

Ainda, quanto à produção de energia primária, dentre as fontes de energia não-renováveis, o petróleo aparece em destaque com 42% do total da produção de energia primária em 2010, o que representa 80% do total de participação das energias não-renováveis, sendo o restante da participação das energias de fonte não-renovável proveniente do gás natural (9% do total da energia primária brasileira).

4.1.2 Oferta Interna de Energia:

Para termos uma noção mais abrangente não só em termos energéticos, mas também em termos econômicos, é importante analisarmos os dados disponíveis relativos à oferta interna bruta de energia no Brasil, que é definida no Balanço

Energético Nacional (BEN 2011), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) como:

Oferta Interna Bruta= Produção + Importação – Variação de Estoque – exportação – energia não aproveitada – re-injeção (para o petróleo)

A oferta interna de energia em 2010 atingiu um montante de 268,75 milhões de tep em 2010, montante aproximadamente 10% superior ao valor alcançado em 2009, o que demonstra uma recuperação da economia brasileira já que em 2009 houve uma redução de 3,5% na oferta interna de energia em relação a 2008, devido a crise econômica mundial que se estabeleceu no final de 2008 e que ainda repercute até os dias atuais (EPE, 2011a).

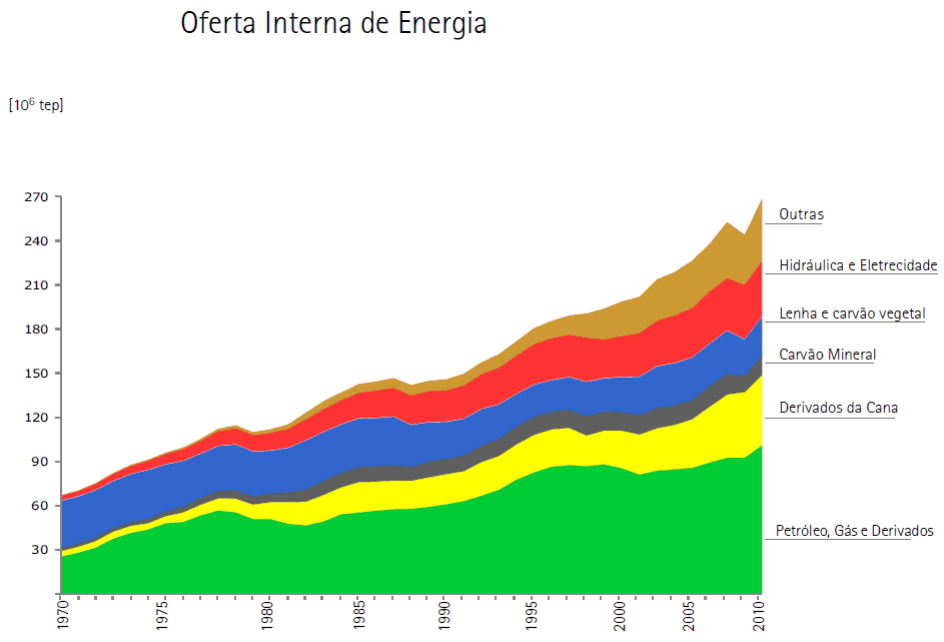


Figura IV.2: Oferta Interna de Energia – Brasil (1970 a 2010)

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011 - MME

A participação das fontes de energia renováveis após o aumento entre os anos de 2008 e 2009, caiu de 47,2% em 2009 para 45,5% em 2010 (vide tabela a seguir), reflexo, em grande parte, da redução da utilização da energia hidráulica (redução de 1,2%), e da energia proveniente de derivados da cana (-0,4%).

A redução na participação da energia hidráulica na oferta interna de energia teve como contra-partida um aumento na oferta de gás natural e carvão conforme se pode observar na tabela IV.1.

A redução na oferta de energia hidráulica em 2010 deu-se, especialmente, devido ao fato de em 2010 os reservatórios das hidrelétricas brasileiras apresentaram baixos níveis, o que levou o sistema elétrico brasileiro a gerar energia por meio de usinas termelétricas. Em agosto daquele ano, por exemplo, o Brasil bateu o recorde diário de geração de energia por meio de usinas termelétricas (carvão e gás), com geração média de 6.118 MW (megawatts) (Medina, 2010).

Já a redução na participação da energia proveniente de derivados de cana (etanol) deve-se, basicamente, a um desequilíbrio entre oferta e demanda, já que a demanda potencial de etanol cresceu muito à frente da oferta de etanol. O aumento da demanda por etanol deve-se a entrada no mercado automotivo dos veículos *flex-fuel*[20] ,que em 2010 respondiam por cerca de 3 milhões de unidades vendidas no país (Almeida e Viegas, 2011).

A oferta de etanol, por outro lado, foi brutalmente afetada pela crise econômica, que impactou os financiamentos e investimentos das empresas do setor, que focaram na fusão e aquisição externa em detrimento da expansão da capacidade produtiva da indústria, fato evidente se notarmos o aumento da participação de empresas estrangeiras no setor alcooleiro, que aumentou de 7% em 2007 para 22% em 2010 (Almeida e Viegas, 2011).

Tabela IV.1- Oferta Interna de Energia por fonte – Brasil (2001 a 2010).

[20] Veiculos Flex-fuel são veículos equipados com um motor de combustão interna a quatro tempos (Ciclo Otto) que têm a capacidade de ser reabastecido e funcionar com mais de um tipo de combustível, misturados no mesmo tanque e queimados na câmara de combustão simultaneamente.

Oferta Interna de Energia

%

FONTES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	60,7	58,8	56,3	56,2	55,5	55,0	54,3	54,1	52,8	54,5	
PETRÓLEO E DERIVADOS	45,4	43,0	40,1	39,1	38,7	37,8	37,5	36,6	37,9	37,6	
GÁS NATURAL	6,5	7,4	7,7	8,9	9,4	9,6	9,3	10,3	8,7	10,3	
CARVÃO MINERAL E COQUE	6,9	6,5	6,7	6,7	6,3	6,0	6,0	5,8	4,7	5,2	
URÂNIO (U_3O_8)	2,0	1,9	1,8	1,5	1,2	1,6	1,4	1,5	1,4	1,4	
ENERGIA RENOVÁVEL	39,3	41,2	43,7	43,8	44,5	45,0	45,7	45,9	47,2	45,5	
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE [1]	13,6	14,0	14,6	14,4	14,8	14,8	14,9	14,0	15,2	14,0	
LENHA E CARVÃO VEGETAL	11,6	11,9	12,9	13,2	13,0	12,6	12,0	11,6	10,1	9,7	
DERIVADOS DA CANA	11,8	12,8	13,4	13,5	13,8	14,6	15,9	17,0	18,2	17,8	
OUTRAS RENOVÁVEIS	2,4	2,5	2,8	2,7	2,9	3,0	2,9	3,4	3,8	4,0	
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	*TOTAL*

[1] kWh = 860 kcal (equivalente térmico teórico - primeiro princípio da termodinâmica).

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011 - MME

4.1.3 Consumo de Energia:

Segundo dados do Ministério das Minas e Energia (MME) disponibilizado no Balanço Energético Nacional de 2011, o consumo final de energia no Brasil atingiu um total de 240,95 milhões de tep em 2010, aproximadamente 8% superior ao valor alcançado no ano anterior. O estudo do consumo final por fontes demonstra que o aumento no consumo foi centralizado pelo petróleo e seus derivados, seguido do setor alcooleiro e do setor elétrico (vide Figura IV.3).

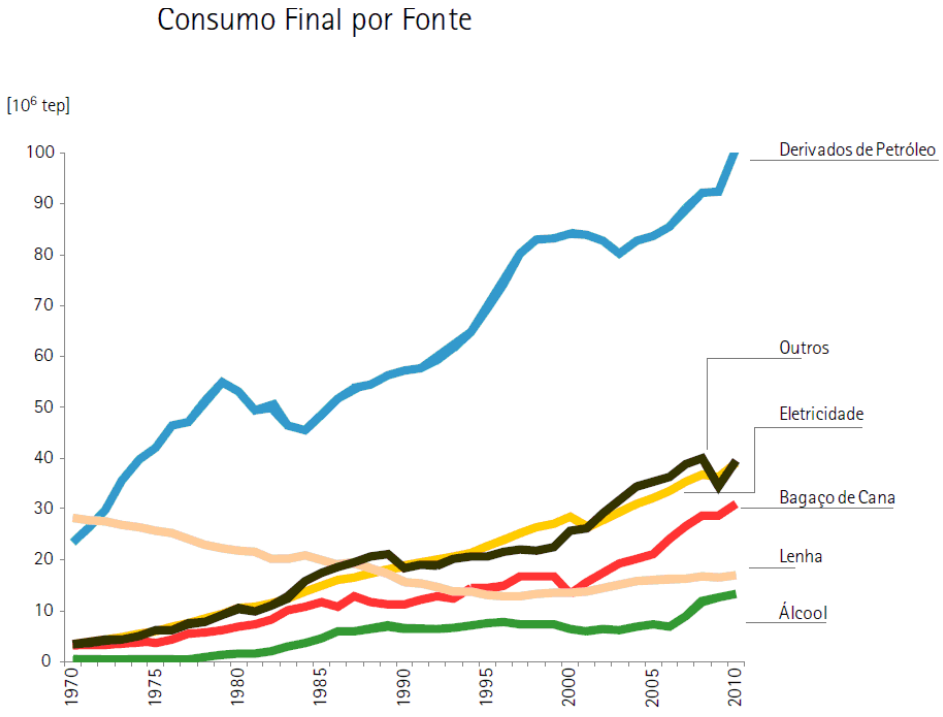


Figura IV.3: Consumo Final de Energia por Fonte- Brasil (1970-2010)

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011 - MME

4.2 Fontes de energia não- renováveis:

Segundo dados disponibilizados no Balanço Energético Nacional de 2011, há no Brasil um equilíbrio entre as fontes de energia ditas não-renováveis, que respondiam por 52,5% do total da energia primária brasileira em 2010, e das fontes renováveis, que respondiam por aproximadamente 47,5% da matriz energética brasileira no mesmo ano.

Para entender melhor este dito “equilíbrio”, assim como no estudo da matriz energética mundial, apresentado no capítulo 1, serão apresentadas a seguir as principais características do mercado de energia das seguintes fontes de energia não-renováveis, consideradas de maior relevância no mercado energético brasileiro:

- Petróleo;

- Gás Natural;

Não serão estudadas as fontes de energia carvão e energia nuclear, como foi feito no capitulo referente à matriz energética mundial, já que a energia nuclear representava em 2010 aproximadamente 0,7% da produção de energia primária no Brasil e o carvão em torno de 0,9%, o que representa uma pequena participação frente às demais fontes de energia não-renováveis, como, por exemplo, o petróleo (42,0%) e gás natural (9,0%) (EPE, 2011a).

4.2.1. Petróleo:

4.2.1.a – História do Petróleo no Brasil [21]

A história do petróleo no Brasil tem inicio em 1858 na Bahia com a concessão a José de Barros Pimentel, dada pelo Marquês de Olinda, para a extração de betume.

Passam-se então aproximadamente 35 anos e em 1892 há a primeira tentativa de exploração de petróleo no Brasil, com a perfuração de um poço de 488 metros de profundidade em Bofete (SP), porém, encontra-se apenas água sulfurosa, não havendo indicativos da presença de petróleo naquele local.

A partir da década de 1930 aumenta o interesse na exploração de petróleo, em especial devido à questão da nacionalização dos recursos do subsolo nacional, o que impulsiona a criação, em 1938, do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), que autoriza a perfuração do poço DNPM-163, em Lobato, na Bahia. Naquele local é descoberta a primeira jazida de petróleo no País em 21 de janeiro de 1939.

Embora a produção de petróleo proveniente de tal descoberta ainda fosse inviável economicamente, este fato foi preponderante para o desenvolvimento da atividade petrolífera na região da Bacia do Recôncavo Baiano. Tal desenvolvimento culmina com descoberta, em 1941, da primeira acumulação de petróleo do País viável economicamente, no município de Candeias, na Bahia.

Aproximadamente uma década após a descoberta do primeiro poço comercial produtor em Candeias, é assinada a Lei No. 2004 em 3 de outubro de 1953, que define as atribuições do CNP e cria a Petrobras S/A, que naquela data possuía o

[21] Baseada na Linha do Tempo do Petróleo elaborada pelo Ministério da Minas e Energia e disponível no site: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/pre_sal/Linha_do_tempo.pdf

monopólio da exploração e refino de petróleo no Brasil. Tal monopólio é estendido à importação e exportação de petróleo e derivados, em 1963, atividade que até aquela data era aberta à iniciativa privada, nacional e estrangeira.

Com a criação da Petrobras e o estabelecimento do monopólio daquela empresa no setor de petróleo, a história da Petrobras se mistura à própria história do petróleo no Brasil.

A Petrobras então inicia a partir do final da década de sessenta a exploração de petróleo off-shore, já que os resultados exploratórios em terra não vinham se mostrando promissores.

Em 1974, é descoberto petróleo na Bacia de Campos (RJ), no Campo de Garoupa e em 1977 começa a produção com a entrada em operação do Campo de Enchova, com a utilização do Sistema de Produção Antecipada, em 127 metros de lâmina d'água, o que era considerado na época uma grande profundidade.

Com o segundo choque do petróleo em 1979 foi reafirmada a prioridade dada aos investimentos em exploração e produção em águas profundas, sobretudo na Bacia de Campos, tendo a Petrobras assumido, a partir deste momento, a liderança mundial em E&P em águas profundas, o que levou a um aumento acelerado do número de reservas e da produção de petróleo nacional, e cuja evolução pode ser notada na Figura IV.4.

Figura IV. 4: Desenvolvimento da Exploração do Petróleo de Produção *Off-shore* no Brasil
Fonte: Petrobras, 2011.

Com a globalização dos mercados, a idéia do monopólio não mais se sustentava e a indústria brasileira de petróleo teve sua reforma iniciada no conjunto da abertura da economia brasileira e da reorientação do papel econômico do Estado, em congruência à tendência internacional, observada sobretudo, a partir dos anos 90 (Stiglitz, 2001 e 2003, Yergin e Stanilaw, 2002), e no conjunto da reforma institucional dos diversos setores energéticos; e no conjunto da abertura e flexibilização de um grande número de indústrias petrolíferas nacionais ao longo da década de 1990 (Canelas, 2007).

Neste cenário, em 1997, é promulgada a Lei No. 9.478 (Lei do Petróleo), que criou o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP), permitindo a concessão de blocos para a exploração de petróleo, agora em regime de livre iniciativa. No mesmo ano, o Brasil ingressa no seleto grupo dos 16 países que produzem mais de 1 milhão de barris de óleo por dia.

Com a abertura do mercado, a Petrobras se reposiciona e em 2006 o Brasil atinge a auto-suficiência sustentável na produção de petróleo, com a entrada em operação do navio-plataforma P-50 no campo gigante de Albacora Leste, no norte da Bacia de Campos (RJ), onde a Petrobras alcança a marca de dois milhões de barris de petróleo produzidos por dia.

À partir de 2006 os esforços brasileiros na exploração offshore começaram a mostrar resultados significativos, com a descoberta de enormes reservatórios de petróleo na chamada camada do pré-sal[22] (vide figura a seguir), que é capaz de produzir óleo leve de alta qualidade, baixa acidez e baixo teor de enxofre, e tem reservas estimadas de 10,6 bilhões a 16 bilhões de barris de óleo recuperável (apenas Petrobras) (Petrobras, 2011).

[22] Conjunto de rochas sedimentares existentes ao longo da costa brasileira, localizados abaixo de uma extensa camada de sal, a uma profundidade de até 7 mil metros.

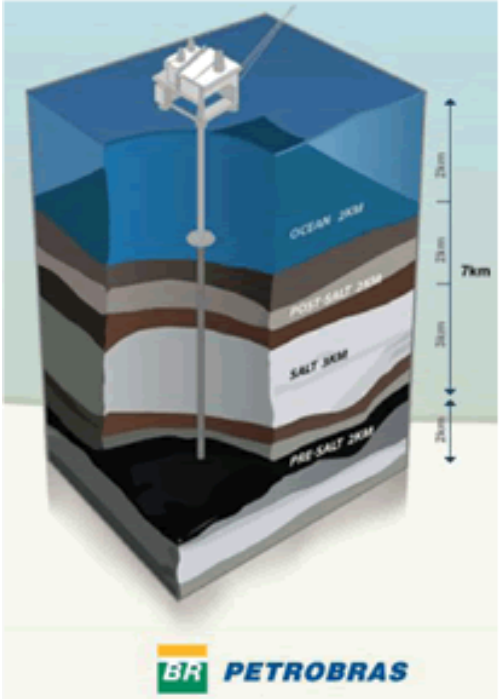


Figura IV. 5: Profundidade dos Reservatórios na Camada do Pré-Sal - Brasil

Fonte : Petrobras, 2012

Face a este novo cenário que surgiu após a descoberta de enormes reservatórios na camada do pré-sal, e com o objetivo de preservar o interesse nacional na promoção do aproveitamento racional dos recursos energéticos do País, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) determina, em 8 de novembro de 2007, que sejam excluídos da Nona Rodada de Licitações 41 blocos relacionados às possíveis acumulações em reservatórios do Pré-Sal situados nas Bacias do Espírito Santo, de Campos e de Santos. Determina também a avaliação das mudanças necessárias no marco legal que contemplem um novo paradigma de exploração e produção de petróleo e gás natural, aberto pela descoberta da nova província petrolífera (MME, 2009).

Mais recentemente, o ano de 2010 se mostrou decisivo para o setor de petróleo, com a aprovação do marco regulatório do pré-sal[23], condição básica para

[23] O marco regulatório do pré-sal engloba as seguintes leis:
a) Lei nº 12.276/2010, que autorizou a União a ceder onerosamente à Petrobras o exercício das atividades de pesquisa e lavra de petróleo e gás natural em área com até 5 bilhões de barris.
b) Lei nº 12.304/2010, que autorizou o Poder Executivo a criar a empresa estatal Pré-Sal Petróleo S.A.
c) Lei nº 12.351/2010, que dispõe sobre a exploração e produção de petróleo e de gás natural sobre o regime de partilha e cria o Fundo Social.

impulsionar a exploração e produção nos 72% de área de pré-sal não concedida e a capitalização da Petrobras, com óleo da União descoberto e devidamente certificado pela ANP, que municia a estatal brasileira para grandes investimentos (ANP, 2011a) .

No ano de 2010, após o estabelecimento do marco regulatório, houve aumento de 2,5% na produção de petróleo e 4,9% na produção de gás natural, quando a vazão diária média ficou em torno de 2,45 MMboe/d (ANP, 2011a)

No ano seguinte, 2011, a produção de petróleo e gás foi a maior da história do Brasil, até aquele momento. Durante todo o ano de 2011, foram produzidos, aproximadamente, 768 milhões de barris de petróleo e 24 bilhões de metros cúbicos de gás natural, o que representa um total de 919 milhões de barris de óleo equivalente (boe), com uma vazão diária média de 2,52 MMboe/d. (SECOM, 2011).

4.2.1.b. Petróleo no Brasil:

As reservas totais[24] de petróleo no Brasil mais do que dobraram na última década, saindo de 12,9 bilhões barris em 2001 para 28,5 bilhões de barris no final de 2010. Ao final de 2010, por exemplo, houve um acréscimo de 34,7% em reservas totais em comparação a 2009 – em parte devido à inclusão de reservas do pré-sal (ANP, 2011a).

Já as reservas provadas saíram de um patamar de 8,5 bilhões de barris de petróleo em 2001 para 14,2 milhões em 2011, um aumento de aproximadamente 67%. Se levarmos em conta o período de 2009 para 2010 somente, as reservas provadas aumentaram 10,7% e atingiram a marca de 14,2 bilhões de barris (o crescimento das reservas provadas em milhões de m3 pode ser visto no gráfico a seguir), volume que representou 50% das reservas totais (ANP, 2011a).

[24] Incluindo as reservas dos campos cujos Planos de Desenvolvimento estão em análise.

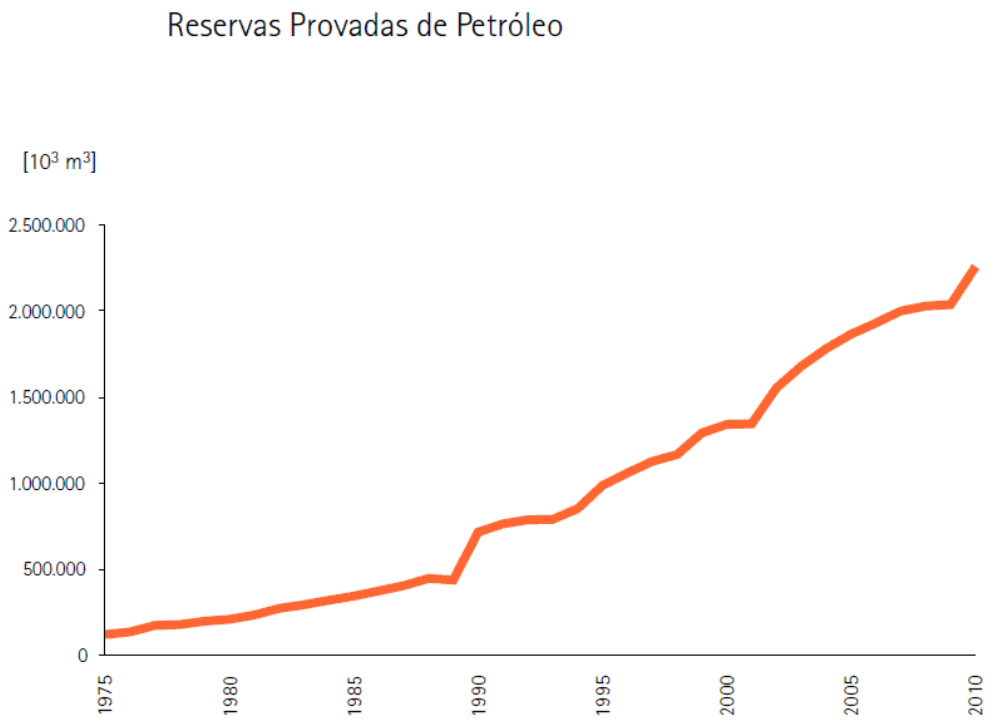


Figura IV. 6: Evolução das Reservas Provadas de Petróleo no Brasil – 1975 a 2010.

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011 - MME

Com o aumento das reservas totais e provadas de petróleo no Brasil, cresce, paralelamente, a produção nacional de petróleo[25] (vide Figura IV.6), que em 2011 atinge 768 milhões de barris de petróleo (SECOM, 2011), o que representa um aumento de 2,5% em relação ao alcançado em 2010 (749 milhões de barris), o que elevou o Brasil à 9ª colocação no *ranking* mundial de produtores de petróleo (CIA, 2012).

[25] O que inclui óleo cru e condensado, mas exclui líquido de gás natural (LGN) e óleo de xisto

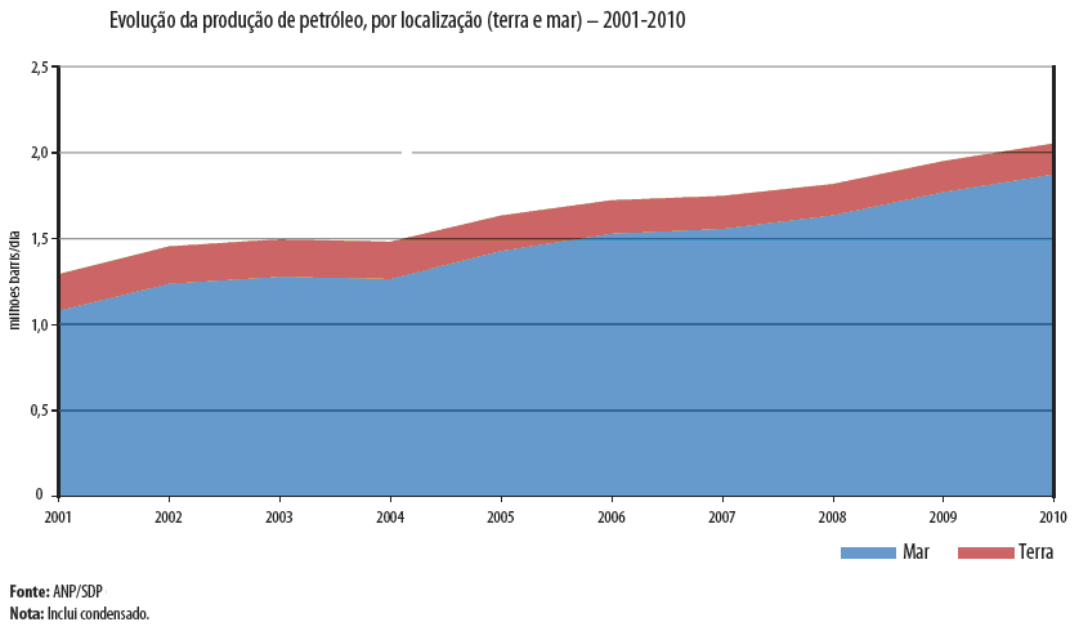


Figura IV.6: Evolução da Produção de Petróleo (terra e mar)- 2001 a2010.

Fonte: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis da ANP de 2011

Este aumento da produção de petróleo nacional foi acompanhado por um aumento no consumo total de petróleo no Brasil, tendo o país atingido a auto-suficiência em 2006, igualando produção e consumo. Em 2010 o país atingiu o valor de 103,7 bilhões de m^3 de petróleo consumidos, valor este levemente superior ao ano de 2009 que foi de 103,5 bilhões de m^3 (vide Figura IV.7),

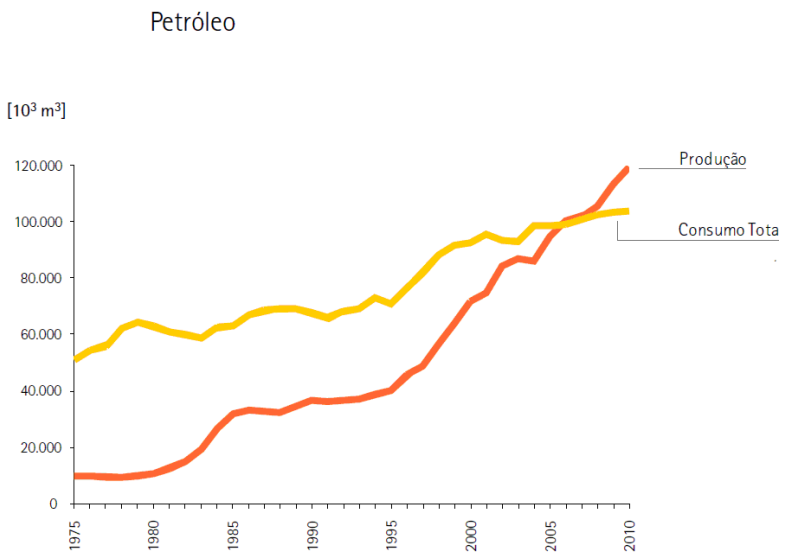


Figura IV.7: Produção e Consumo de Petróleo no Brasil – (1975 a 2010)

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2011 – Ministério das Minas e Energia

4.2.2. Gás Natural

A participação do gás natural na matriz energética brasileira assume relevância principalmente a partir da entrada em operação do gasoduto Brasil-Bolívia (GASBOL) em 1999.

No período anterior a 1999, o consumo de gás natural no Brasil era pequeno e limitado as regiões próximas aos principais campos produtores (Bacia de Campos no Rio de Janeiro e das Bacias do Recôncavo Baiano e do Sergipe-Alagoas no Nordeste), em especial devido aos problemas de logística envolvendo o transporte do gás natural nacional e sua distribuição (CNI, 2010).

Devido aos problemas de logística de distribuição do gás natural nacional, havia na época uma pressão de setores da cadeia produtiva brasileira, em especial nas regiões Sul e Sudeste, onde a disponibilidade de gás nacional é inferior ao potencial do mercado, para a importação de gás natural.

A importação de gás natural da Bolívia apresenta-se então como uma alternativa viável, não só política como economicamente para os dois países. Para a Bolívia, que havia perdido o seu principal consumidor, a Argentina, que se tornaria auto-suficiente em gás natural com a descoberta de novos reservatórios a partir do final da década de 70, o que tornava o Brasil a opção natural de mercado para a exportação do gás natural boliviano, já que a Bolívia é altamente dependente, economicamente, da exportação de gás natural (Passos,1998).

Já para o Brasil a importação de gás da Bolívia apresentou-se, na época, como a melhor alternativa entre as opções consideradas para aumentar a oferta de gás no País, considerando-se, também, aspectos de política externa do Brasil e a possibilidade de integração futura com os campos produtores de gás da Argentina e o de Camisea no Peru (Passos, 1998).

Mas não somente a importação de gás natural vem suportando este crescimento na participação do gás natural na matriz energética brasileira nos últimos 10 anos. Segundo o BEN 2011, a participação de gás natural na matriz energética brasileira no ano de 2010 chegou a 10,3%, impulsionada não somente pelo aumento do volume importado de gás natural (34,6 milhões de m^3/dia), mas também pelo aumento na produção do gás natural nacional.

Além do crescimento significativo da produção nacional de gás natural, que apresentou crescimento médio de 5,6% ao ano no período de 2001 a 2010, atingindo 22,9 bilhões m³ em 2010[26], a descoberta de novas reservas, que elevou o Brasil para a 34ª colocação na lista de detentores de reservas provadas de gás natural, que em 2010 alcançaram um total de 417 bilhões de m³ (ANP, 2011a) levaram ao crescimento da participação do gás natural na matriz energética nacional que em 2010 atingiu 10,3% (EPE, 2011a).

A Figura IV.8 ilustra o crescimento do mercado de gás natural no Brasil, devido, sobretudo, à massificação do consumo industrial, provocada pela maior oferta de gás natural no país, devido tanto a importação de gás natural quanto ao aumento da produção e das reservas nacionais.

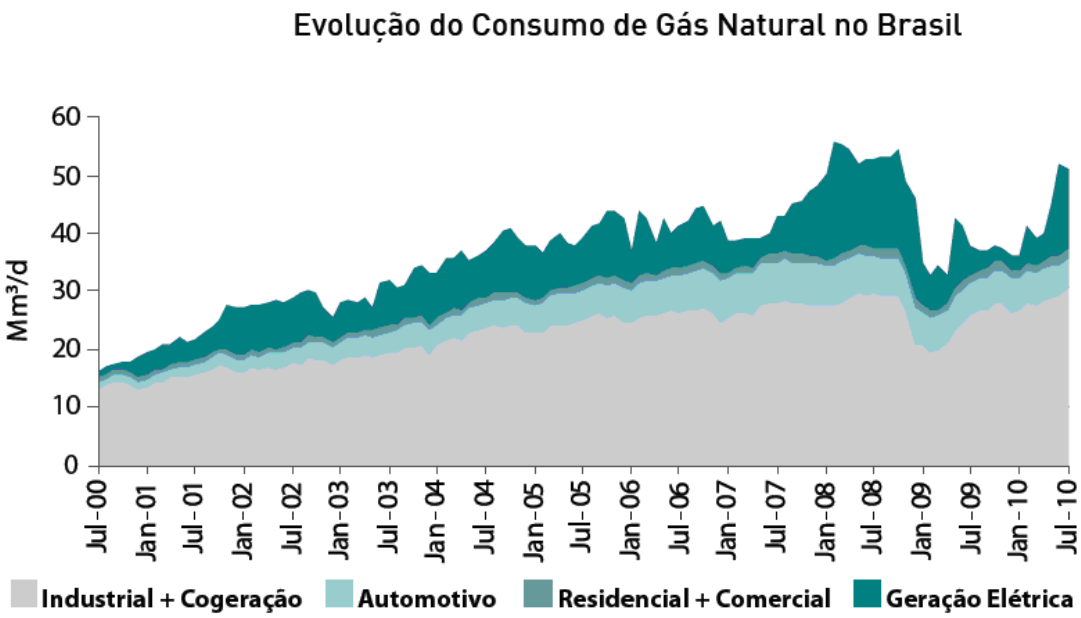


Figura IV. 8: Evolução do Consumo de Gás Natural no Brasil (2000 a 2010)
Fonte: CNI, 2010

O consumo de gás natural na última década foi crescente, apresentando um único período de redução registrado foi durante a crise econômica mundial entre 2008 e 2009. O consumo de gás natural no ano de 2010 aumentou afetado pela recuperação do mercado, aumento da geração termelétrica e a construção de 1.599 km de gasodutos.

[26] Incluiu gás re-injetado, queimado, perdido e consumido nas áreas de produção, refino, processamento e movimentação de gás natural, bem como o volume condensado na forma de LGN

O aumento do consumo de gás natural para geração de eletricidade em termelétricas deveu-se ao aumento na demanda industrial por gás natural, que aumentou 29,0% em relação ao ano anterior, além do aumento da demanda por eletricidade, que combinada as das condições hidrológicas não favoráveis em 2010, levaram a um expressivo aumento de 180% na geração térmica a gás natural (incluindo auto-produtores e usinas de serviço público).

4.3 Fontes de energia renováveis:

O Brasil, como já apresentado anteriormente, possui uma matriz energética diferenciada dos demais países no mundo. A matriz energética brasileira conta com uma grande participação das energias ditas de fonte renovável, em especial no que diz respeito a utilização deste tipo de fonte de energia na geração de energia elétrica.

Porém, mesmo com tal característica diferenciada o setor energético nacional ainda sofre pressões de ordem ambiental, e devido aos efeitos aliados ao debate sobre o aumento da segurança no fornecimento de energia e a necessidade de redução da dependência do país em relação aos combustíveis fósseis. Deste modo, o governo brasileiro vêm impulsionando o desenvolvimento das fontes ditas renováveis e promoveu o ingresso do país em uma nova etapa com a implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, que foi instituído com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN) (MME, 2012).

O Programa prevê a implantação de 144 usinas, totalizando 3.299,40 MW de capacidade instalada, sendo 1.191,24 MW provenientes de 63 PCHs (pequenas centrais hidrelétricas), 1.422,92 MW de 54 usinas eólicas, e 685,24 MW de 27 usinas a base de biomassa. Toda essa energia tem garantia de contratação por 20 anos pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. , ou Eletrobrás (MME, 2012).

Os resultados da implantação do PROINFA já começam a surgir, com a expansão média anual de 12% das fontes alternativas em termos de capacidade

instalada no país, com destaque para as usinas eólicas, a biomassa de bagaço de cana-de-açúcar e PCHs. A região Sudeste/Centro-Oeste mantém a maior participação dessas fontes até 2020, conforme estudo da EPE publicado no Plano Decenal de Energia 2020 (vide Figura IV.9).

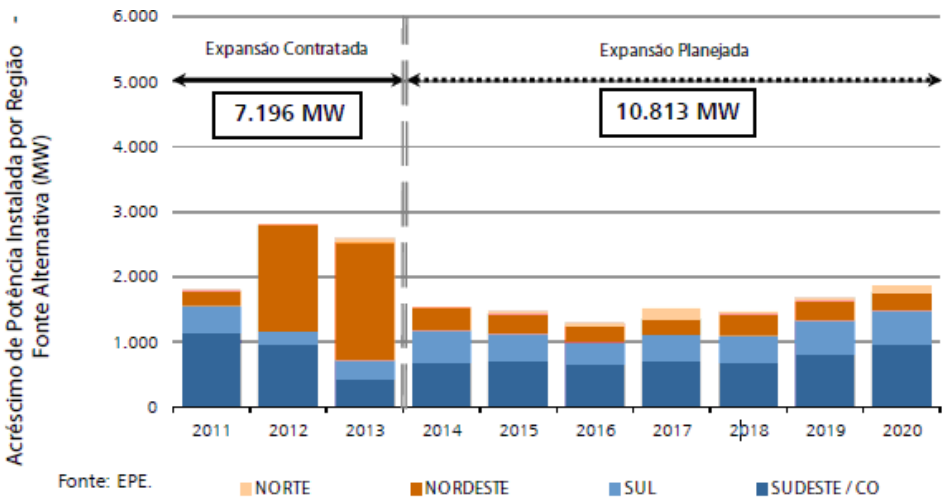
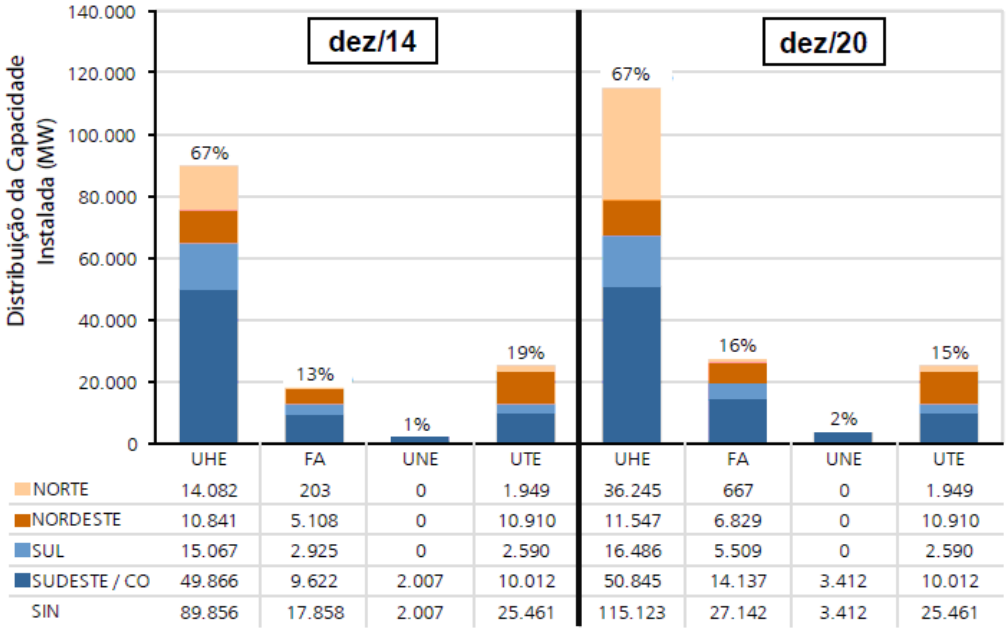


Figura IV.9: Acréscimo de capacidade instalada de fontes alternativas (MW)
Fonte: Plano Decenal de Energia 2020- EPE- MME

Segundo o PDE 2020 (Plano Decenal de Expansão de Energia 2020), além do aumento da capacidade, observa-se também a expansão das fontes alternativas – biomassa, PCHs e eólica – na participação no parque de geração do SIN (Sistema Elétrico Interligado Nacional), com previsões de aumento de 13%, em 2014, para 16%, em 2020, distribuídos basicamente entre as regiões Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Sul.

Ainda, segundo o PDE 2020, as usinas termelétricas perdem participação perante as demais fontes, caindo de 19%, em 2014, para 15% no ano de 2020, e paralelamente, as usinas hidrelétricas de grande porte mantêm a sua participação ao longo do período decenal, em relação ao montante total de oferta de geração, apesar do aumento significativo de capacidade instalada, superior a 25 GW. Já as usinas nucleares manterão sua representatividade, variando de 1% a cerca de 2% do SIN, percentual assegurado com a entrada em operação da usina de Angra 3, prevista para o ano de 2016.



Legenda: UHE-usinas hidrelétricas; FA-fontes alternativas; UNE-usinas nucleares; UTE-usinas termelétricas.

Figura IV.10: Participação das fontes de produção no Brasil ao final de 2014 e de 2020.
Fonte: Plano Decenal de Energia 2020- EPE- MME

A seguir será discutida, em detalhes, a situação atual de cada uma das fontes alternativas objeto deste estudo junto ao mercado energético brasileiro.

4.3.1. Energia Hidráulica

Em 2010, segundo os resultados apresentados no Balanço Energético Nacional de 2011 (BEN 2011), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética, a energia hidráulica respondeu por 14,0% da oferta interna de energia no Brasil, sendo responsável por 71,7% da capacidade instalada de geração de energia elétrica no país, que corresponde a 74.279MW (vide Figura IV. 11).

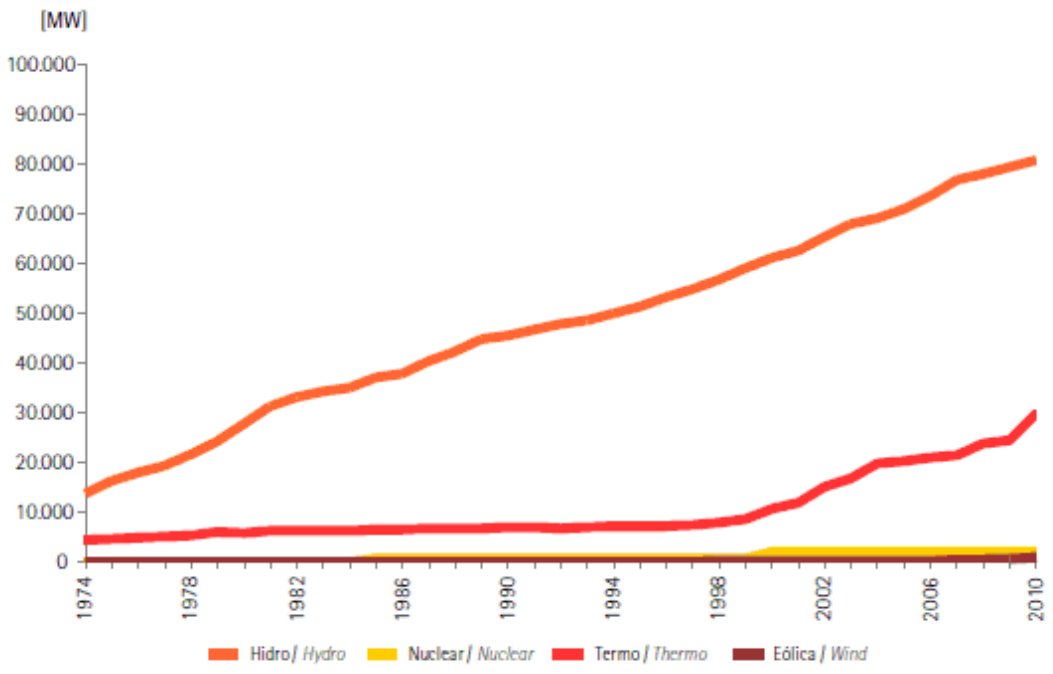


Figura IV.11: Capacidade Instalada de Geração Elétrica no Brasil (1974-2010)

Fonte: Balanço Enegético Nacional 2011- EPE - MME

Ainda, segundo o Plano 2015 da Eletrobrás, o Brasil é um dos países com maior potencial hidrelétrico no mundo: um total de 260 mil MW, segundo o Plano, porém destes, pouco mais de 30% se transformaram em capacidade instalada, o que demonstra que ainda há muito a ser feito em termos de energia hidráulica no país.

O Governo Brasileiro, ciente deste fato e diante do cenário econômico positivo, vem nos últimos anos investindo no aproveitamento deste potencial, tendo entrado em operação nos anos de 2005 a 2010 mais 35 usinas hidrelétricas (vide Tabela IV.2), que ao final de 2010 somavam 8707 MW de potência, porém, ainda pouco frente ao potencial hidroelétrico não aproveitado no país.

Tabela IV.2: Principais usinas hidrelétricas que entraram em operação no Brasil – Potência Fiscalizada (MW).

	UF	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total		*1.732,9*	*2.387,1*	*2.214,9*	*180,0*	*602,2*	*1.590,3*
Pedra do Cavalo	BA	80,0					
Tucuruí	PA	750,0	375,0	1.125,0			
Ponte de Pedra	MT	176,1					
Aimorés	MG	330,0					
Santa Clara	PR	120,0					
Barra Grande	SC/RS	232,8	465,5				
Ourinhos	PR/SP	44,0					
Capim Branco I	MG		240,0				
Corumbá IV	GO		127,0				
Peixe Angical	TO		498,8				
Fundão	PR		120,2				
Coaracy Nunes (repontenciação)	AP		4,0				
Picada	MG		50,0				
Irapé	MG		360,0				
Espora	GO		32,1				
Mascarenhas	MG/ES		49,5				
Monte Claro	RS		65,0				
Campos Novos	SC			879,9			
Capim Branco II	MG			210,0			
Castro Alves	RS				130,0		
14 de Julho	RS				50,0	50,0	
São Salvador	TO					243,2	
Monjolinho	RS					74,0	
Baguari	MG					70,0	70,0
Corumbá III	GO					47,8	47,8
							continua
Salto Pilão	SC					91,2	91,2
Barra do Braúna	MG					26,0	13,0
Retiro Baixo	MG						82,0
Salto	GO						116,0
Serra do Facão	GO						212,6
Salto do Rio Verdinho	GO						93,0
Caçu	GO						65,0
Barra dos Coqueiros	GO						90,0
Foz do Rio Claro	GO						68,4
Foz do Chapecó	RS/SC						641,3
Total Geral							8.707,4

Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2011 | Geração Elétrica e Emissões - EPE

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2011 / Geração de Energia Elétrica e Emissões EPE

Sabe-se, por exemplo, que mais de 70% deste potencial estão nas bacias do Amazonas e do Tocantins/Araguaia, conforme mostra a Figura IV.12 a seguir.

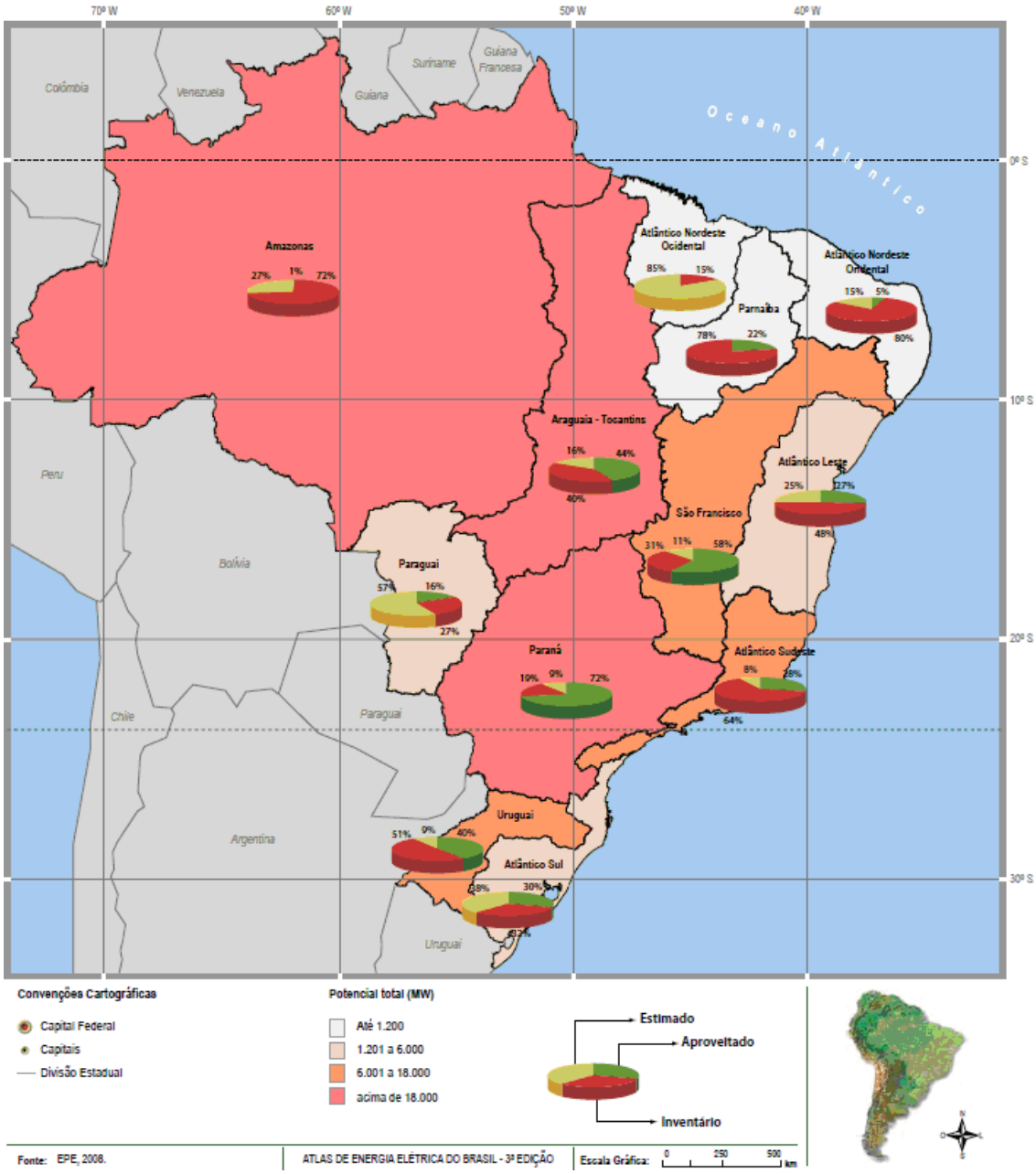


Figura IV.12: Potencial Hidrelétrico por Bacia Hidrográfica – 2008
Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil - 2008

Esta concentração do potencial hidrelétrico nas duas regiões acima citadas não está baseada somente na topografia do país, mas também no histórico do desenvolvimento do parque hidrelétrico nacional. A primeira hidrelétrica brasileira de maior porte, por exemplo, foi construída no Nordeste (Paulo Afonso I, com potência de 180 MW), pela Companhia Hidrelétrica do S. Francisco (Chesf, estatal constituída

em 1948) e as seguintes, até a década de 90 concentraram-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (com o aproveitamento integral do rio São Francisco).

Á partir dos anos 90 a região Norte começou a ser explorada com maior intensidade, com a construção da Usina Serra da Mesa (GO), no rio Tocantins, conforme pode-se observar no mapa a seguir que descreve o parque gerador hidroelétrico nacional (usinas em operação e ainda a operar).

Fonte: EPE, 2010; ANEEL, 2010; IBGE, 2003; MMA, 2006.

Figura IV.13: Parque Gerador Hidroelétrico – Usinas existentes e planejadas- Brasil

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2020. EPE-MME

Ainda pela observação do mapa anterior, é possível notar que os potenciais da região Sul, Sudeste e Nordeste já estão quase que integralmente explorados, o que faz com que a concentração de novas usinas hidroelétricas ocorra na região de maior potencial e ainda pouco explorada, a região Norte do país.

Espera-se, a partir de 2012 a entrada em operação de grandes empreendimentos no Norte do país, em especial a usina hidrelétrica de Belo Monte, cuja motorização deve levar 3 anos com a entrada em operação de 6 máquinas de 611,1 MW por ano.

Num horizonte mais distante, segundo as estimativas apresentadas no Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, a capacidade de geração hidráulica aumentará de 83 GW para 115 GW, aproximadamente, de 2011 até 2020, sendo a maior parte da demanda entre os anos de 2015 e 2020 atendida por usinas que já dispõem de contratos de concessão (vide Tabela IV.3) em função das características de alguns projetos com motorização plurianual.

Tabela IV.3 : Projetos de hidreletricas já concedidos a serem viabilizados de 2018 a 2020 no Brasil

Entrada em Operação		Projeto	Rio	Potência[a] (MW)	Região
Ano	Mês				
2018	ago	UHE São João	Chopim	60	Sul
	ago	UHE Cachoeirinha	Chopim	45	Sul
	out	UHE Couto Magalhães	Araguaia	150	Sudeste/Centro-Oeste
2019	-	-	-	-	-
2020	jan	UHE Pai Querê	Pelotas	292	Sul
	mar	UHE Baú I	Doce	110	Sudeste/Centro-Oeste
	dez	UHE Tijuco Alto	Ribeira do Iguape	129	Sul
TOTAL				**786**	

(a) Potência total do empreendimento.
Fonte: EPE.

Fonte:

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2020- EPE - MME

Além dos projetos já concedidos, ainda existem, no horizonte até 2020, os chamados novos projetos, ainda não concedidos, mas já previstos, que somados representariam 18.185 MW de potência (Plano Decenal de Expansão de Energia - 2020)

Embora os planos de expansão da geração hidráulica no país pareçam promissores, estes ainda enfrentam entraves, em sua maior parte de natureza ambiental e judicial.

Ainda é importante destacar que no final de 2007 e início de 2008 uma polêmica ocorreu entre os formadores de opinião, quando opositores da expansão argumentam que a construção de novas usinas hidroelétricas, principalmente na região da Amazônia, provocariam impacto na vida da população, na flora e fauna locais, por interferirem no traçado natural e no volume de água dos rios.

Discutiu-se também naquela época, mais especificamente no segundo semestre de 2008, a questão referente ao uso das terras indígenas para os aproveitamentos energéticos.

4.3.2 Energia Eólica

A implantação da energia eólica no Brasil é recente, com dados disponíveis somente a partir do ano de 2001, em que a geração de energia eólica era de 53 GWh. Atualmente, segundo dados de 2010 disponibilizados pelo BEN 2011, o parque eólico nacional é responsável pela geração de 2177GWh, o que representa um aumento em relação ao ano anterior de 75,8%, quando se alcançou 1.238 GWh (vide Tabela IV.4).

Tabela IV.4: Geração e Consumo de energia produzida pelo Parque Eólico Brasileiro (2001 a 2010).

GWh

FLUXO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GERAÇÃO TOTAL[1]	53	56	63	74	74	342	668	1.183	1.238	2.177
CONSUMO TOTAL	53	56	63	74	74	342	668	1183	1.238	2177

[1] Para estimar dados não informados, foi considerado o fator de capacidade médio do parque eólico nacional de 32,0% /

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011- EPE-MME

Ainda segundo o BEN 2011, o valor atingido em 2010 em relação à potência instalada para geração eólica no país aumentou 54,1%. Segundo o Banco de Informações da Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o parque eólico nacional cresceu 326 MW, alcançando 928 MW ao final de 2010, em decorrência da inauguração de catorze parques eólicos.

Com os crescentes investimentos industriais em curso espera-se um aumento substancial da respectiva capacidade instalada de energia eólica, sendo objetivo do setor a implantação de uma base industrial capaz de produzir e instalar entre 2,0 GW e 2,5 GW por ano. (Análise regulatória do setor eólico).

O setor encontra-se aquecido, principalmente devido a atuação do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) que apóia projetos que

visem à diversificação da matriz energética nacional e que contribuam para a sua sustentabilidade por meio da linha denominada “Energias Alternativas[27].

Em outubro de 2011, por exemplo, o BNDES aprovou o financiamento de R$ 297,4 milhões para instalação de cinco parques eólicos no interior da Bahia.
Ao todo, o banco já aprovou projetos para 70 parques eólicos no país, no valor de R$ 4,5 bilhões e capacidade instalada de 1.500 MW.

As novas unidades fazem parte do complexo de 14 centrais eólicas vencedoras do 2º Leilão de Energia de Reserva, realizado em 2009, e são controladas pela Renova Energia S/A. Nove já haviam obtido financiamento do BNDES no ano passado.

As novas usinas, instaladas nos municípios de Igaporã e Guanambi, terão potência total de 98,8 MW. O aporte do BNDES responderá por 70% do valor total do projeto, de R$ 423,3 milhões (Revista Exame, 2012)

Ainda, em dezembro de 2011, o Jornal Estado de Minas publicou uma matéria revelando que o BNDES havia aprovado um crédito de R$ 1,8 bilhão para a instalação de 26 parques eólicos no Rio Grande do Norte, sendo os recursos aplicados em quatro projetos distintos, que somarão 628,8 MW em potência instalada.

Com a aprovação desse pacote de financiamentos para energia eólica, o BNDES fechará o ano com um salto de 275% nas aprovações de sua carteira para o setor, somando R$ 3,3 bilhões este ano. Em 2010, esse montante foi de R$ 1,2 bilhão (Revista Exame, 2012).

Mesmo frente a este cenário positivo, ainda existem inúmeros desafios a serem enfrentados pelo setor de energia eólica no Brasil, que precisa aumentar substancialmente o ritmo de instalação com relação ao mantido no passado, a fim de atender o programa de entregas de energia resultante dos novos mecanismos de contratação para o horizonte de 2013, e posteriores.

---

[27] Esta linha de financiamento apóia projetos de bioeletricidade, biodiesel, bioetanol, energia eólica, energia solar, pequenas centrais hidrelétricas e outras energias alternativas, no valor mínimo de R$10milhões, para sociedades com sede e administração no País, de controle nacional ou estrangeiro, e pessoas jurídicas de direito público.

4.3.3. Energia Solar

Em 2000 foi publicado o Atlas Solarimétrico do Brasil, que apresenta uma estimativa da radiação solar incidente no país, resultante da interpolação e extrapolação de dados obtidos em estações solarimétricas distribuídas em vários pontos do território nacional.

Na Figura IV.14 está ilustrado o índice médio anual de radiação solar no País, onde pode ser observado que os maiores índices de radiação são observados na região Nordeste, com destaque para o Vale do São Francisco.

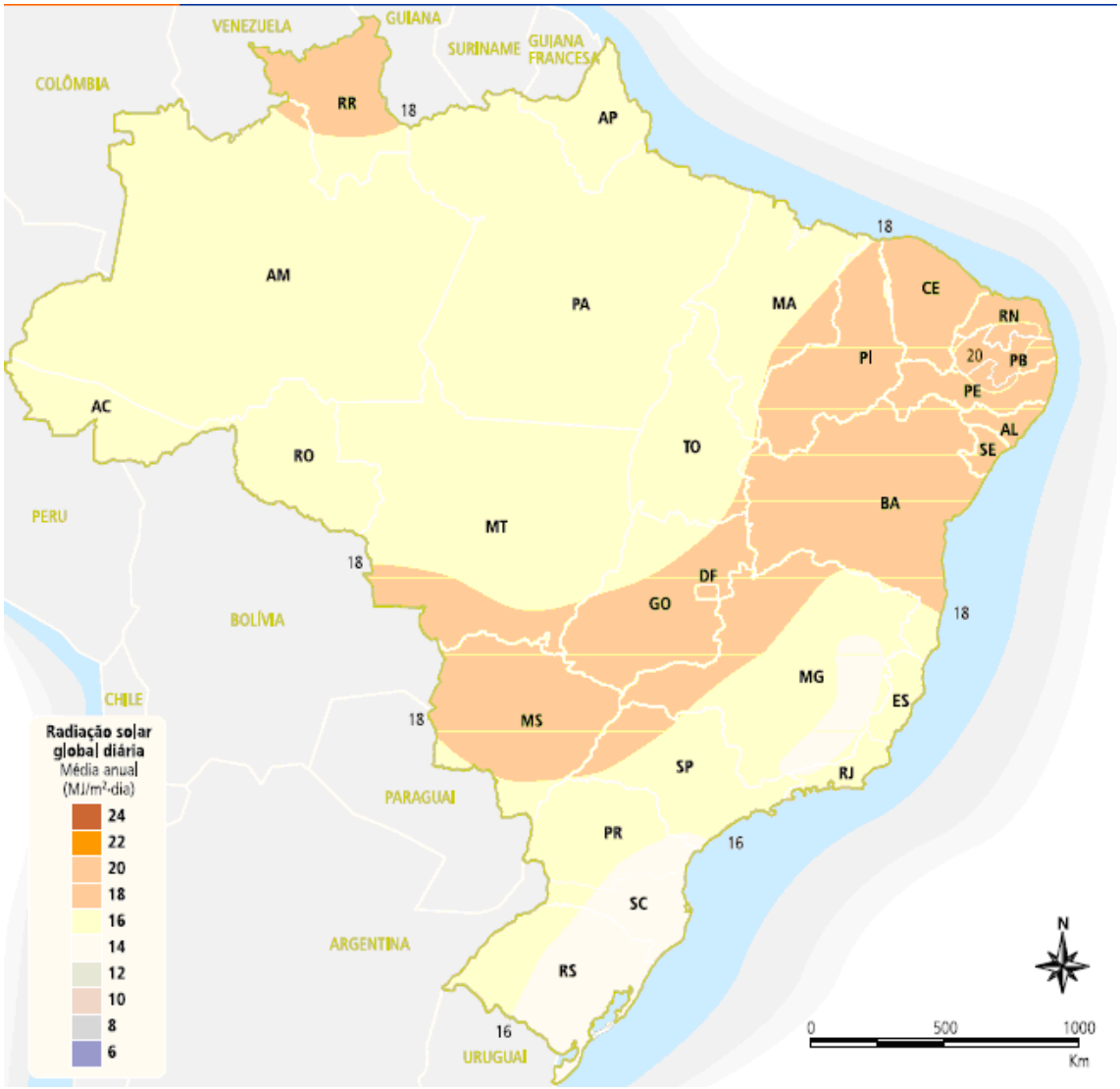


Figura IV.14: Radiação Solar global diária- média anual típica – Brasil (MJ/m2.dia)
Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil – 2000

O Brasil, conforme pode-se observar, apresenta um grande potencial de aproveitamento energético neste setor, mesmo nas regiões de menores índices de radiação, como no sul do país.

Ainda assim, o aproveitamento deste potencial ainda se mostra mínimo, já que até o presente momento existe no país somente uma única usina de energia solar comercial no Brasil, que possui 1 MW (megawatt) de capacidade e está localizada na cidade de Tauá, no interior do Ceará, sendo operada pela empresa MPX, do empresário Eike Batista.

Segundo informações publicadas no site do Jornal do Brasil em 14/03/2012, o Brasil, emitiria dentro de duas semanas regulamentações destinadas a promover o uso de energia gerada a partir da luz do sol.

A mesma publicação afirma que a política de dupla vertente que seria apresentada por meio de tal regulamentação oferece incentivos fiscais para o setor de energia e permitirá que consumidores e empresas vendam a eletricidade gerada por fontes renováveis para a rede elétrica, sendo tal informação disponibilizada por Ivan Marques de Toledo Camargo, diretor de regulamentação dos serviços de distribuição da ANEEL[28].

Ainda, o mesmo artigo afirma que sob os novos regulamentos, as concessionárias serão elegíveis para um desconto de 80% em impostos pagos por distribuidoras de eletricidade gerada por grandes projetos de energia solar. Além disso, a regulamentação para os medidores de energia permitirá que proprietários de casas e empresas alimentem os sistemas geradores de eletricidade como painéis solares na rede elétrica, sendo o volume que estes sistemas produzem descontados da energia consumida pelos proprietários, que receberão na fatura somente esta diferença.

Quanto aos projetos no setor, foi publicada em agosto de 2011 pela ANEEL, a Chamada de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Estratégico 013/2011 - “Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”, que recebeu 18 propostas.

Segundo informações disponibilizadas no site da ANEEL, os projetos, que totalizam um investimento previsto de R$ 395, 9 milhões em um prazo de três anos, foram avaliados em novembro do ano anterior por áreas técnicas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além do Ministério de Minas e Energia (MME) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Das 18 propostas avaliadas, uma

[28] Agência Nacional de Energia Elétrica

recebeu parecer desfavorável e não deve ser realizada, oito serão revisadas e reavaliadas e nove tiveram parecer favorável e estão em vias de contratação para início da execução Apesar de a forma de comercialização e conexão à rede de distribuição ainda dependerem de regulamentação da ANEEL, a Chamada pretende alavancar estudos e pesquisas para comprovar a viabilidade desse tipo de fonte (solar) no Brasil, que ainda não é competitiva.

Ainda, segundo informações disponíveis no mesmo site, a obrigatoriedade na aplicação dos recursos em P&D está prevista em lei e nos contratos de concessão para o setor de energia solar, cabendo à Agência regulamentar o investimento no programa, acompanhar a execução dos projetos e avaliar seus resultados.

Em abril de 2012 a ANEEL aprovou um projeto da Petrobras de uma usina de energia solar de 1,1MW a ser instalado em Alto do Rodrigues (RN).

O projeto começará a ser desenvolvido este ano, 2012, e contribuirá para aperfeiçoamento dos dados públicos sobre geração de energia solar (fotovoltaica), para a expansão da rede de laboratórios de ensaios e certificação de equipamentos, e para a formação de profissionais de nível técnico e superior dedicados a essa área. O custo total é estimado em R$ 20,9 milhões, e a previsão para início da operação é o segundo semestre de 2014 (InfoExame, 2012).

4.3.4 Energia Geotérmica

A utilização de energia geotérmica até o presente momento está concentrada em áreas onde as condições geológicas permitem a circulação de fluidos à alta temperatura, capazes de trocar calor da Terra para a superfície por meio de poços, sem a necessidade de utilização de meios artificiais de elevação. O fluido em fontes hidrotérmicas pode ser vapor, com temperaturas de 100 a 300°C.

Campos geotérmicos de alta temperatura estão, geralmente, próximos aos limites de placas tectônicas, e usualmente são associadas a vulcões e atividades sísmicas, já que nestes casos a crosta terrestre encontra-se fraturada, o que permite a permeação dos fluidos, resultando em fontes quentes de fácil acesso. (AIE, 2011a).

O Brasil, por não estar localizado em regiões com as características acima descritas, possui muito poucos reservatórios hidrotérmicos favoráveis à exploração, tal como mostra o mapa a seguir.

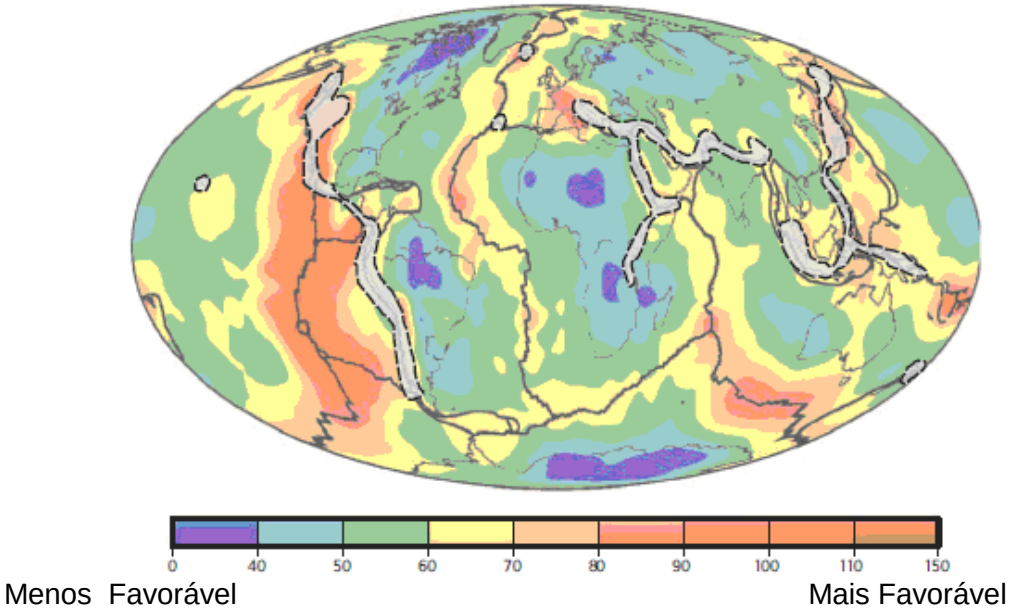


Figura IV.15: Mapa mundial de reservatórios hidrotérmicos convectivos
Fonte: Technology Roadmap - Geothermal Heat and Power - IEA 2011

Ao contrário, no caso do território brasileiro (continente), o que predomina são fontes geotérmicas de baixa temperatura (menor do que 90°C) (vide Figura IV.16), localizadas principalmente na parte central do país (Góias e Mato Grosso) e no sul (Santa Catarina), estando as fontes geotérmicas de maior temperatura localizadas na costa brasileira, mais especificamente nas ilhas do Atlântico de Fernando de Noronha e Trindade (Hamza, Gomes e Ferreira, 2005).

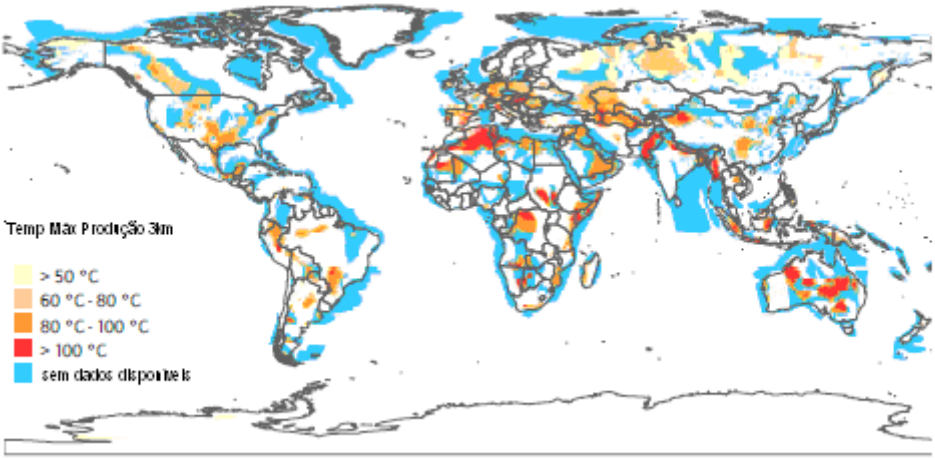


Figura IV.16: Mapa Mundial de Aqüíferos de alta profundidade
Fonte: Hamza, Gomes e Ferreira, 2005

Segundo o Status Report on Geothermal Energy Developments in Brazil, apresentado no World Geothermal Congress 2005 realizado em Antalya, Turquia, de 24 a 29 de abril de 2005, apenas uma pequena parte das fontes geotérmicas disponíveis, estimadas em $5.2x10^{22}$ J, estava sendo explorada até aquela data.

Não foram localizados dados mais recentes em referência a esta fonte de energia acredita-se que devido a pouca possibilidade de sua utilização em larga escala no Brasil, o que acabaria por encarecer e inviabilizar novos projetos.

4.3.5 Biomassa

4.3.5.1 Biodiesel

O Brasil é hoje o segundo maior produtor de biodiesel do mundo, ficando atrás somente da Alemanha, tendo a produção brasileira alcançado os 2,4 milhões de m³ em 2010, que comparados aos 1,6 milhões de m³ do ano anterior, representam um aumento de 49,1% no biodiesel disponibilizado no mercado interno (EPE, 2011a).

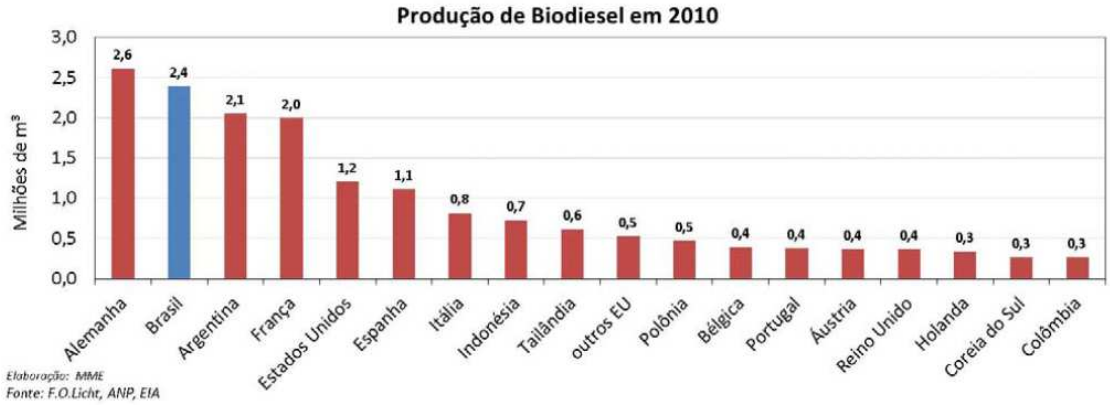


Figura IV.17: Produção de Biodiesel – por país (em milhões de m^3).

Fonte: EPE, 2011b.

Além de figurar entre os maiores produtores mundiais de biodiesel, o Brasil, em 2011, se tornou o principal mercado consumidor de biodiesel no mundo, devido ao crescimento da nossa demanda interna e a uma pequena redução do consumo de biodiesel na Alemanha.

Esta posição de destaque do Brasil foi alcançada num curto período de tempo, já que a produção de biodiesel no país começou a ser fomentada efetivamente a partir do ano de 2005, com a introdução da Lei 11.097/05 que define

o biodiesel como combustível participante da matriz energética brasileira, e ainda estabelece prazos mínimos para o cumprimento de adição de percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel mineral (vide Figura IV.18).

Figura IV.18: Evolução da Adição Percentual de Biodiesel ao Diesel no Brasil

Fonte: Ministério das Minas e Energia (MME) e ANP

As metas estabelecidas na Lei 11.097/05, porém, foram alteradas, tendo 2008, por exemplo, sido estabelecida a obrigatoriedade da adição de 3% de biodiesel ao diesel mineral (Resolução no 2 de 13 de março de 2008 ANP e Resolução no 7 de 19 de março de 2008) a partir de 01 de julho de 2008. Ainda, a Resolução nº 06 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), de 2009, veio antecipar a como 5% o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final (B5) a partir de 2010.

A influência da regulamentação do setor no aumento da produção de biodiesel no país fica clara se observarmos a Figura IV.19.

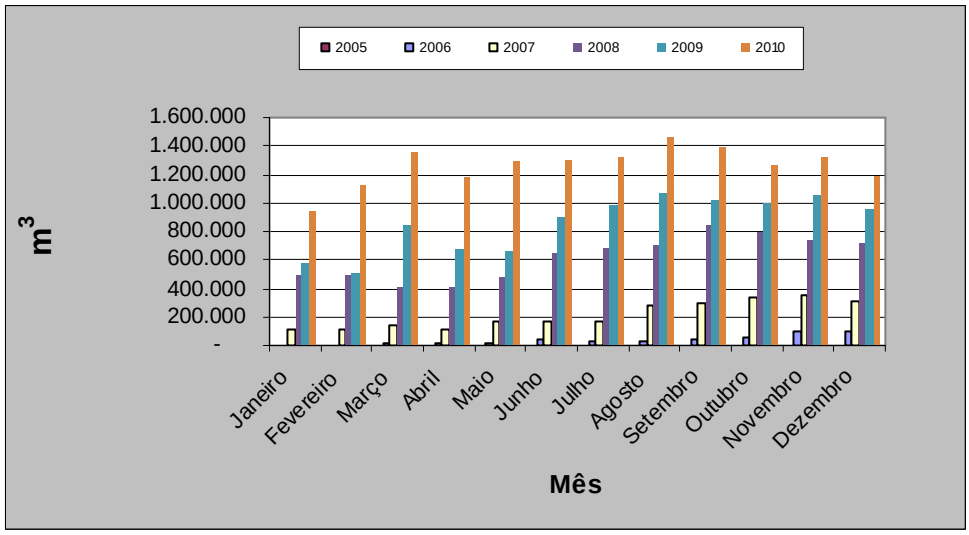


Figura IV.19: Produção brasileira mensal de biodiesel
Fonte: ANP, 2011a

Para a efetiva comercialização do biodiesel no mercado brasileiro, também em 2005 iniciam-se os primeiros leilões de biodiesel pela ANP.

Em fevereiro de 2012 (27,28 e 28/02/2012) realizou-se o Vigésimo Quinto Leilão de Biodiesel da ANP, já na modalidade pregão eletrônico, onde foram ofertados 700 milhões de litros do produto, divididos em dez lotes por região do País.

Do volume total ofertado, 560 milhões de litros de biodiesel são de produtores detentores do Registro Especial da Secretaria da Receita Federal e do Selo Combustível Social, programa do governo federal que concede incentivos aos produtores que adquirem de agricultores familiares percentuais mínimos de matérias primas (Portal do Brasil, 2012).

4.3.5.2. Etanol:

A introdução do etanol na matriz energética brasileira foi marcada pelo Decreto Lei 76.593 de 14/11/1975, com a criação do Proálcool, uma iniciativa governamental surgida devido aos sucessivos aumentos do preço do petróleo no mercado mundial, reflexo da instabilidade política da época.

A idéia original do governo em relação ao Proálcool era garantir o suprimento de etanol de modo a assegurar a substituição da gasolina, além de apoiar o desenvolvimento tecnológico da indústria sucroalcooleira.

O programa começa a sofrer impacto ao final da década de 80, com a queda dos preços do petróleo, e ao fim da década de 90, este impacto é claro, já que apenas cerca de 1% dos carros vendidos tinham motores a etanol, muito pouco se comparado aos 90% entre 1983 e 1989.

A produção de etanol no país sofre novo impulso quando a mistura de percentuais de até 25% passa a ser obrigatória no país, e a indústria automotiva brasileira passa a fabricar os carros bicombustíveis – os modelos flex - que garantem o escoamento da produção de etanol e ampliam a liberdade de escolha dos consumidores.

Atualmente, os automóveis que circulam no País usam dois tipos de etanol combustível: o hidratado, consumido em motores desenvolvidos para este fim, e o anidro, que é misturado à gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis. Desde julho de 2007, a partir da publicação da Portaria nº 143 da ANP, toda gasolina vendida no Brasil contém 25% de etanol combustível anidro (ANP, 2007).

A produção brasileira total de etanol na última década vinha num ritmo crescente até o ano de 2008. Impactada pela crise econômica mundial houve uma leve redução na produção nacional de etanol no ano de 2009, seguida de uma recuperação modesta no ano de 2010, acréscimo de 7,1% em relação ao ano anterior (vide tabela IV.5), tendo a produção atingido o montante de 27.962.558 m³ de etanol produzido em 2010. Cerca de 71% deste total referem-se ao álcool hidratado: 19.926.019 m³, o que representou um aumento de 4,4% na produção deste combustível em relação a 2009 (EPE, 2011a)

Já quanto à produção de álcool anidro, que é misturado à gasolina A para formar a gasolina C, registrou-se acréscimo de 14,6%, totalizando 8.036.539 m³(EPE, 2011a).

Tabela IV.5: Álcool Etílico Total – Brasil (2001-2010)

10^3 m³

FLUXO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PRODUÇÃO	11.466	12.587	14.470	14.648	16.040	17.764	22.557	27.140	26.103	27.963
IMPORTAÇÃO	118	2	6	6	0	0	0	0	0	76
EXPORTAÇÃO	-320	-768	-766	-2.260	-2.494	-3.460	-3.533	-5.124	-3.292	-1.900
VARIAÇÃO DE ESTOQUES, PERDAS E AJUSTES	319	694	-1.798	897	444	-870	-1.748	788	1.458	-399
CONSUMO TOTAL	11.583	12.516	11.912	13.291	13.989	13.435	17.276	22.804	24.269	25.739
CONSUMO FINAL	11.583	12.516	11.912	13.291	13.989	13.435	17.276	22.804	24.269	25.739
CONSUMO FINAL NÃO-ENERGÉTICO	1.318	922	893	1.005	695	1.140	683	1.522	1.445	2.478
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	10.265	11.594	11.019	12.286	13.294	12.295	16.593	21.283	22.823	23.260
TRANSPORTES	10.265	11.594	11.019	12.286	13.294	12.295	16.593	21.283	22.823	23.260
RODOVIÁRIO	10.265	11.594	11.019	12.286	13.294	12.295	16.593	21.283	22.823	23.260

[1] Inclui metanol. /

Fonte: Balanço Energético Nacional 2011- EPE-MME

Para que se entenda o mercado de etanol brasileiro é importante, além da discussão da produção e consumo nacionais, o estudo do comportamento dos preços praticados no país para este tipo de combustível.

O ano de 2011 foi atípico para o mercado de etanol brasileiro, conforme pode ser observado na Figura IV.20, já que houve um aumento de preços médio de etanol anidro no mês de abril de 2011 de 92,6% em relação aos preços praticados em janeiro daquele ano, tendo o preço do etanol anidro alcançado os R$2,37 por litro naquele mês. Comportamento similar foi observado nos preços praticados para o etanol hidratado, com um incremento dos preços médios do etanol hidratado de 25,1%, no período de janeiro a março de 2011, alcançando o valor máximo de R$ 1,42/litro em março de 2011.

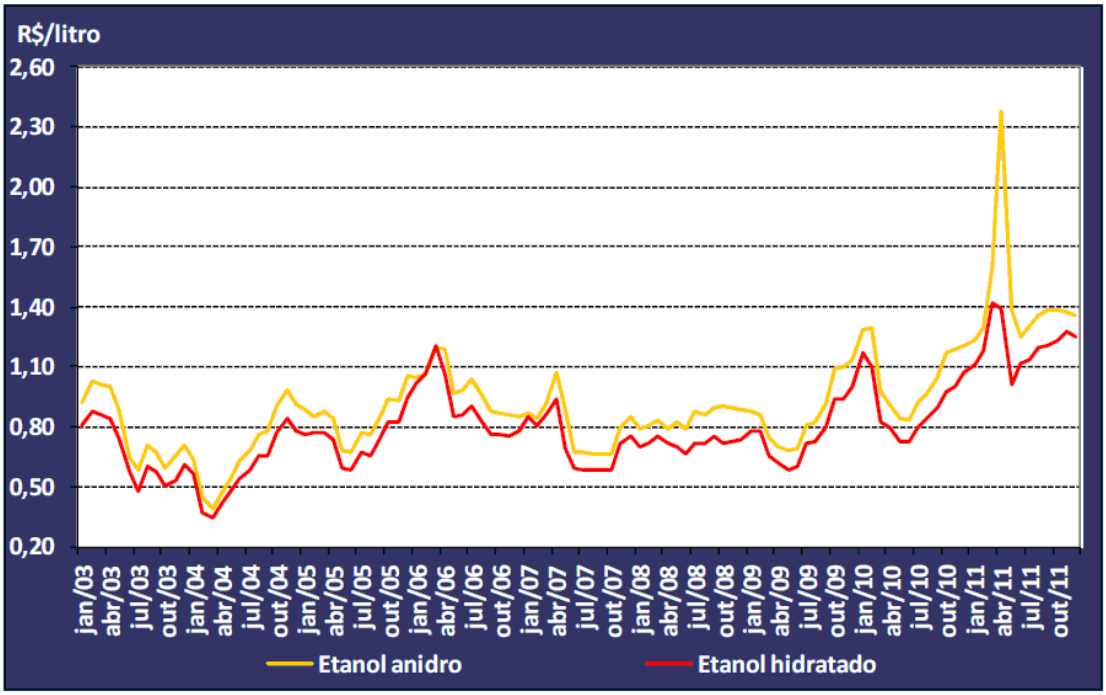
Este comportamento atípico dos preços do etanol, tanto anidro quanto hidratado, deve-se, principalmente, a escalada dos preços do açúcar no mercado internacional, que reduziu significativamente a vantagem econômica para o direcionamento da produção das usinas para o etanol hidratado.

Além disso, a cana-de-açúcar destinada a produção de etanol na safra 2010/2011 caiu em 0,36%, quando comparada à safra anterior (CONAB 2010, 2011), ao passo

que para a produção de açúcar, registrou aumento de 7,85% em relação ao mesmo período, o que reduziu a oferta de etanol combustível no mercado nacional.

Paralelo a isto, em 2011, o impacto da antecipação da safra nos preços, que nos anos anteriores já começava a ser sentido entre meados de fevereiro e março, não foi notado, já que naquele ano fortes chuvas atingiram as principais regiões produtoras de cana do Centro-Sul, o que acabou por inviabilizar a antecipação da produção e contribuiu para a ampliação do desequilíbrio entre oferta e demanda de etanol hidratado no país.

Preços médios mensais de produção do etanol hidratado combustível e do etanol anidro combustível no estado de São Paulo entre janeiro de 2003 e dezembro de 2011 (R$/litro)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEPEA/ESALQ/USP.

Figura IV.20: Preços Médios Mensais de produção do Etanol hidratado combustível e anidro – Estado de São Paulo (Jan 2003 a dez 2011)

Fonte: Boletim Anual - Preços do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis Ano 2012 - ANP

Com a visão já consolidada da matriz energética mundial e da matriz energética brasileira, e das diferenças existentes entre ambas, será discutida no capítulo a seguir toda a questão ambiental, cuja influência para a transição para uma matriz energética de base renovável é de suma importância.

Capítulo 5

5. A questão ambiental: Motivação para uma matriz Energética baseada em fontes de energia renováveis

5.1. A Questão Ambiental – Emissão de CO_2 – Mundo

O consumo de energia vem crescendo a uma taxa anual de 2%, tendo o crescimento do consumo de energia primária atingido 5,6% em 2010 (BP Statistical Review 2011). Para atender a esta crescente demanda por energia, utiliza-se principalmente combustíveis fosséis, participação como fonte para geração de energia de aproximadamente 70% (vide Capítulo 1).

Com o consumo crescente de combustíveis fosséis cresce também a emissão de CO_2 (dióxido de carbono), um dos gases do efeito estufa ("greenhouse gases") predominante, e que representa mais da metade do aumento em força radioativa de fontes antropogênicas de gases do efeito estufa (IPCC, 1996)

Portanto, o estudo das questões ambientais, em especial quanto ao aquecimento global provocado por GHG ("greenhouse gases") está intimamente ligado ao aumento das emissões de CO_2, que será discutido a seguir.

Os dados e informações aqui descritos foram retirados da publicação emitida pela AIE intitulada: "CO_2 emissions from fuel combustion- Highlights -2011".

As emissões de gases do efeito estufa, em especial o CO_2 para países desenvolvidos (países do Anexo I[29] da Convenção sobre a Mudança de Clima das

[29] Na Convenção/Quadro sobre a Mudança do Clima das Nações Unidas de 1992, os países desenvolvidos foram classificados e elencados no seu Anexo I. Tais países são: Austrália, Áustria, Bélgica, Bielorússia, Bulgária, Canadá, Croácia, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, Comunidade Econômica Européia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Látvia, Lichtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Mônaco, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, Federação Russa, República Eslovaca, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Ucrânia, Reino Unido e Estados Unidos da América

Nações Unidas) tiveram uma redução de 6,5%, colocando-as 6,4% abaixo do nível coletivo de 1990. Já as emissões de CO_2 para países em desenvolvimento (países não pertencentes ao Anexo I) cresceram 3,3% em 2009, impulsionados pela Ásia e Oriente Médio. Os países participantes do protocolo de Kyoto[30], porém, apresentaram uma média de emissões 14,7% abaixo dos níveis de 1990.

Entre 2008 e 2009, devido à recessão econômica que atingiu todo o mundo, as emissões globais de CO_2 diminuiram em 0,5 Gt, o que representou uma queda percentual de 1,5% nas emissões, excluindo as emissões LULUCF[31] (vide Figuras V.1 e V.2).

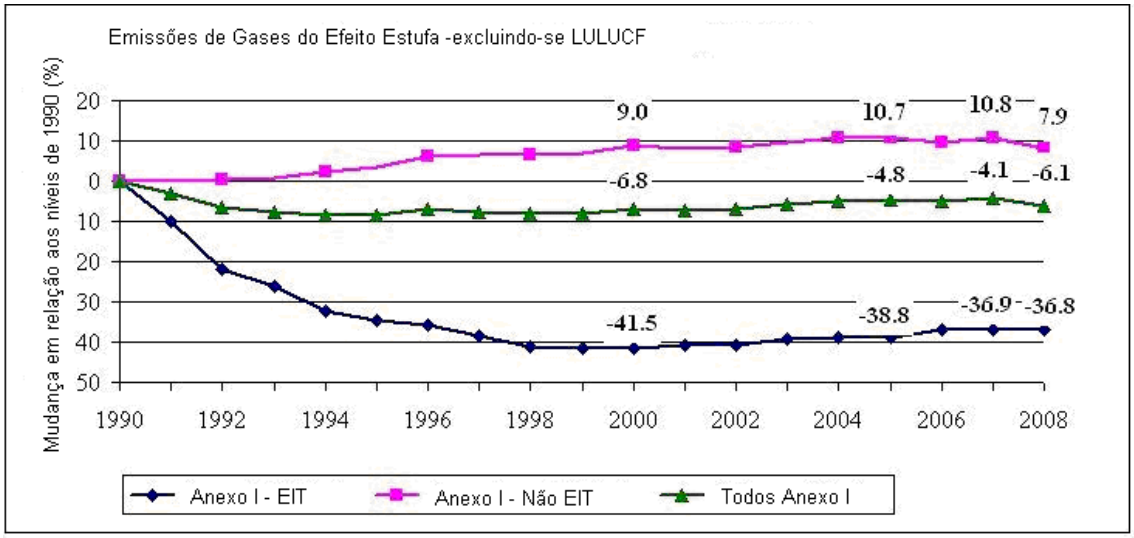


Figura V.1: Emissões de Gases do Efeito Estufa – Excluindo-se LULUCF
Fonte: Convenção/Quadro sobre a Mudança do Clima das Nações Unidas de 1992 [32]

[30] O Protocolo de KYOTO é um acordo internacional estabelecido durante Convenção –Quadro sobre a Mudança do Clima das Nações Unidas de 1992. A principal característica do Protocolo de Kyoto é que este estabelece metas compulsórias para 37 países industrializados e para a Comunidade Européia para a redução da emissão de gases do efeito estufa.

[31] Sigla em inglês para "Land Use, Land-Use Change and Forestry" que corresponde a emissões referentes ao *uso da terra* e mudança de *uso da terra* e florestas

[32] Do gráfico – EIT: sigla em inglês para "Economies in transition" (ou em português: Economias em transição).

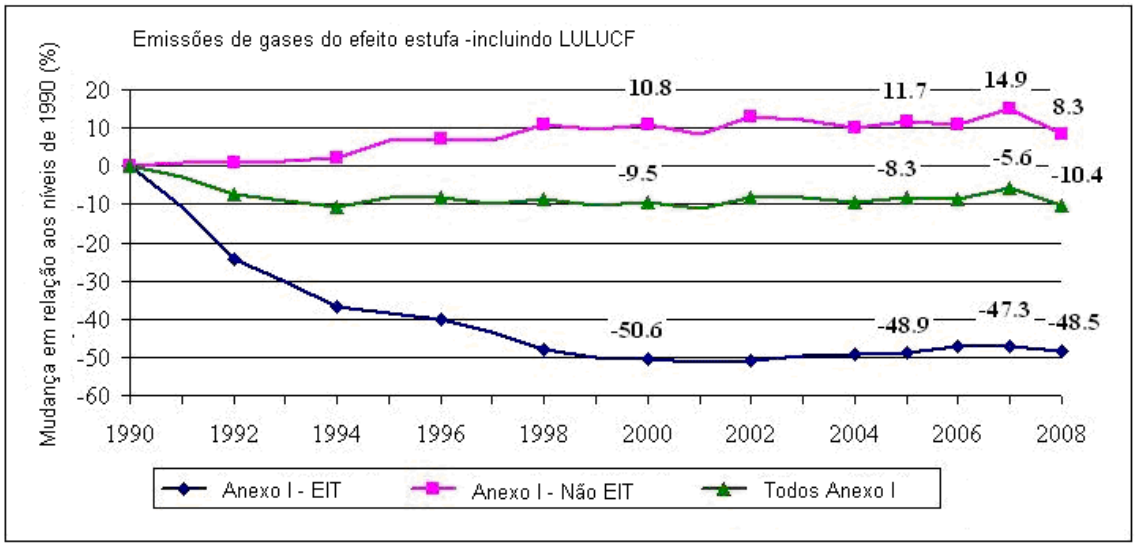


Figura V.2: Emissões de Gases do Efeito Estufa – incluindo LULUCF
Fonte: Convenção/Quadro sobre a Mudança do Clima das Nações Unidas de 1992

Embora havendo uma redução nas emissões globais de dióxido de carbono, as tendências em relação aos níveis de emissão diferem muito de acordo com as regiões do globo.

Quando observados os níveis de emissão a nível regional, vê-se um aumento significativo por parte da Ásia (+5.5%), em especial da China (+5%), e também do Oriente Médio (3.6%), conforme podemos ver na Figura V.3.

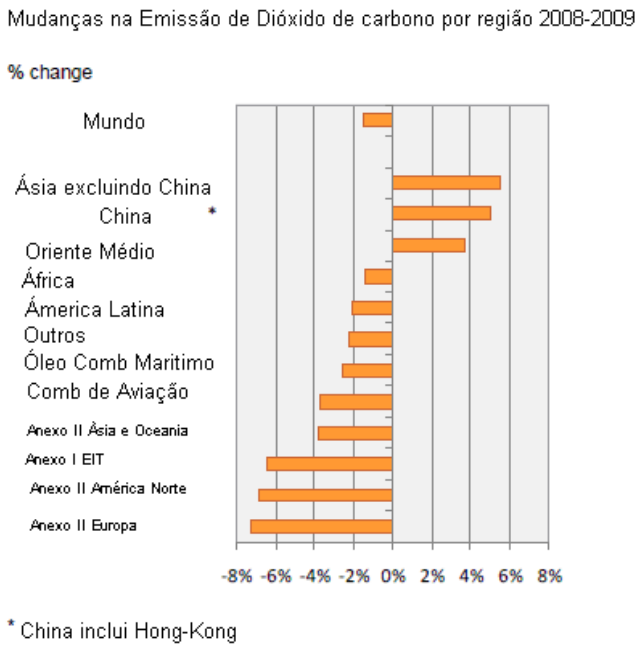


Figura V.3: Mudanças na Emissão de Dióxido de Carbono por região-Mundo (2008- 2009).

Fonte: AIE, 2011i

Além das diferenças quanto à tendência (aumento ou decréscimo) existem ainda diferenças regionais ligadas a quantidade de emissões, já que aproximadamente 2/3 das emissões globais em 2009 foram originadas de apenas 2 países, China e Estados Unidos, que juntos produziram aproximadamente 12.0 Gt de CO2.(vide Figura V.4).

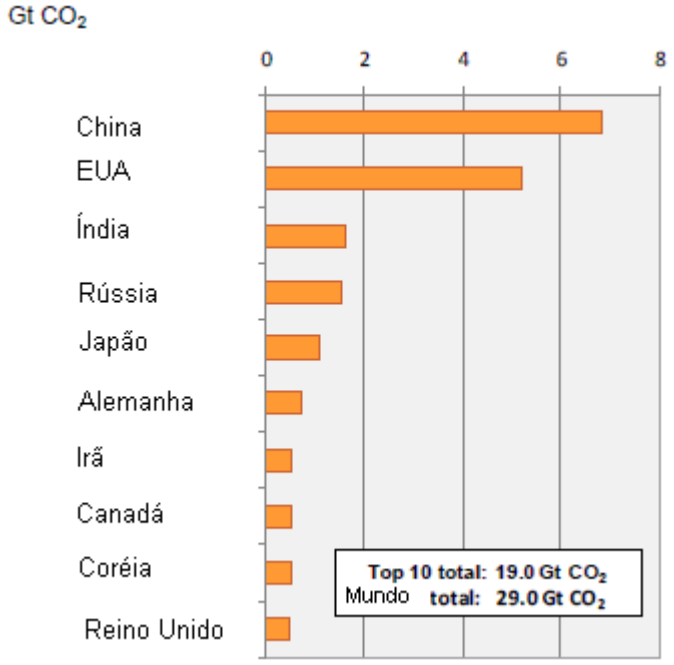


Figura V.4: Emissões de CO_2 no mundo (em Gt)

Fonte: AIE, 2011i

Ainda é importante destacar que as emissões de CO_2 ainda diferem quanto ao combustível do qual são provenientes. Em 2009, 43% das emissões de CO_2 provenientes de combustíveis foram produzidas por carvão, 37% de petróleo e 20% de gás natural (AIE, 2011i).

A maior participação do carvão na geração de emissões deve-se ao fato de o carvão estar atualmente respondendo a crescente demanda por energia de países como a China e Índia, já que estes países possuem reservas limitadas de outros combustíveis fósseis, possuindo em contra-partida grandes reservas de carvão.

A participação do petróleo nas emissões caiu em 2,2% em 2008, devido principalmente ao crescimento do uso do carvão e da penetração do gás natural como fontes de energia primária (CO_2 emissions from fuel combustion highlights - 2011).

Embora em 2009 o panorama mundial quanto às emissões de CO_2 fosse positivo, com uma redução considerável destas, com a lenta recuperação econômica iniciada em 2010, a situação começa a se complicar novamente. Em 2010, as emissões de CO_2 derivadas de energia (combustíveis fósseis) cresceu 1,6Gt, em relação a 2009, para 30Gt (dados da AIE[33]), batendo o recorde estabelecido em 2003/2004 (aumento de 1,2Gt), o que nos trouxe de volta ao pior dos cenários previstos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas[34] no seu Relatório Especial em Cenários de Emissões (IPCC, 2000) (Vide Figura V.5)

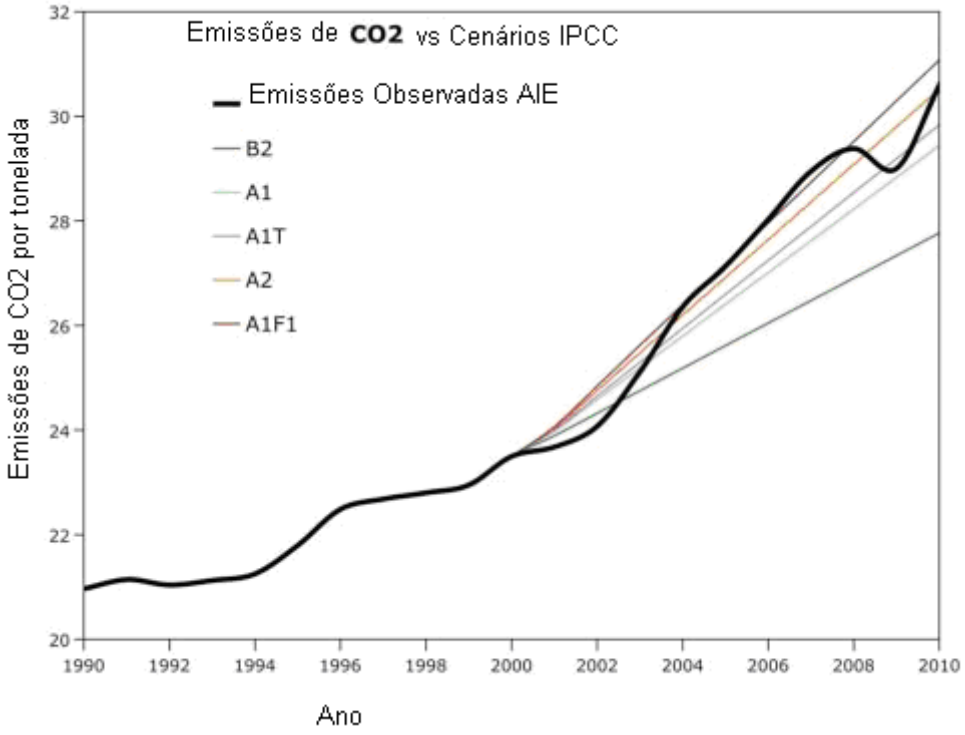


Figura V.5: Emissões de CO_2 X Cenários do IPCC

Fonte: IPCC, 2000

Neste cenário, atingiremos um nível de 850ppm de CO_2 na atmosfera em 2100, o que nos levaria a um aumento global na superfície terrestre 3,5℃ acima da temperatura média em 2000,mais de 4℃ acima dos níveis pré-indústriais. O limite

[33] AIE – Agência Internacional de Energia

[34] O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (sigla em inglês=IPCC) foi estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para fornecer informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas

considerado “perigoso” seria de 2℃ acima das tempe raturas pré-indústriais, o que demonstra a gravidade da situação (IPCC, 2000).

Alguns dos impactos listados no relatório do IPCC sobre aquecimento global é que um aquecimento de 3-4℃ acima dos níveis pré- industriais causaria:

- Problemas no fornecimento de água para a população global (escassez de água)
- 30-40% de espécies em risco de extinção em todo o globo
- Aproximadamente 30% das terras costeiras seriam perdidas (avanço dos níveis do mar)
- Aumento do número de inundações e tempestades
- Aumento da mortalidade dos corais
- Redução da produção de cereais

Face à este cenário desastroso, espera-se uma mudança radical dos padrões atuais de distribuição das fontes de energia na matriz energética, em especial no que tange a maior participação de fontes de energia renováveis, menos agressivas ao meio-ambiente.

5.2. A Questão Ambiental – Emissão de CO_2 – Brasil

Os países denominados BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), respondem atualmente por aproximadamente 1/3 do PIB mundial, tendo em 2009 estes cinco países respondido por 33% do uso global de energia e 37% das emissões de CO_2 , provenientes da utilização de combustíveis (AIE, 2011i).

Com o crescimento econômico previsto para estes países nos próximos anos, espera-se que a participação destes no total de emissões de gases poluentes, em especial o CO2, cresça consideravelmente. No entanto, devido a características singulares de cada país, seja econômica ou geograficamente, a participação dos países emergentes, e em especial dos países do BRICS, no total das emissões de CO2 no mundo e na distribuição destas emissões por setor devem ser bastante diferenciadas.

Geralmente, em países industrializados, as emissões de CO2 são usualmente provenientes da queima de combustíveis fosséis, caso também da Rússia, China e Índia, afirmação esta que não pode ser feita em relação ao Brasil, onde as emissões de CO2 provenientes deste tipo de combustível são extremamente pequenas (vide gráfico à seguir), especialmente quando comparadas ao restante do mundo, já que

somam somente 1,2% das emissões de CO2 no mundo atualmente (AIE, 2011i).

Esta pequena participação dos combustíveis fosséis na emissão de gases do efeito estufa, mais particularmente o CO2, no Brasil deve-se a distribuição das fontes de energia na matriz energética brasileira, onde, como já afirmado anteriormente, as energias renováveis tinham participação, em 2010, de 47,5% (EPE, 2011a), com especial destaque para a energia hidráulica (vide Figura V.6).

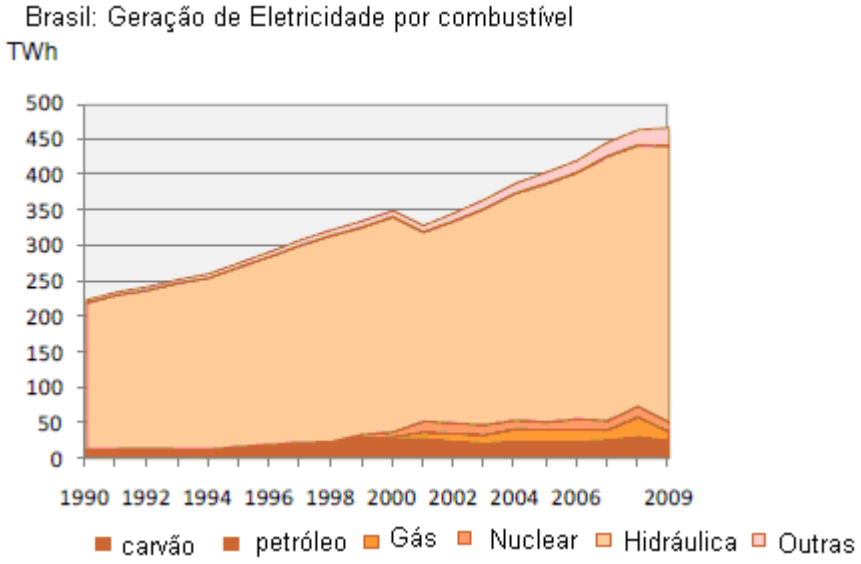
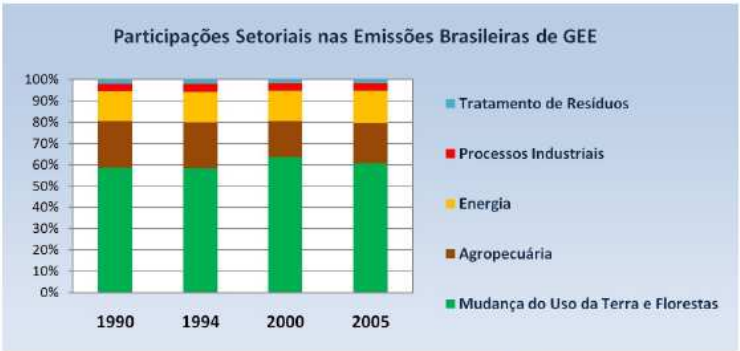


Figura V.6: Geração de Eletricidade por Combustível – Brasil (1990 a 2009)

Fonte: CO2 Emissions from fuels – Highlights – 2011 - AIE

Além de ter grande parte de sua matriz energética baseada na em fontes de energia hidráulica, a matriz energética brasileira ainda conta com a participação mais do que relevante dos biocombustíveis, quando comparada com a sua participação na matriz energética de outros países.

Devido a esta matriz energética diferenciada, em que as energias renováveis possuem especial destaque, no Brasil, a maior parcela das emissões de CO2 está concentrada, ou é proveniente, da exploração da agricultura, do uso da terra em geral e do desmatamento florestal (vide Figura V.7).



Fonte: Adaptado da 2ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (MCT, 2010).

Observação: 1 – Foram considerados apenas os gases e famílias de gases de efeito estufa regulados pelo Protocolo de Quioto: dióxido de carbono (CO_2); gás metano (CH_4); óxido nitroso (N_2O); hexafluoreto de enxofre (SF_6); hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorcarbonos (PFCs). Não incluídos os gases de efeito estufa indireto SO_2, NOx, CO e NMVOC.

Figura V.7: Participações Setoriais nas Emissões de GEE– Brasil (1990 a 2005)

Fonte: Adaptado da 2ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Ainda, pode-se notar que, após o setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, a principal fonte de emissões de gases do efeito estufa foi a Agropecuária, com 18%, seguida do setor de Energia, com 16%. Os setores Tratamento de Resíduos e Processos Industriais responderam pelos 5% restantes.

Assim, para o Brasil é importante manter o percentual de participação das fontes de energia renováveis na matriz energética brasileira, de forma a tentar manter ou reduzir a sua contribuição para o total da emissão de GEE no país, que tende à crescer nos anos ainda por vir, em especial devido ao aumento da taxa de industrialização no Brasil, que combinado ao aumento do padrão de consumo da população brasileira podem vir a conduzir a uma maior participação de fontes fosseis na matriz energética brasileira.

Capítulo 6

6 Patentes como ferramentas de prospecção tecnológica

Com a globalização e a internacionalização dos mercados, e a rapidez e volume com que as informações são disponibilizadas, os mais diversos setores da economia mundial tiveram que repensar seu posicionamento quanto a como manter sua competitividade. O processo de difusão e geração de informação / conhecimento, portanto, tornou-se tema fundamental no “novo padrão de acumulação capitalista, aqui interpretado como a Sociedade da Informação e do Conhecimento” (ROCHA, 2009).

Neste ambiente, tanto a inovação quanto os mecanismos empregados para a sua promoção e proteção tornaram-se essenciais.

A propriedade intelectual, mais especificamente as patentes, surge então não só como um dos mecanismos principais para a proteção da inovação, mas também como um promotor desta, já que permite que seu titular (es) seja capaz de se beneficiar economicamente, seja através de licenciamentos ou de transferência de tecnologia, de seus “inventos”, além de prevenir a utilização indevida daquilo que desenvolveu. Desta forma, a sociedade, através da propriedade intelectual, garante um incentivo ao titular deste direito para que este invista tempo e recursos no desenvolvimento de novos produtos e tecnologias.

No caso das patentes, o seu papel como agente promotor da inovação torna-se ainda mais claro, já que a sua publicação é uma fonte considerável de informação científica amplamente acessível à todos, o que estimula futuras pesquisas e desenvolvimentos, criando um ciclo virtuoso de inovação.

A patente, ainda, é considerada um dos principais indicadores de inovação existentes (OCDE, 2007), já que é acessível a todos e contém informações padronizadas internacionalmente. Neste sentido, sua utilização como ferramenta na prospecção tecnológica é essencial.

6.1 Propriedade Intelectual

6.1.1 Propriedade Intelectual: Conceitos e Contextualização Histórica

Na segunda metade do século XV, com o surgimento da tecnologia da impressão gráfica, surgiu a necessidade de criação de um meio de proteção dos direitos de autoria de obras literárias.

Em 1474 é estabelecido em Veneza àquela que é considerada a primeira tentativa sistemática para a proteção do direito exclusivo de exploração de uma invenção, estabelecendo inclusive o período para o qual esse direito se mostraria válido (DI BLASI, 1996).

Em meados do século XIX, são estabelecidos os primeiros grandes tratados em matéria de Propriedade Intelectual, mais especificamente a Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial, em 1883 (DI BLASI, 1996).

Ainda, em Berna, em 1886, foi estabelecida a Proteção das Obras Artísticas e Literárias. Porém o conceito unificado de Propriedade Intelectual só surge em 1967 com a criação da OMPI (Organização Mundial da Propriedade Intelectual), como órgão autônomo dentro do sistema das Nações Unidas (DI BLASI, 1996).

"A Convenção da OMPI define como *Propriedade intelectual*, a soma dos direitos relativos às obras literárias, artísticas e científicas, às interpretações dos artistas intérpretes e às execuções dos artistas executantes, aos fonogramas e às emissões de radiodifusão, às invenções em todos os domínios da atividade humana, às descobertas científicas, aos desenhos e modelos industriais, às marcas industriais, comerciais e de serviço, bem como às firmas comerciais e denominações comerciais, à proteção contra a concorrência desleal e todos os outros direitos inerentes à atividade intelectual nos domínios industrial, científico,literário e artístico." (BARBOSA, 2003).

Assim, pode-se interpretar a Propriedade Intelectual como um capítulo do Direito, que abrange três grandes segmentos, a saber: direito autoral, propriedade industrial e proteção *sui generis*, como mostra a Figura VI.1 a seguir.

A <u>Propriedade Industrial</u>, portanto abrange: patentes, marcas, desenho industrial, indicações geográficas, segredo industrial, além de tratar também da concorrência desleal. Já o <u>Direito Autoral</u> abrange os direitos de autor (obras

literárias, artísticas e científicas e descobertas científicas), direitos conexos (interpretacoes dos artistas interpretes e as execuções dos artistas executantes, os fonogramas e as emissoes de radiodifusão), além de Programas de computador. Enquanto que a proteção *Sui Generis* trata das Topografias de circuitos integrados, dos cultivares e dos denominados conhecimentos tradicionais (SENAI, 2010)

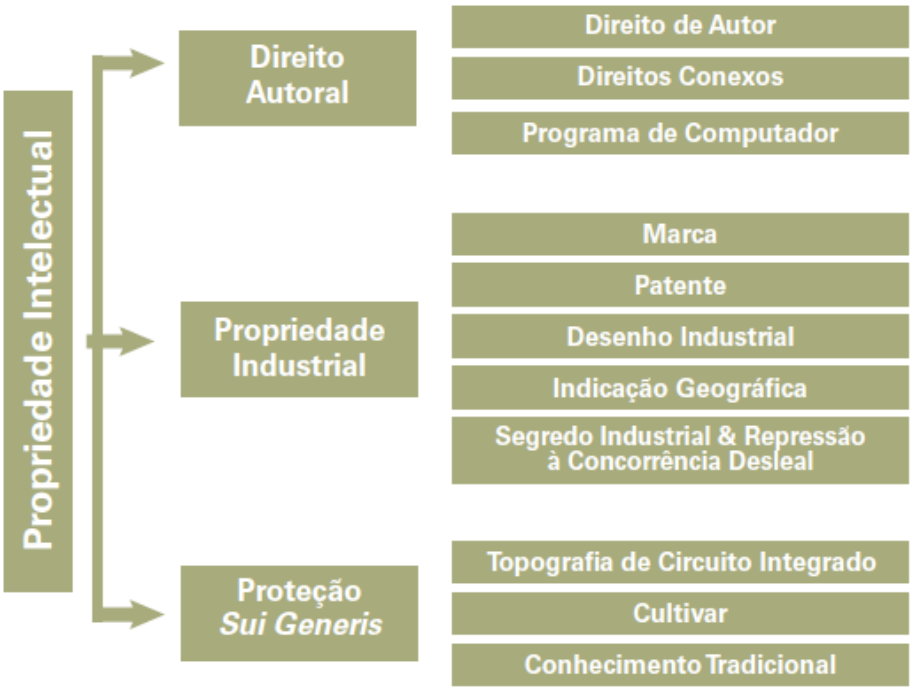


Figura VI.1- Propriedade Intelectual no Brasil

Fonte: Inovação e propriedade intelectual: guia para o docente- SENAI 2010

Atualmente, diversos setores da sociedade e governo, além de diferentes organizações internacionais discutem a proteção da atividade intelectual relacionada a temas tais como o Conhecimento Tradicional e o Patrimônio Cultural Imaterial, já que em ambos os casos, os meio tradicionais de proteção parecem não ser os mais adequados.

O Conhecimento tradicional, segundo o PNUMA- Programa da Nações Unidas para o meio-ambiente de 2001, é “um corpo de conhecimento construído por um grupo de pessoas através de sua vivência em contato próximo com a natureza por várias gerações. Ele inclui um sistema da classificação, um conjunto de

observações empíricas sobre o ambiente local e um sistema de auto-manejo que governa o uso dos recursos”

No artigo 2 da Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial , estabelecida em 2003 pela UNESCO, o patrimônio cultural imaterial é definido como “as práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas- junto com os instrumentos, objetos, artefatos e lugares culturais que lhe são associados- que as comunidades, os grupos e, em alguns casos, os indivíduos reconhecem como parte integrante de seu patrimônio cultural.”

O tema vem tomando tamanho vulto, que a OMPI instituiu no “Comitê Intergovernamental sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos, Conhecimento Tradicional e Folclore”, em 25 de setembro de 2000 (OMPI, 2002), com o intuito de discutir basicamente três grandes temas: o acesso aos recursos genéticos e a distribuição de benefícios gerados de sua exploração; a proteção dos conhecimentos tradicionais, as inovações e a criatividade; e a proteção das expressões do folclore, incluído o artesanato.

6.1.2 Propriedade Industrial

A Convenção de Paris (CUP), estabelecida em 1883, em seu artigo primeiro define a propriedade industrial como o conjunto de direitos que compreende as patentes de invenção, os modelos de utilidade, os desenhos ou modelos industriais, as marcas de fábrica ou de comércio, as marcas de serviço, o nome comercial e as indicações de proveniência ou denominações de origem, bem como a repressão da concorrência desleal (Barbosa, 2003).

Como ressalta Barbosa (2003), o termo “industrial” definido na Convenção de Paris não se resume as criações indústrias “*per se*”, mas também “às indústrias agrícolas e extrativas e a todos os produtos manufaturados ou naturais, por exemplo: vinhos, cereais, tabaco em folha, frutas, animais, minérios, águas minerais, cervejas, flores, farinhas”.

No Brasil, a Lei 9.279 de 1996 regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial, e estabelece em seu Art. 2º que:

“A proteção dos direitos relativos à propriedade industrial, considerado o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País, efetua-se mediante:

I - concessão de patentes de invenção e de modelo de utilidade;
II - concessão de registro de desenho industrial;
III - concessão de registro de marca;
IV - repressão às falsas indicações geográficas; e
V - repressão à concorrência desleal. “

6.2 Patentes

6.2.1 Patentes - Definição

A patente pode ser interpretada como um direito, conferido pelo Estado, que dá ao seu titular a exclusividade da exploração de uma tecnologia. O titular da patente, em contrapartida pelo acesso do público ao conhecimento dos pontos essenciais do invento, recebe, por lei, um direito limitado no tempo, na lei brasileira de 20 anos, no pressuposto de que é socialmente mais produtiva em tais condições a troca da exclusividade de fato (a do segredo da tecnologia) pela exclusividade temporária de direito (BARBOSA, 1988).

Segundo o grande jurista Gama Cerqueira, a patente de invenção pode ser definida como:

“... o ato pelo qual o Estado reconhece o direito do inventor, assegurando-lhe a propriedade e o uso exclusivo da invenção pelo prazo da lei. É o título do direito de propriedade do inventor. Constitui, ao mesmo tempo, a prova do direito e o título legal para o seu exercício. Em sentido figurado significa o próprio privilégio.” (GAMA CERQUEIRA, 1982)

6.2.2 Patentes como indicadores de inovação

Antes de iniciar a discussão sobre como utilizar patentes como indicadores de inovação, deve-se definir o que entendemos por inovação para a presente dissertação. Podemos considerar, portanto, a definição utilizada por Nelson (2009)

que diz que a inovação “são as invenções interpretadas como economicamente úteis e difundidas”.

Dito isto, sabe-se que as patentes são consideradas uma das mais importantes medidas de inovação, em especial por estarem diretamente ligadas ao conceito de inventividade, além de apresentarem uniformidade de registro de dados bibliográficos, que permitem não só o rastreamento e identificação tanto de indivíduos e organizações, ou empresas, responsáveis pelos depósitos, e, portanto, pelos desenvolvimentos científicos efetuados, mas também obtermos indicações de como o conhecimento gerado foi construído, principalmente se levarmos em conta as citações constantes do estado da arte.

Outro fator importante para o uso de patentes como um indicador de inovação é a facilidade de acesso e nível de publicidade de tais informações, já que tanto no campo industrial quanto no tecnológico, a maior parte das informações está disponível na forma de patentes, sendo que somente aproximadamente está 30%, disponível em publicações científicas ou em outras modalidades de divulgação.

A utilização de patentes como um indicador de inovação vem sendo estudada há muito, sendo Schmookler o primeiro autor a explorar estatisticamente as patentes como indicador de inovação em seu livro “Invention and Economic Growth”, cuja primeira edição foi lançada em 1966.

Ainda, em 1969, Comanor & Scherer estudaram como o depósito de pedidos de patentes farmacêuticas se correlacionavam com a introdução de novos produtos no mercado, mostrando que as patentes podiam também ser um indicador de mercado.

Outro indicador de inovação objeto de inúmeros estudos são os dispêndios em P&D. Soete (1978) e Pavitt (1983) mostraram que existe uma relação estatisticamente significativa entre os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e o número de depósitos de patente efetuados num dado país. No mesmo caminho seguiram as publicações de Griliches & Cockburn (1988), e Soete e Wayatt (1983), estes últimos tendo estudado a correlação dos investimentos em P&D de países membros da OCDE (Organização *para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*) e seus depósitos de patente em países “estrangeiros”.

Uma das melhores maneiras de se mostrar a relação existente entre os dispêndios em P&D e o número de depósitos de pedido de patentes, ambos como indicadores de inovação é segundo a observação da Figura VI.2 elaborada pela

OMPI (Organização Mundial da Propriedade Intelectual) em 2004. Como se pode notar, o número de patentes concedidas acompanha o crescimento em dispêndios em P&D, ilustrando que as patentes podem ser interpretadas, em geral, como um resultado palpável dos gastos em P&D.

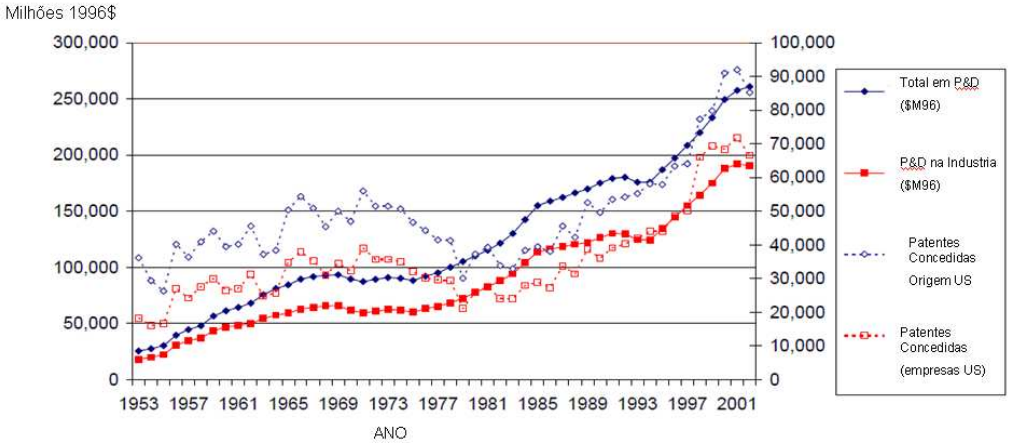


Figura VI.2- Gastos em Pesquisa & Desenvolvimento X Patenteamento (1953- 2002)

Fonte : OMPI

Alguns estudiosos ainda utilizam como um indicador a citação de patentes, onde a citação nada mais é do que se fazer referência a uma tecnologia anterior em que a patente que a cita é baseada, ou que tenha utilizado tais conhecimentos para desenvolvê-la.

A opção de se utilizar as citações como um indicador surgiu, principalmente, devido a Trajtenberg (1990), que destacou que o uso das citações permite identificar e rastrear fluxos de conhecimento, já que se pressupõe que a citação indica que determinado conhecimento do estado da arte foi utilizado para desenvolver novos conhecimentos, protegidos por um pedido de patente.

Carpenter e Narin (1986) estudaram a relação entre as citações e o grau de importância das inovações, mostrando que inovações consideradas mais importantes para o mercado em geral eram mais citadas em pedidos de patente/ patentes posteriores.

Ainda, em 1998, Hirschey et al e Lev et al, basearam seus estudos no emprego das citações na avaliação de bens intangíveis.

Como podemos observar da leitura até o momento efetuada inúmeras são as informações contidas em documentos de patente e inúmeras são as relações e análises que podemos estabelecer sob o aspecto técnico-econômico utilizando tais

informações. Estas análises tornam-se extremamente importantes quando as olhamos sob a ótica da estratégia empresarial, e neste sentido a prospecção tecnológica e em última instância a inteligência competitiva são ferramentas chave para a manutenção da liderança competitiva das empresas líderes de mercado.

6.3 Prospecção Tecnológica

Muitas são as definições para o termo prospecção tecnológica, do inglês "forecasting, no seu sentido mais amplo, foi definido por Wills ([ ] p.263) como "a tarefa de fazer uma declaração probabilística, em um nível de confiança relativamente alto sobre o futuro".

Ainda, segundo Armstrong (1984), "*forecasting*" está relacionado com "o que vai acontecer se uma empresa tentar implementar uma dada estratégia em um possível ambiente".

Watts & Porter (1997) interpretaram o termo, no seu sentido mais restrito, como uma ferramenta para fornecer informações oportunas sobre as perspectivas de mudanças tecnológicas significativas. Ainda segundo Watts & Porter (1997), tais informações seriam utilizadas para estabelecer decisões em relação à estratégia, gestão de pesquisa e desenvolvimento, produção e marketing.

"Além de identificar os avanços científicos e tecnológicos, a prospecção permite colher informações do ambiente para serem utilizadas para: (i) Identificar tendências da concorrência; (ii) Evidenciar as possíveis mudanças de comportamento do mercado e público-alvo; e, (iii) Analisar a estrutura necessária para atender essa demanda" (Ruthes, Nascimento, Souza, 2005).

Alguns autores, como Martin e Irvine (1989) acham necessário, ainda, estabelecer a diferença entre os termos "forecasting" e "foresight", sendo o primeiro interpretado como um posicionamento mais passivo em relação ao futuro, e o segundo uma visão mais ativa, refletindo a crença de que o futuro pode ser desenhado através das decisões tomadas no presente.

Portanto, a prospecção tecnológica nada mais é do que uma ferramenta a favor dos pesquisadores, industriais e governantes para a análise e interpretação de dados e informações que sirvam de base para auxiliar a tomada de decisões futuras.

Com a mudança de paradigma no mercado de energia e a busca por alternativas as fontes baseadas em combustíveis fósseis, em especial a busca por fontes renováveis de energia que promovam a redução das emissões dos gases do efeito estufa, faz-se necessário um estudo profundo do cenário atual do mercado de energias renováveis e das perspectivas futuras das tecnologias envolvidas na geração e distribuição de tais energias, o que pode ser feito com o auxílio da prospecção tecnológica e que será descrito no capítulo a seguir.

Capítulo 7

7. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE ENERGIAS RENOVÁVEIS : METODOLOGIA E ANÁLISE

Neste capítulo é apresentada a metodologia empregada e análise da prospecção de tecnologias relacionadas ao setor de Energias Renováveis, primeiramente com uma visão global (mundo) e numa segunda etapa mais especificamente no Brasil.

A prospecção tecnológica têm, neste caso, o objetivo de mapear as tecnologias envolvidas que permitam o uso, ou exploração de fontes de energia renováveis, os principais atores envolvidos no desenvolvimento de tais tecnologias, todo o histórico envolvendo tais tecnologias, e distribuição geográfica.

7.1. Metodologia

A metodologia empregada para a prospecção tecnológica utilizada na presente dissertação foi dividida em quatro grandes etapas, sendo a primeira a seleção da base de dados mais adequada para os propósitos deste trabalho, já que as patentes serão utilizadas como fonte de informação codificada.

A etapa posterior consistiu na busca e recuperação de dados, mais especificamente aqueles relacionadas a pedidos de patente no campo das energias renováveis, seguida de uma terceira etapa envolvendo o tratamento destes dados e por último, a análise dos dados recuperados.

7.1.1. Seleção de bases de dados de patentes:

O objetivo do presente estudo é proporcionar uma visão macro das tecnologias envolvidas no campo das fontes de energia renováveis empregando as ferramentas de prospecção tecnológica, em especial a utilização de documentos de patente como fonte de informação.

A seleção da base de dados a ser adotada depende do escopo geográfico do estudo, da forma de tratamento dos dados recuperados, do intervalo de tempo a ser analisado e da disponibilidade de acesso.

Neste sentido escolheu-se a base de dados comercial FOCUST, um sistema de busca e análise de patentes, criado pela empresa Wisdomain[35].

O sistema FOCUST permite a busca e análise de patentes, com geração de relatórios, além de funções de análise de patentes, geração de tabelas, matrizes e gráficos envolvendo os dados disponíveis na base.

Tal sistema oferece a busca textual ("full-text search") de documentos de patente depositados nos Estados Unidos, Europa, Japão, Coréia e China, além de outras informações referentes ao "status" legal do documento de patente (concedido, abandonado, etc), titularidade, além daquelas envolvendo a citação de documentos de patente.

A abrangência dos dados disponibilizados pelo sistema FOCUST encontra-se descrita abaixo:

Tabela VII.1- Dados processados independentemente:

Dado disponível do documento de patente	Território de cobertura	Período de cobertura
Status de vida[36]	Patentes EUA	1976- hoje
Genealogia	Patentes EUA	1976- hoje
Titularidade	Patentes EUA	1976- hoje
Citações	Patentes EUA	1976- hoje
Padronização do nome do depositante[37]	Patentes EUA	1976- hoje
Foco da invenção	Patentes Japonesas	1964- hoje
Família (INPADOC[38])	Toda a base de dados	De acordo com a disponibilidade dos dados
Status legal (INPADOC)	Toda a base de dados	De acordo com a disponibilidade dos dados

[35] is a company that produces patent search and analysis products, and the company has branches in the US, Korea, and Japan.

[36] Status de vida – informação referente a validade da patente

[37] Padronização é efetuada para prevenir possíveis erros na busca referentes ao uso de diversas grafias para identificar uma mesma empresa.

[38] INPADOC ("*International Patent Documentation*") - Centro fundado em 1974 por um acordo entre o Escritório de Patentes Austriaco e a OMPI com o propósito de fornecer serviços de informação baseados em buscas por números de patente, mais especificamente para facilitar a identificação de famílias de patentes, tendo sido incorporada ao Escritório Europeu de patentes em 1989.

Tabela VII.2- Patentes em inglês:

Dados disponíveis	Período de cobertura	Cobertura
Patentes registradas nos EUA	1976- hoje	
Patentes registradas nos EUA (antes de 1975)	1790-1975	
Patentes publicadas nos EUA	2001-hoje	
Patentes depositadas na Europa	1981-hoje	
Patentes publicadas na Europa	1978-hoje	
Resumo em inglês de patentes Coreanas	1979-hoje	
Resumo em inglês de patentes Japonesas	1976-hoje	
Patentes publicadas na Alemanha	1952-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Patentes depositadas na Alemanha	1877-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Patentes publicadas na França	1933-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Patentes depositadas na França	1900-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Patentes publicadas na Grã-Bretanha	1840-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Patentes depositadas na Grã-Bretanha	1980-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Pedidos de depósito PCT	1978-hoje	
Patentes Chinesas	1985-hoje	Figuras: Atualização trimestral
Modelos de Utilidades Chineses	1985-hoje	Figuras: Atualização trimestral

Tabela VII.3- Patentes em Coreano:

Dados disponíveis	Período de cobertura	Cobertura
Patentes Coreanas	1948-hoje	
Modelos de utilidade Coreanos	1948-hoje	
Patentes Japonesas	1993-hoje	
Patentes Japonesas (antes de 1992)	1928-1992	Documento em PDF disponível por busca por número de patente
Modelos de Utilidade Japoneses	1993-hoje	

Tabela VII.4- Patentes em Japonês:

Dados disponíveis	Período de cobertura	Cobertura
Patentes Japonesas	1964-hoje	Data anterior a 1992 disponível por busca de texto OCR[39]
Modelos de utilidade Japoneses	1964-hoje	Data anterior a 1992 disponível por busca de texto OCR
Progresso de patentes Japonesas	1964-hoje	Informação referente à: exame, julgamento e depósito.
Genealogia de patentes Japonesas	1964-hoje	
Informação referente a citação de documentos de patente japoneses	1964-hoje	

7.1.2 Busca e recuperação de patentes

A busca é um processo baseado em estratégias para a recuperação de um conjunto de dados de forma a recuperar um conjunto de documentos de patentes representativos da área de interesse da pesquisa, num determinado período de tempo.

Para alcançar tal objetivo, e devido à complexidade do tema a ser estudado, a busca e recuperação de documentos de patente no campo das energias renováveis, foi dividida em cinco temas principais, a saber:

- Energia eólica;
- Energia geotérmica;
- Energia solar;
- Energia hidráulica;
- Biomassa;

Ainda, para a obtenção de um alto grau de representatividade, preferiu-se efetuar a busca no sistema FOCUST, já anteriormente descrito, de depósitos de documentos de patentes[40] do EPO [41], além de documentos de patente Franceses, Ingleses e Alemães, já que França, Grã-Bretanha e Alemanha são consideradas as

[39] OCR- programa que converte imagens, em geral documentos digitalizados, em texto

[40] Documentos de patente envolvem tanto pedidos de patente, quanto patentes concedidas. Os dados disponíveis de documentos de patente porém estão limitados pela fase de sigilo dos documentos (18 meses).

[41] Convenção Européia de Patentes (EPO), com 31 países signatários dos quais em 9 deles só é possível a obtenção da patente regional, 22 com a possibilidade da patente regional ou alternativamente patentes nacionais e 7 países onde é possível solicitar-se a extensão da patente européia.

três principais economias dentro do bloco Europeu. Além destes, ainda foram recuperados documentos de patente depositados nos Estados Unidos, Japão, China, Coréia, e também documentos de patente depositados via PCT[42].

A escolha da busca visando à recuperação de documentos de patente depositados no Japão teve como fator impulsionador o fato de o Japão estar envolvido com problemas relacionados à energia, em especial devido a sua dependência externa, o que poderia implicar em um maior interesse por parte daquele país em fontes de energia renováveis.

Dentre outros países Asiáticos, escolheu-se a China devido a sua posição de destaque atual na economia mundial, e Coréia, que além de demonstrar a representatividade do continente Asiático em relação ao resto do mundo, teve recentemente lançado o programa "Renewable Portfolio Standard (RPS)", que tem como objetivo aumentar a participação de renováveis na Coréia do Sul dos 5% atuais para 11% em 2030.

Não foi estabelecido um período de análise definido para a busca e análise dos documentos recuperados, já que a intenção do presente estudo é ter uma visão geral e ampla do desenvolvimento de tecnologias relacionadas à utilização de fontes de energia renováveis, ou seja, quando estas começaram a ser pesquisadas, quais os períodos em que a pesquisa em relação à determinada tecnologia se intensificou, etc.

A estratégia de busca aplicada na presente dissertação para cada um dos cinco temas acima definidos (energia solar, energia eólica, energia geotérmica, energia hidráulica e biomassa) foi baseada na combinação da utilização de palavras-chave relacionadas aos referidos temas com o emprego da Classificação Internacional de Patentes da OMPI (Organização Mundial da Propriedade Intelectual), o que será devidamente detalhado a seguir quando da discussão da busca, tratamento e análise de dados para cada um dos temas acima definidos.

---

[42] O PCT ou Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes, foi assinado pelo Brasil em 19 de junho de 1970 e ratificado por meio do Decreto nº 81742 de 31 de maio de 1978. Pelo tratado, os Estados contratantes constituem-se em estado de União com o propósito de contribuir para o desenvolvimento da ciência e tecnologia; simplificar e tornar mais econômica a obtenção de proteção patentária em diferentes países simultaneamente; facilitar e acelerar o acesso às informações técnicas contidas nos documentos que descrevem as novas invenções; acelerar e estimular o progresso econômico dos países em desenvolvimento pelo incremento da eficácia dos sistemas legais nacionais de proteção às invenções.

7.1.3 Tratamento de dados

Esta é uma etapa fundamental para a credibilidade dos resultados obtidos, sendo um dos estágios clássicos no tratamento de dados a depuração de duplicatas, o que pode ser feito automaticamente quando se utiliza o sistema FOCUST, que possui duas ferramentas fundamentais que eliminam a existência de duplicidades no conjunto de dados recuperados em uma busca.

Tais ferramentas são: o recurso “Applications-Granted deduplication” (onde patentes concedidas correspondentes a um determinado pedido de patente não são recuperadas, mantendo só o pedido de depósito original), e o recurso denominado “Redundancy remove wizard”, que elimina as redundâncias, mantendo somente o primeiro depósito de pedido de patente, quando se trata de documentos de patente (pedidos de patente / patentes concedidas) correspondentes depositados em diferentes países ou sob diferente tratados, tal como o PCT.

Além da depuração das duplicatas também é importante destacar o tratamento de dados no que se refere à harmonização quanto aos nomes de titulares de documentos de patentes, em especial o de empresas, o que foi efetuado no sistema FOCUST no módulo de análise empregando o recurso de edição de dados (“Edit Data”).

Ainda, utilizando o mesmo recurso (“Edit Data”), foram completados os campos referentes ao titular, e inventor, constantes dos documentos de patente recuperados, buscando no site do EPO e do USPTO os dados faltantes.

No que se refere aos pedidos de patentes depositados nos Estados Unidos que não apresentavam depositante, o nome do depositante foi recuperado na base http://assignments.uspto.gov/assignments/?db=pat do escritório estadunidense.

Há que se destacar que documentos de patente pertencentes a um mesmo grupo, ou corporação, tiveram sua titularidade definida sob uma nomenclatura geral de modo a facilitar a interpretação dos dados. Caso, por exemplo, do grupo identificado como “Matsushita Group”, que compreende inúmeras subsidiárias, sendo as mais importantes: Matsushita Battery Industrial Co., Ltd.; Matsushita Electronic Components Co., Ltd.; Panasonic Factory Solutions Co., Ltd.; Matsushita Industrial Equipment Co., Ltd.; Panasonic Communications Co., Ltd.; Panasonic Mobile Communications Co., Ltd.; Matsushita Ecology Systems Co., Ltd.; Matsushita Kotobuki Electronics Industries, Ltd.; Victor Company of Japan, Ltd.

Do tratamento de dados, ainda consta a leitura critica de título, resumo e reivindicações dos documentos de patente recuperados de forma a identificar e eliminar os documentos de temas diversos dos de interesse.

7.1.4. Análises de dados - Mundo

Dentre as possíveis análises capazes de serem efetuadas empregando documentos de patente em prospecção tecnológica, para atender o objetivo do presente trabalho, foram propostas as seguintes análises:

a) Histórico

Para avaliar o comportamento do número de patentes ao longo do tempo, escolheu-se utilizar o ano de depósito das patentes, conforme já havia sugerido Wilson (1987).

Tal escolha deve-se ao fato deste ser o indicador mais preciso para se acompanhar o nível de patenteamento num determinado campo, já que elimina as diferenças existentes do tempo de publicação entre os diversos escritórios de patentes nos mais diferentes países.

O acompanhamento do número de depósitos de documentos de patente ao longo do tempo nos permite inferir o interesse ou não no desenvolvimento de determinada tecnologia.

b) Histórico dos depósitos por país depositante:

A análise do histórico dos depósitos de documentos de patente por país depositante tem como objetivo ilustrar a evolução ao longo do tempo dos depósitos de documentos de patente em diferentes países, o que permite identificar, por exemplo, quais países iniciaram os estudos em determinada tecnologia, e se estes foram superados.

c) Principais países de depósito[43]:

A análise dos principais países de depósito para uma determinada tecnologia envolve questões estratégicas, seja por parte de empresas, governos ou instituições

[43] A título desta dissertação é considerado país de depósito o país em que foi efetuado o primeiro depósito (prioridade).

de ensino, envolvendo a identificação de possíveis mercados consumidores de produtos ou processos que fazem parte do arcabouço de tal tecnologia.

d) Principais países – por origem do depositante:

A análise de documentos de patente por país de origem de depositante tem como objetivo identificar quais países atuam na pesquisa e desenvolvimento de determinada tecnologia.

e) Conteúdo das patentes – uso da Classificação Internacional de Patentes:

O Sistema Internacional de Patentes oferece ferramentas para facilitar a localização de documentos de patente, sendo um dos mais importantes desses instrumentos a Classificação Internacional de Patentes (CIP). A CIP nada mais é do que um sistema hierarquizado no qual os documentos de patente são classificados de acordo com a área tecnológica a qual pertencem.

Segundo a OMPI (2005), esta classificação tem como principais propósitos:

(a) facilitar o acesso à informação tecnológica e jurídica nela contida;

(b) disseminação seletiva da informação a todos os usuários de informação sobre patentes;

(c) permitir investigar o estado da arte de um dado campo da tecnologia;

(d) permitir a elaboração de estatísticas envolvendo propriedade industrial, que por sua vez, permitem a avaliação do desenvolvimento tecnológico em diversas áreas.

A Classificação Internacional de Patentes foi instituída em 1971 pelo Acordo de Estrasburgo. O Acordo conta (julho/1997) com 38 (trinta e oito) Estados Membros, entre os quais o Brasil. Contudo, a CIP vem sendo utilizada atualmente por cerca de 70 (setenta) países e 3 (três) Administrações Regionais e pela Secretaria Internacional da Organização da Propriedade Intelectual (OMPI, 2006).

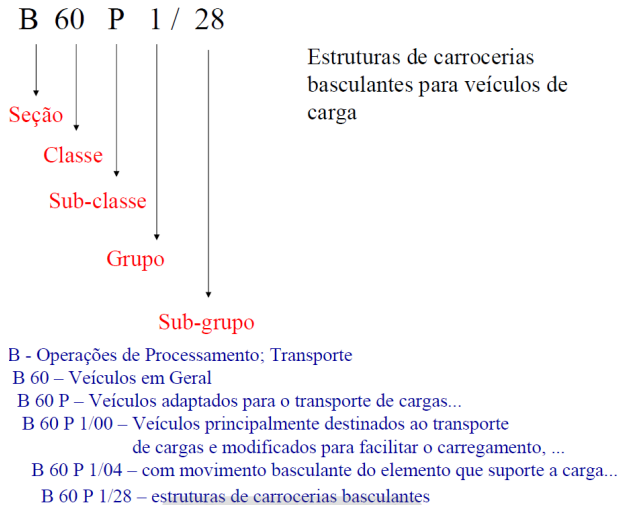
A fim de manter a classificação internacional de patentes atualizada são elaboradas revisões a cada cinco anos. A revisão é elaborada por uma comissão de peritos que se reúne periodicamente para avaliar o sistema e aperfeiçoá-lo, considerando, principalmente, os avanços tecnológicos.

A Classificação Internacional de Patentes divide a técnica em 8 (oito) setores principais, contando, a atual revisão (8a edição- Janeiro de 2006), com 64000 (sessenta e quatro mil) subdivisões. Cada subdivisão tem um símbolo composto de algarismos arábicos e de letras do alfabeto latino. Os 8 (oito) setores principais são denominados de seções, a saber:

Seção A - Necessidades Humanas (Vol. 1)
Seção B - Operações de Processamento; Transporte (Vol. 2)
Seção C - Química e Metalurgia (Vol. 3)
Seção D - Têxteis e Papel (Vol. 4)
Seção E - Construções Fixas (Vol. 5)
Seção F - Eng. Mecânica / Iluminação / Aquecimento (Vol. 6)
Seção G - Física (Vol. 7)
Seção H - Eletricidade (Vol. 8)

O símbolo completo da classificação para técnica específica será constituído por símbolos representado Seção (conforme acima), Classe (número composto por dois algarismos), Subclasse (letra maiúscula), grupo e Subgrupo.

Exemplo:



f) Principais atores:

Esta análise visa identificar tanto as empresas e/ou instituições que mais depositam documentos de patente ao longo do tempo, e que, portanto, seriam os líderes no desenvolvimento de tal tecnologia.

7.1.5. Análise de dados – Brasil:

A análise de dados referentes ao Brasil teve como objetivo identificar o real interesse de outros países em proteger os avanços tecnológicos no setor das energias renováveis no país, e como o Brasil está inserido na dinâmica mundial no que diz respeito ao desenvolvimento de novas tecnologias no setor.

Em geral, busca-se a proteção de uma tecnologia em um país ou região por questões estratégicas de mercado, ou seja, o detentor de determinada tecnologia busca por proteção, em especial a proporcionada por patentes, quando há o interesse em explorar tal tecnologia naquele território.

Neste caso, entende-se por exploração tanto o estabelecimento de unidades empregando processos patenteados no território alvo, quanto à comercialização de produtos ou equipamentos patenteados, produzidos ou não localmente.

Sendo assim, empregando a base de dados escolhida (FOCUST) identificou-se dentro do "rol" de documentos de patente recuperados em cada uma das buscas efetuadas quais os documentos possuem em sua família[44] depósito correspondente no Brasil, o que permite verificar o interesse dos detentores de determinada tecnologia em protegerem a mesma em território brasileiro.

Tendo identificado tais documentos, foram efetuadas as seguintes análises (para cada uma das fontes de energia renováveis estudadas):

a) Depositante de origem brasileira:

O objetivo de tal análise foi identificar dentre tais documentos quais tem depositantes brasileiros, ou seja, quais os depositantes brasileiros que atuam globalmente, e assim determinar como o Brasil está inserido no mercado mundial de energias renováveis.

b) Histórico de depósitos:

Tal análise tem como principal foco ilustrar o interesse de empresas atuando globalmente no Brasil ao longo do tempo.

---

[44] A noção de família de patentes designa as relações entre patentes que nasceram de uma mesma prioridade. São elas, numa metáfora consagrada pelos séculos, "filhas" dos mesmos depósitos num país, que se reproduziram nos múltiplos estados nacionais onde as patentes vigem sob a égide do princípio da Convenção de Paris – o de que elas todas são independentes entre si (Barbosa, 2011)

c) Principais Atores:

Esta análise tem como objetivo identificar os principais depositantes, com atuação junto ao mercado internacional, que vêem o Brasil como um mercado de interesse.

d) Principais países de origem do depositante:

A definição dos países de origem do depositante que tem em sua família depósitos brasileiros tem como objetivo identificar quais países que atuam na pesquisa e desenvolvimento de determinada tecnologia à nível internacional tem também o interesse de proteger tal tecnologia no Brasil, considerando-o um mercado em potencial para sua exploração.

7.2. Aplicação da Metodologia

7.2.1. Energia Eólica – Busca, recuperação e tratamento de dados:

Neste estudo a busca foi efetuada tendo como base, conforme já discutido no item 7.1 do presente capítulo desta dissertação, uma combinação de palavras-chave e a CIP (Classificação Internacional de Patentes) para a tecnologia em questão, tendo sido recuperados 1711 documentos.

A estratégia de busca encontra-se definida abaixo:

a) Palavras-chave e operadores (busca no título, resumo e reivindicações):

Wind (and) Power (and) energy (or) turbine (not) flying (not) winding [45].

b) CIP:

Empregada utilizando-se o operador (or)[46]. As subclasses da CIP empregadas foram:

F03D-007/02, F03D-005/02 E F03D-001/00[47].

---

[45] Operador “and” - Operador lógico onde a resposta da operação (no caso a busca) é “verdade” se ambas as variáveis de entrada forem “verdade”.
Operador “not” - Operador lógico que representa a negação (inverso) da variável atual. Se ela for verdade, torna-se falsa, e vice-versa.
Com o uso do operador “not” excluiu-se da busca os documentos referentes a aeronaves (flying) e a documentos referentes a equipamentos apresentando roscas (recuperados quando empregado o termo “winding”, cuja tradução para o português é “enroscar”).

[46] Operador “or”- Operador lógico onde a resposta da operação é verdade se e somente se pelo menos uma das variáveis de entrada for verdade.

[47] Vide Anexo 1.

7.2.2. Energia Eólica – Análise de Dados - Mundo

a) Histórico:

Como se pode observar no gráfico a seguir, o interesse no desenvolvimento de tecnologias, em termos de depósito de patentes, para aproveitamento da energia eólica teve inicio na década de 70, e num segundo momento, na década de 80, foi influenciado pelos países europeus motivados inicialmente pela decisão do governo da Dinamarca em explorar as energias renováveis, dentre elas a energia eólica, conforme comentado na seção referente a energia eólica do Capítulo 3.

Do final da década de 80 até o inicio dos anos 2000, o número de depósitos de pedidos de patente no setor se manteve abaixo dos 50 depósitos (vide Figura VII.1), o que reflete o pequeno interesse na tecnologia, após o que teve um crescimento altamente representativo à partir do inicio dos anos 2000, em especial após 2005.

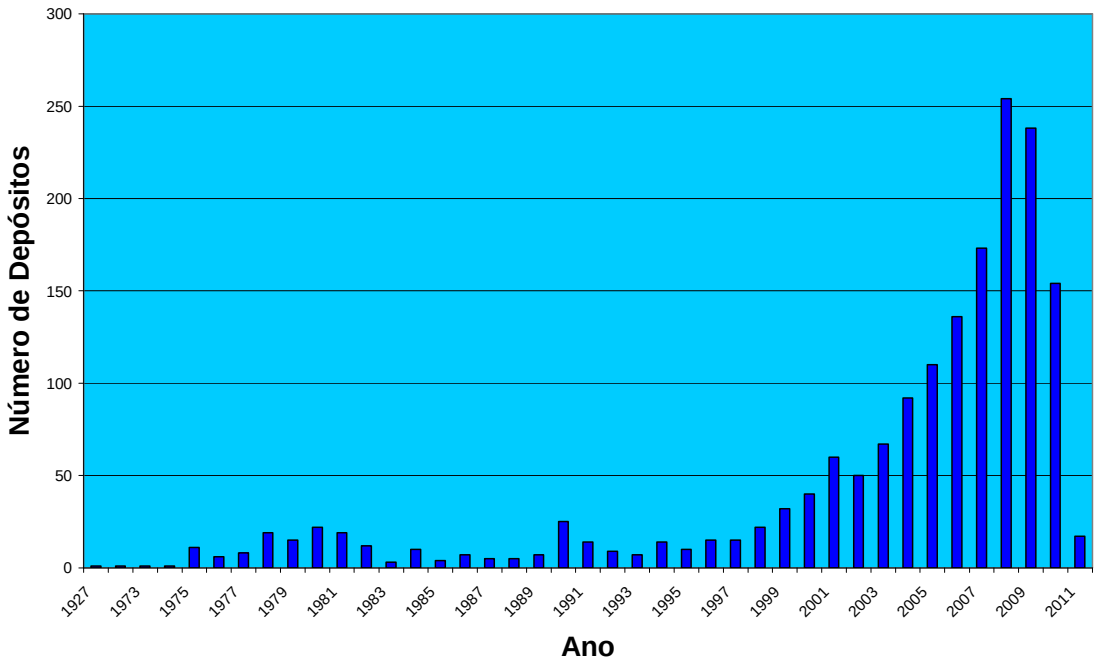


Figura VII.1- Evolução do Número de Depósitos de Documentos de Patente por Ano para a Energia Eólica

Fonte: Elaboração própria

b) Histórico dos depósitos por país depositante:

O crescimento fora do comum, a partir do inicio dos anos 2000, no desenvolvimento de novas tecnologias no setor da energia eólica, representado pelo aumento do número de depósitos de documentos de patente (vide Figura VII.1), vem sofrendo influências de países como a Alemanha e Estados Unidos, além da China e Dinamarca (a partir de 2005), conforme ilustra a Figura VII.2.

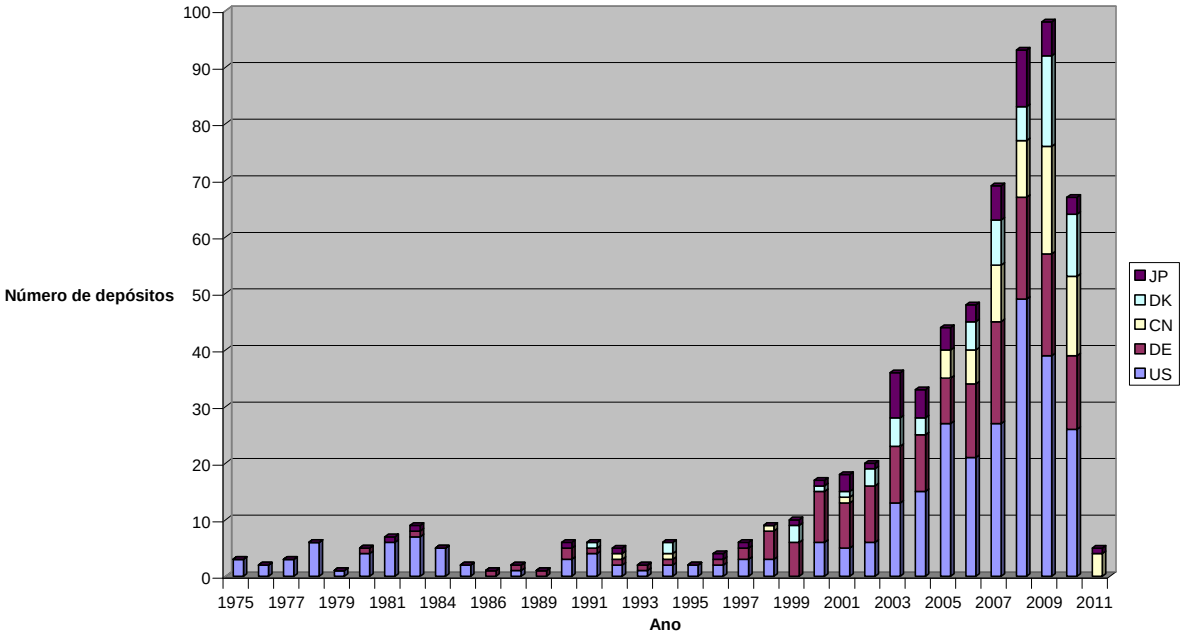


Figura VII.2: Histórico de depósitos por país de origem do depositante [48] (cinco principais países) - Energia Eólica

Fonte: Elaboração própria

[48] Como se pode notar, o número de depósitos por ano expresso na Figura VII.2 é diferente do observado Figura VII.1, já que quando levado em conta o país de origem do depositante, é grande o número de depósitos efetuados em que não há informação disponível referente ao depositante, ou mais especificamente quanto ao titular do documento de patente. No caso dos documentos recuperados na busca referente à energia eólica, 15,85% % dos documentos não apresentavam dados disponíveis em relação ao titular, sendo a maior parte destes documentos americanos.
Isto ocorre por a legislação americana ter um entendimento particular quanto a titularidade de documentos de patente. No caso da lei americana, a “propriedade” (“ownership”) de uma patente (ou pedido de patente) recai inicialmente sobre o inventor, e caso este seja, por exemplo, pesquisador de uma empresa, é necessária efetuar-se uma “transferência de propriedade” (“assignment”).
Segundo a lei Americana, não é necessário declarar ou informar ao escritório de patentes americano (USPTO) tal transferência de propriedade, o que justifica o elevado número de documentos de patente em que não consta o titular.

Um dos possíveis motivos para o desenvolvimento de novas tecnologias na China a partir de 2005, em especial aquelas que possibilitem as empresas chinesas a reduzir o "*gap"* tecnológico em relação às empresas estrangeiras no setor da energia eólica, é o continuo suporte as empresas, tanto político quanto regulatório efetuado pelo governo chinês, além dos menores custos dos encargos trabalhistas e de produção aplicados no país (REN21,2011) . Empresas chinesas como a Sinovel e Dongfang, por exemplo, já despontam entre as 10 principais empresas do setor no mundo, em termos de participação no mercado (vide Figura VII.7).

O crescente número de depósitos de documentos de patente no setor de energia eólica nos Estados Unidos se deve em grande parte devido aos incentivos do governo, em especial no que diz respeito às taxas pagas em relação a energia produzida. Sob este aspecto, os Estados Unidos aplicam a chamada taxa de crédito de produção para fontes de energia renováveis ("production tax credit" ou PTC), desde 1992. (DOE, 2012)

Tais incentivos do governo, em especial aqueles relativos às taxas aplicadas no setor da energia eólica, também ocorreram na Alemanha e na Dinamarca. Na Alemanha, o principal incentivo para a exploração de fontes de energia renováveis foi o Ato para Fontes de Energia Renováveis, introduzido em 1991, e que estabelecia tarifas do tipo "feed-in" para a energia elétrica gerada a partir de fontes de energia renováveis, dentre elas a energia eólica (Kutscher, 2011).

c) Principais países de depósito

Como se pode observar, o maior número de depósitos de documentos de patente no setor de energia eólica vem sendo efetuado nos Estados Unidos (vide Figura VII. 3), que até 2010 era líder em capacidade instalada em relação à energia eólica, ano em que foi superado pela China, e, portanto, um dos maiores mercados em termos de energia eólica, conforme discutido na seção referente a energia eólica no Capitulo 3 .

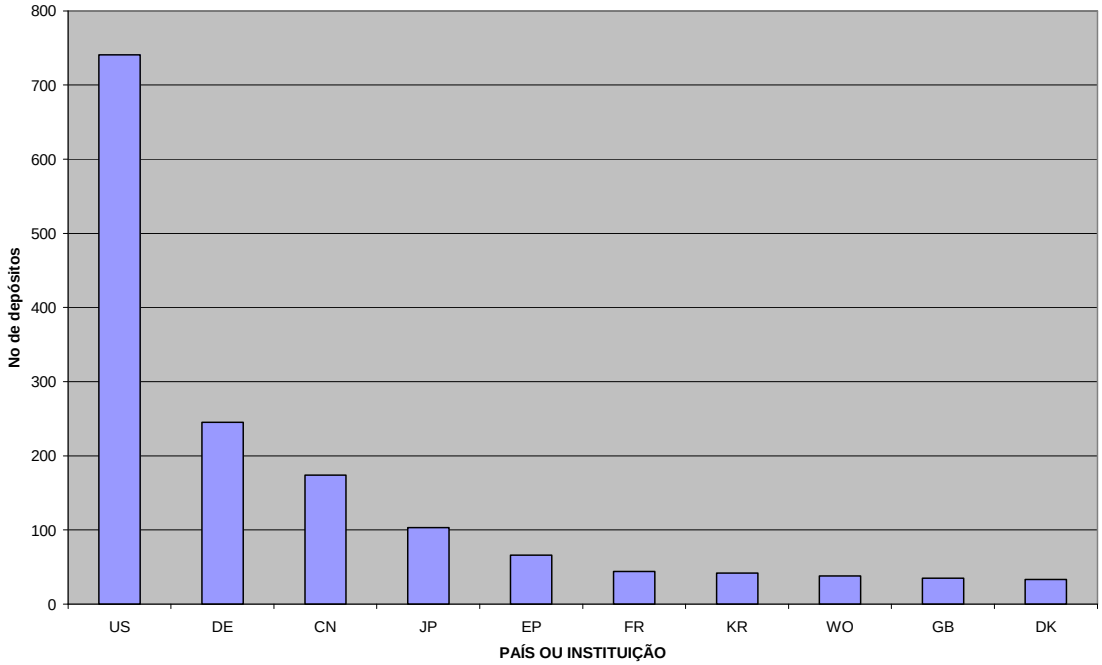


Figura VII.3- Dez Principais Países de Depósito – Energia Eólica

Fonte: Elaboração Própria

Após os Estados Unidos, segue a Alemanha, país líder em capacidade instalada na Europa, China (atual líder em capacidade instalada mundial) e Japão, que representa um possível mercado para a energia eólica, já que é um país que carece de fontes de energia não-renováveis.

Observa-se ainda um grande número de depósitos de documentos de patente via EP (pedido de depósito regional – Europa), que vem a representar as estratégias de depósito das empresas atuando na área. O grande número de depósitos via EP pode ter como uma das possíveis explicações o interesse no mercado europeu de energia eólica, que juntamente com o mercado americano eram líderes em capacidade instalada no setor até bem pouco tempo (2010), como já anteriormente discutido no Capítulo 3.

O mercado europeu ainda merece destaque se levarmos em conta que entre os 10 principais países de depósito do setor de energia eólica encontram-se França (FR), Grã-bretanha (GB), Dinamarca (DK) e Alemanha (DE), que também constam da lista dos dez maiores países em termos de capacidade instalada no mundo (Jones e Loubna, 2011).

d) Principais países – por origem do depositante:

No âmbito da busca efetuada, os dez países com o maior número de depósitos no setor da energia eólica foram os Estados Unidos (US), Alemanha, China, Dinamarca, Japão, Espanha, Canadá, Grã Bretanha, Coréia do Sul e Luxemburgo, que juntos representam 43,13% do total de documentos recuperados (vide Figura VII.4)

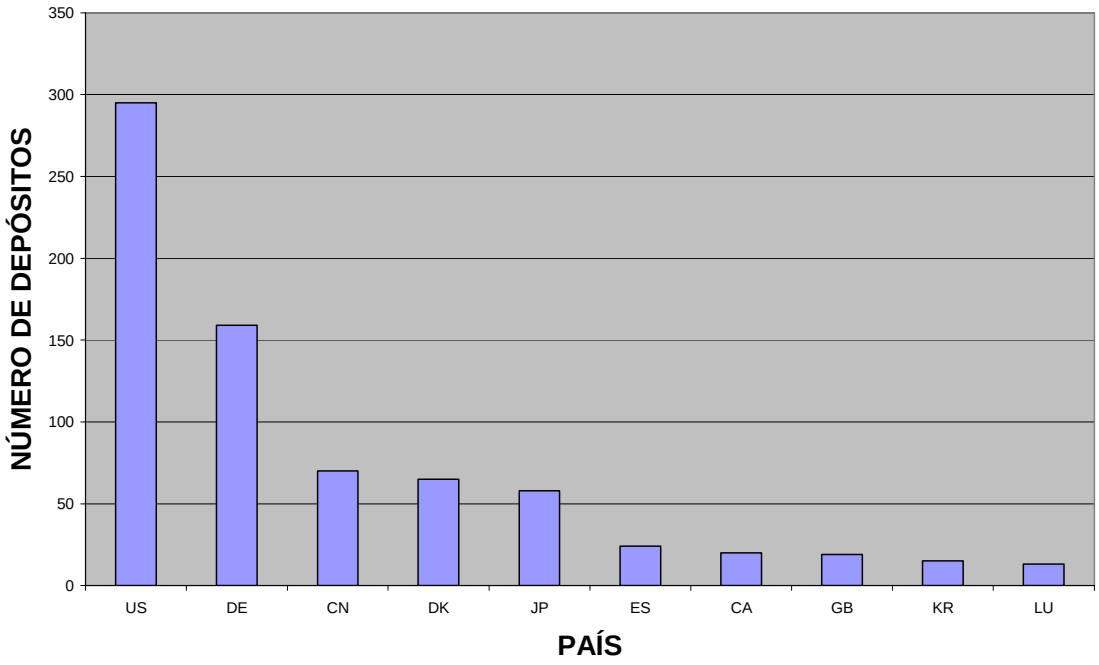


Figura VII.4- Dez Principais Países – seleção por origem do depositante –Energia Eólica

Fonte: Elaboração própria.

Os Estados Unidos sozinho responde por 17,24% dos depósitos recuperados, o que representa quase que o dobro do número de depósitos efetuados por depositantes alemães (vide Figura VII.4). Na sequência, China, Dinamarca e Japão, em separado, apresentam proporção similar em relação a Alemanha.

Os Estados Unidos, líder em número de depósitos de documentos de patente no setor de energia eólica, já vem pesquisando o assunto de longa data, com os primeiros depósitos com data de 1975 (vide Figura VII.2), sendo também o país de origem da empresa líder do setor (GE- General Electric), que responde sozinha por 7,23% do total de documentos recuperados na busca (vide Figura VII. 7).

A representatividade da Alemanha, que surge como segundo país de origem de depositante, pode ser explicada devido à concentração de empresas de maior representatividade no setor serem de origem Alemã (Enercon (Wobben Aloys), Repower Systems, Siemens e Nordex), que juntas respondem por 8% do total de documentos depositados, além do cenário favorável para a pesquisa no país, em especial em função do apoio do governo, conforme já discutido anteriormente nesta seção.

China e Dinamarca aparecem em destaque por motivos também já mencionados, que são uma ampla política de apoio em renováveis efetuada pelos dois governos.

O Japão também deve a sua grande participação no setor, no que diz respeito ao número de depósitos efetuados, ao apoio governamental, em termos de incentivos a promoção de novos entrantes no mercado japonês de energia renovável, seja quanto aos preços pagos por energia produzida, seja por facilidades no financiamento de projetos para a produção de energia limpa. É importante destacar que os acordos para a compra de energia de fonte renovável apresentam validade de 15 a 17 anos no país, o que encoraja os investidores do setor. (GWEC, 2012).

Dentre os demais países, a Espanha merece destaque, já que é atualmente o quarto país em geração de eletricidade a partir de energia eólica, com uma produção de 41,799 GWh de eletricidade em 2011, amparada esta produção nos incentivos fiscais do governo espanhol para projetos envolvendo a exploração de energia eólica, além de programas para estímulo da colaboração entre entes públicos e privados na elaboração de projetos para a geração de energia à partir de energias renováveis (AIE, 2011j) o que justifica o número representativo de depósitos daquele país.

Também a Grã-Bretanha, Coréia, Luxemburgo e Canadá possuem incentivos de seus governos para o crescimento do mercado de energia eólica. No Reino Unido, por exemplo, a legislação instituiu que parte das vendas dos fornecedores deve ser, obrigatoriamente, proveniente de fontes de energia renováveis (OFGEM,

2012) e na Coréia onde tarifas diferenciadas eram aplicadas para os fornecedores de energia provenientes de fontes renováveis (GWEC, 2012).

e) Conteúdo das patentes – uso da Classificação Internacional de Patentes:

Os documentos recuperados na busca efetuada foram em sua grande maioria àqueles relacionados à subclasse da CIP F03D[49] que diz respeito a máquinas ou motores movidos a vento, o que é extremamente plausível já que a tecnologia de geração de energia à partir da ação dos ventos (energia eólica) esta intimamente ligada ao desenvolvimento de turbinas, em especial ao design das pás, que determinam a eficiência da transformação da energia cinética dos ventos em energia mecânica.

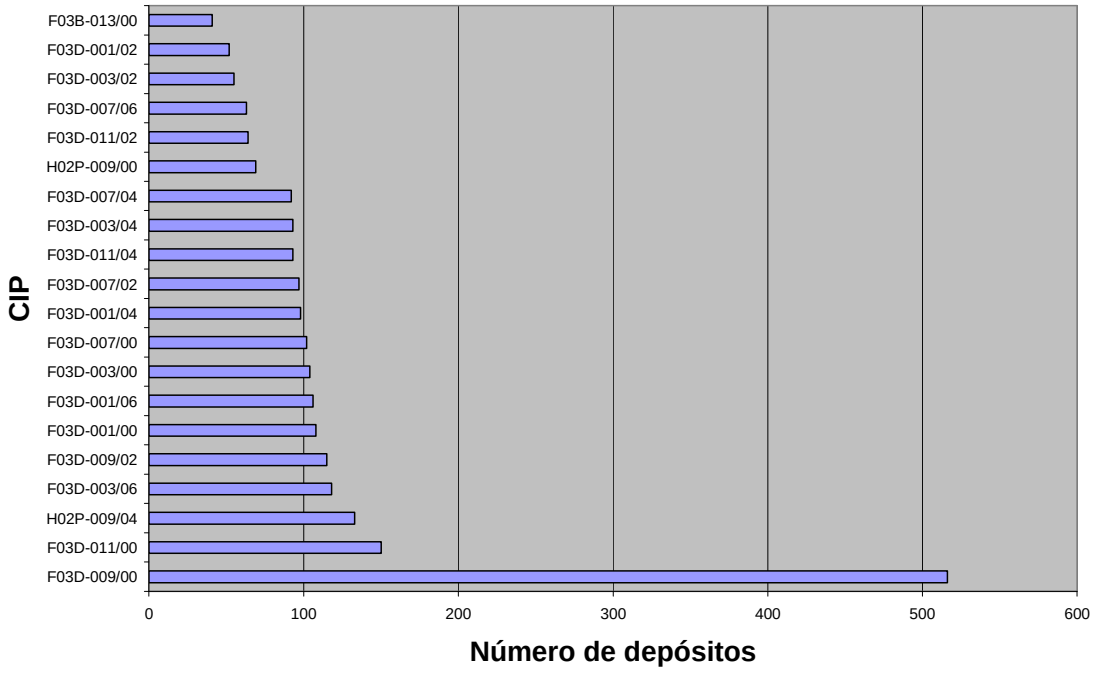


Figura VII.5- Principais subclasses/subgrupos da CIP – Energia Eólica

Fonte: Elaboração Própria

Já a subclasse H 02 P[50], que também aparece em destaque (vide Figura VII.5) diz respeito ao Controle ou regulagem de motores e geradores elétricos, de conversores dínamo-elétricos; Controle de transformadores, reatores ou bobinas de reatância, já que um dos problemas na geração de energia elétrica, não só para as turbinas eólicas, é o baixo rendimento na transformação de energia mecânica em energia elétrica.

[49] Vide Anexo 1
[50] Vide Anexo 1

f) Principais atores:

A busca efetuada segundo a metodologia descrita na presente dissertação identificou como os 10 principais depositantes de documentos de patente no campo de tecnologias envolvendo a geração de energia por ação dos ventos (energia eólica), as empresas que ilustram a Figura VII.6 e que respondem por aproximadamente 17,5% do total de depósitos recuperados na busca.

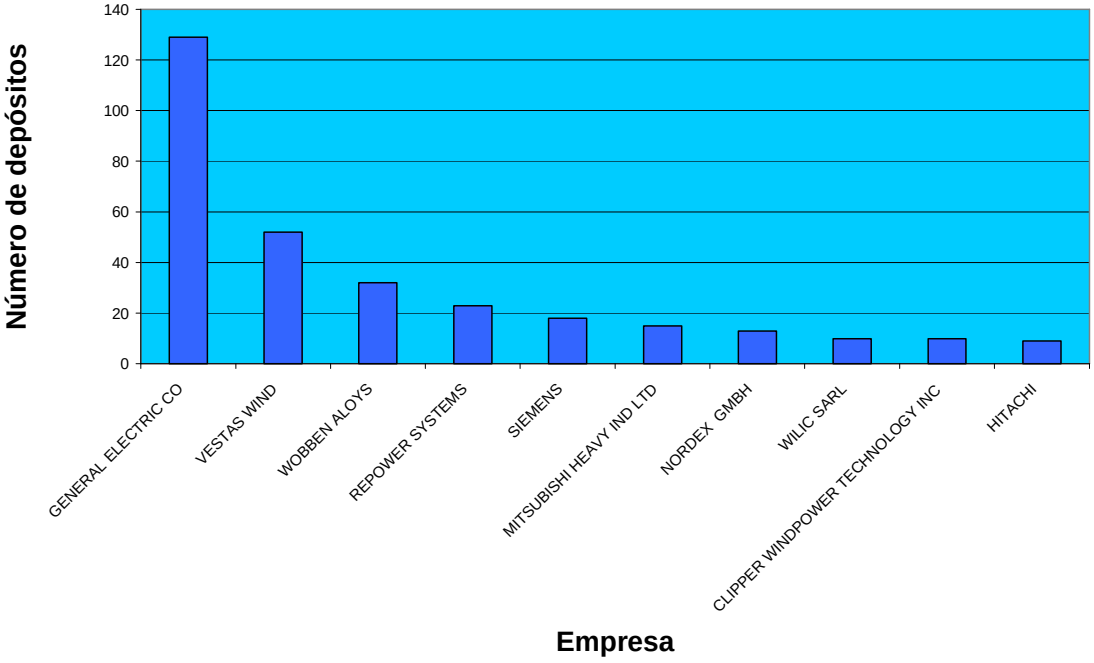


Figura VII.6- Dez principais depositantes – Energia Eólica
Fonte: Elaboração própria

Comparando o “ranking” das empresas identificadas na presente busca (vide Figura VII.6) com o “ranking” das 10 empresas elencadas como atuais líderes de mercado no setor de energia eólica pelo “Renewable Energy Data Book 2009” (vide Figura VII.7), observa-se a presença de 5 das empresas identificadas na busca: Vestas, General Electric (GE), Enercon, Siemens e RePower.

É importante destacar que a empresa Enercon possui como titular de seus documentos de patente o seu presidente e fundador Wobben Aloys, motivo pelo qual não esta diretamente identificada na Figura VII.6 acima.

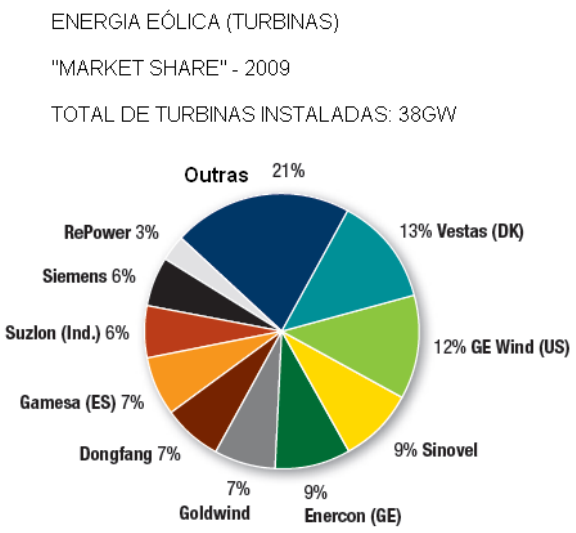


Figura VII.7- Participação no mercado de energia eólica em 2009

Fonte: Renewable Energy Data Book 2009

A GE surge como uma das líderes no mercado de energia eólica (12% de "*market share*"), além de líder também no desenvolvimento de tecnologia para a geração de energia eólica (maior número de depósitos de documento de patente na busca efetuada), produzindo atualmente turbinas com capacidade de geração de 1.5 MW–4.1 MW, além de prestar serviços de suporte desde o desenvolvimento até a operação e manutenção de tais turbinas (GE, 2012).

Desde a entrada da GE no setor, com a aquisição da Enron Wind em 2002, foram instaladas 18.000 turbinas e o crescimento da capacidade instalada foi de 500 megawatts para 28 gigawatts. No ano de 2012, a GE espera que o número de turbinas instalados mundialmente atinja 20.000 unidades (The Wall Street Journal, 2012).

Dividindo a liderança com a GE no mercado de energia eólica, e no desenvolvimento de tecnologias que suportem este mercado, esta a Vestas, uma empresa dinamarquesa que produz, vende e instala turbinas eólicas, atuando na Dinamarca, Alemanha, Índia, Itália, Inglaterra, Espanha, Suécia, Noruega, Austrália, China e Estados Unidos, empregando, em 2007, 20.000 pessoas (Romanowicz, 2007). Em 2011, as turbinas produzidas pela Vestas geraram eletricidade suficiente para atender a 21 milhões de pessoas (Vidal, 2011).

Tanto a Vestas quanto a GE vem sofrendo com o pequeno crescimento da demanda e diminuição das margens de ganho, principalmente devido à entrada no

mercado de empresas chinesas como a Xinjiang Goldwind Science & Technology Co.

Outro destaque é a empresa alemã Enercon, empresa, fundada em 1983, possuindo hoje mais de 18.000 turbinas instaladas em mais de 30 países (Forbes, 2012).

Além destas é importante ainda citar as também alemãs RePower Systems, que atua no desenvolvimento de projetos dedicados a construção de usinas eólicas, prestação de serviços e manutenção, transporte e instalação das turbinas que compõe tais usinas, tendo atualmente um total de 3.600 turbinas instaladas no mundo (Repower Systems, 2012).

A Siemens (Alemanha), que em 2006 era líder de mercado juntamente com a GE, perdeu em participação e atualmente responde somente por 6% do mercado, contra os 15,5% em 2006 (DOE, 2006). Esta perda de participação deve-se em grande parte devido aos atrasos na entrega de projetos de instalação de turbinas eólicas offshore (Sheahan, 2012).

A japonesa Mitsubishi, embora apareça como uma das principais depositantes de documentos de patente em energia eólica não ilustra o ranking das 10 maiores empresas no mercado, porém, o grande número de depósitos de documentos de patente pode indicar um movimento futuro da empresa para a entrada no setor de energia eólica, em especial no Japão.

As demais empresas identificadas na busca, Nordex, Wilic, Clipper e Hitachi, possuem pequenos portfólios, menos de 20 depósitos efetuados no período estudado. Nordex e Clipper são empresas americanas focadas naquele território, enquanto que a Wilic é uma empresa de tecnologia italiana, ainda não produzindo turbinas (informações dos sites das empresas), e a Hitachi após um período de estagnação pretende aumentar a geração de energia eólica com a instalação de uma nova planta em Tóquio em 2013(Biggs e Onomitsu, 2011)

Energia Eólica - Análise de dados – Brasil:

A) Depositantes de origem brasileira:

Não há no total dos documentos recuperados, indicação de depositante de origem brasileira.

B) Histórico de depósitos:

Dos documentos recuperados na busca efetuada cobrindo documentos de patente relativos à energia eólica no mundo (1711), apenas 98 (6%) deles tiveram documentos correspondentes depositados no Brasil.

A implantação da energia eólica no Brasil é recente, tendo sua produção sido efetivamente iniciada em 2001 (vide seção referente a energia eólica no Capítulo 4), o que pode ser uma das razões para um número tão baixo de depósitos no Brasil.

Conforme a Figura VII.8, pode-se observar, que assim como no restante do mundo, os depósitos de documentos referentes a energia eólica iniciam-se na década de 70, em especial devido a crise energética provocada pelos dois choques do petróleo, tendo o número de depósitos aumentado a partir dos anos 2000, devido a implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) em 2002 (vide Capítulo 4, seção referente a energia eólica).

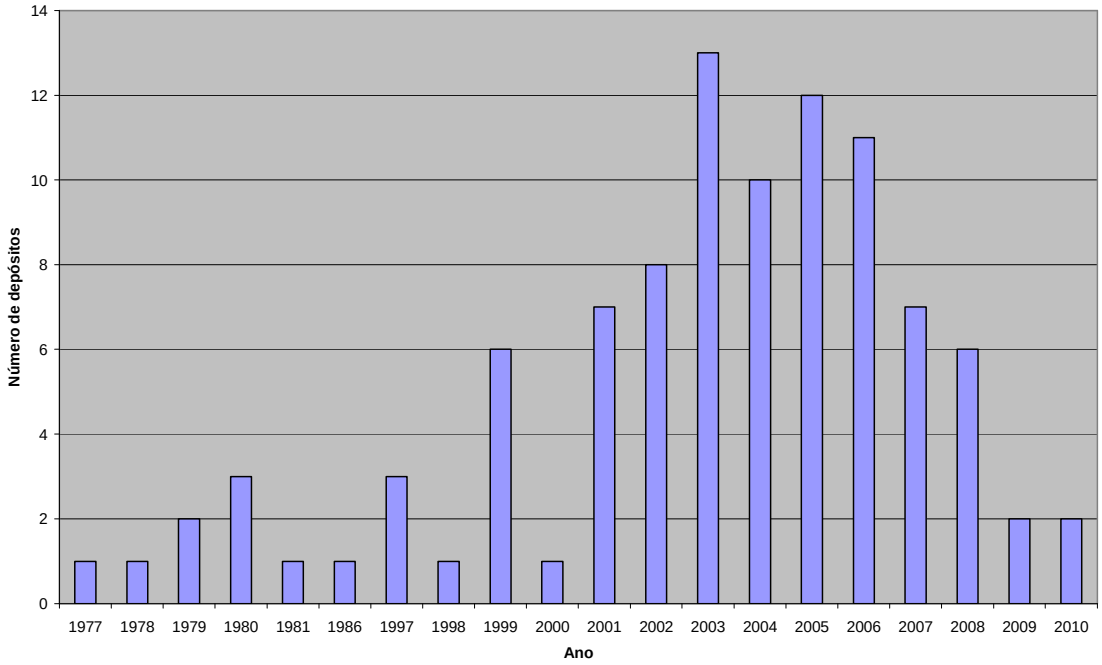


Figura VII.8 – Histórico dos depósitos- Energia Eólica -Brasil
Fonte: Elaboração própria

C) Principais Atores:

Algumas das empresas atuantes no mercado internacional que possuem maior interesse na proteção de sua tecnologia no Brasil também ilustram o “rol” de empresas de destaque no desenvolvimento de tecnologias envolvendo tecnologia eólica no mundo, caso da Enercon (Wobben Aloys), GE, Nordex e Vestas, já discutidas na seção anterior quanto, o que mostra o interesse de empresas estrangeiras neste setor que esta em ampla expansão, já que segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o parque eólico nacional cresceu 326 MW, alcançando 928 MW ao final de 2010 (vide Capítulo 4).

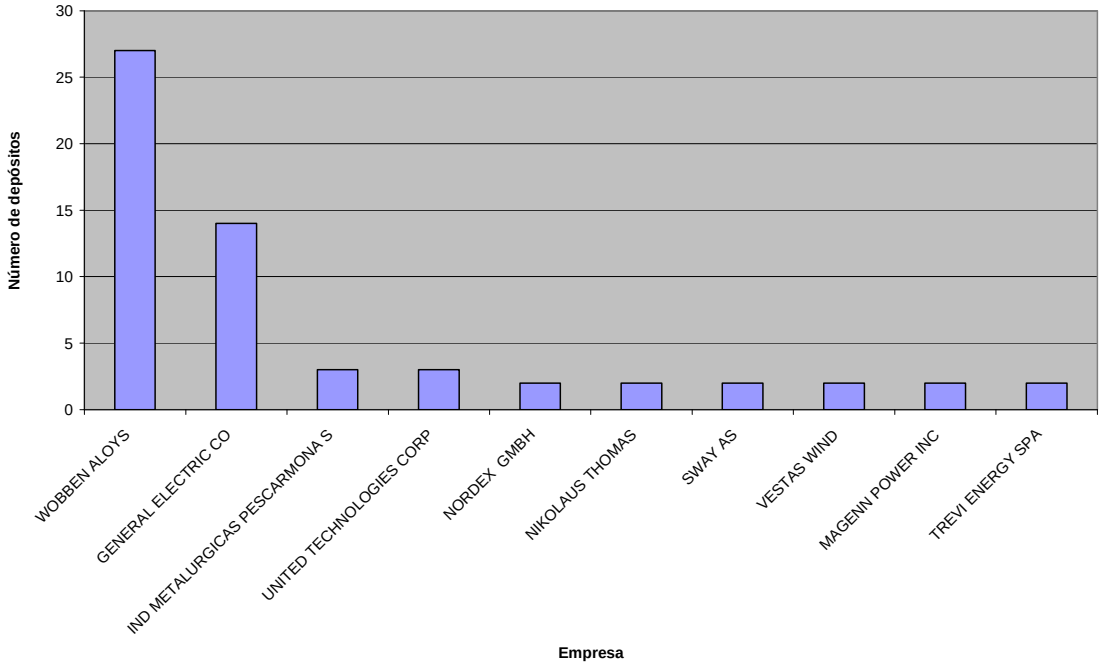


Figura VII.9- Principais Atores - Energia Eólica - Brasil
Fonte: Elaboração Própria

A Metalúrgica Pescarmona é uma empresa argentina que projeta, produz e comercializa equipamentos de geração eólica de alta potência e fornece parques eólicos em condições EPC (do inglês “Engineering, Procurement and Construction”), sendo a única na América Latina com tecnologia própria que produz este tipo de unidades.

Já a empresa americana United Technologies atua nos mais diversos setores, tendo em agosto de 2008 vendido seu braço do setor de energia eólica para financiar a compra da empresa Goodrich. (Hartford, 2012).

No desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento da energia eólica inúmeros estudos vêm sendo realizados para a implantação de plantas de geração de energia eólica off-shore, caso da empresa norueguesa Saway AS.

A produção de energia também pode ser feita pelo aproveitamento da ação dos ventos a altas altitudes, vertente de pesquisa que a empresa Maggen Air Rotor System, uma pequena empresa de base tecnológica, escolheu. Este tipo de tecnologia encontra-se ainda nas fases iniciais de pesquisa com a geração de pequenos protótipos.

Outra empresa constituída recentemente, 2007, interessada no setor de energia eólica brasileiro é a italiana Trevi Energy S.p.a. (Trevi, 2012)

Além de empresas, tem-se entre os principais atores interessados no mercado brasileiro, um inventor independente, o pesquisador alemão Nikolaus Thomas.

D) Principais países – por origem do depositante:

Devido ao reduzido número de documentos recuperados, os principais países em termos de origem de depositante são aqueles em que as empresas identificadas como de maior interesse no Brasil tem sede, tal como Alemanha (por exemplo, Enercon (Wobben Alloys) e Nordex e Estados Unidos (General Electric), os demais países seguem, portanto, a mesma tendência.

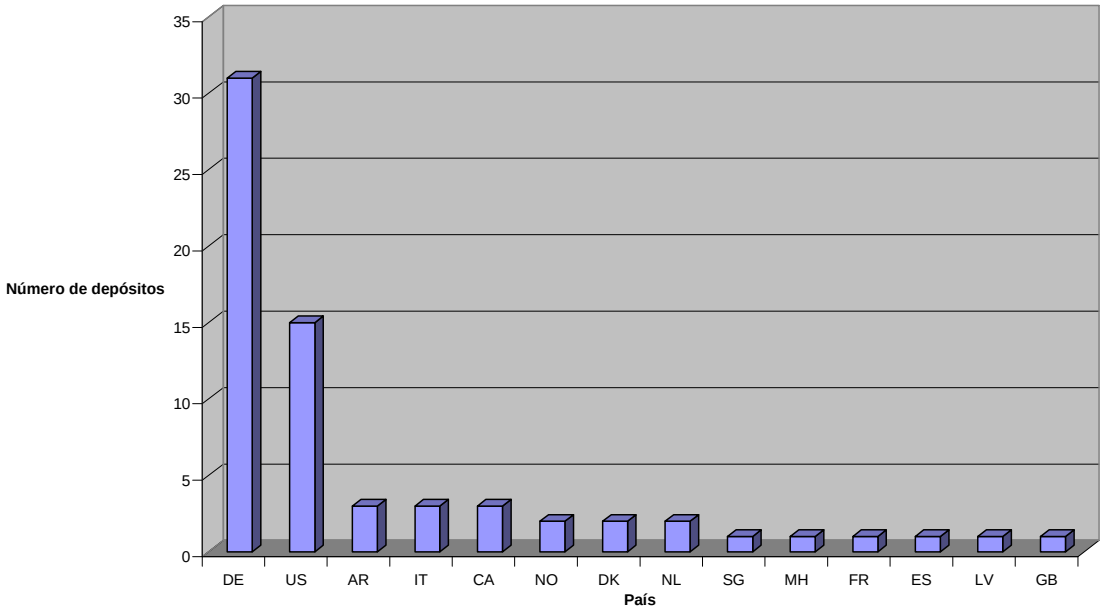


Figura VII.10- Principais países- por origem de depositante – Energia Eólica- Brasil
Fonte: Elaboração própria

7.2.2. Energia Geotérmica – Busca, recuperação e tratamento de dados

Neste estudo a busca foi efetuada tendo como base, conforme já discutido no item 7.1 do presente capítulo desta dissertação, uma combinação de palavras-chave e a CIP (Classificação Internacional de Patentes) para a tecnologia em questão, tendo sido recuperados 1236 documentos.

A estratégia de busca encontra-se definida abaixo:

a) Palavras-chave e operadores (busca no título, resumo e reivindicações):
Geothermal (and) energy
b) CIP:
Empregada utilizando-se o operador (or)[51]. As subclasses da CIP empregadas foram: F24J-003/06 (or) F03G-004/00[52].

[51] Operador "or"- Operador lógico onde a resposta da operação é verdade se e somente se pelo menos uma das variáveis de entrada for verdade.
[52] Vide Anexo 1

7.2.2.1. Energia Geotérmica – Análise de Dados- Mundo

a) Histórico:

Como pode ser notado pela análise da Figura VII. 11, no século 20, o interesse no desenvolvimento de tecnologias aplicadas a exploração da energia geotérmica para a geração de eletricidade e calor foi intensificado nas décadas de 70 e 80. Coincidentemente, neste período o mundo passava por uma crise energética provocada pela escassez de petróleo no mercado, conforme discutido na seção referente ao petróleo do capítulo 2 do presente estudo.

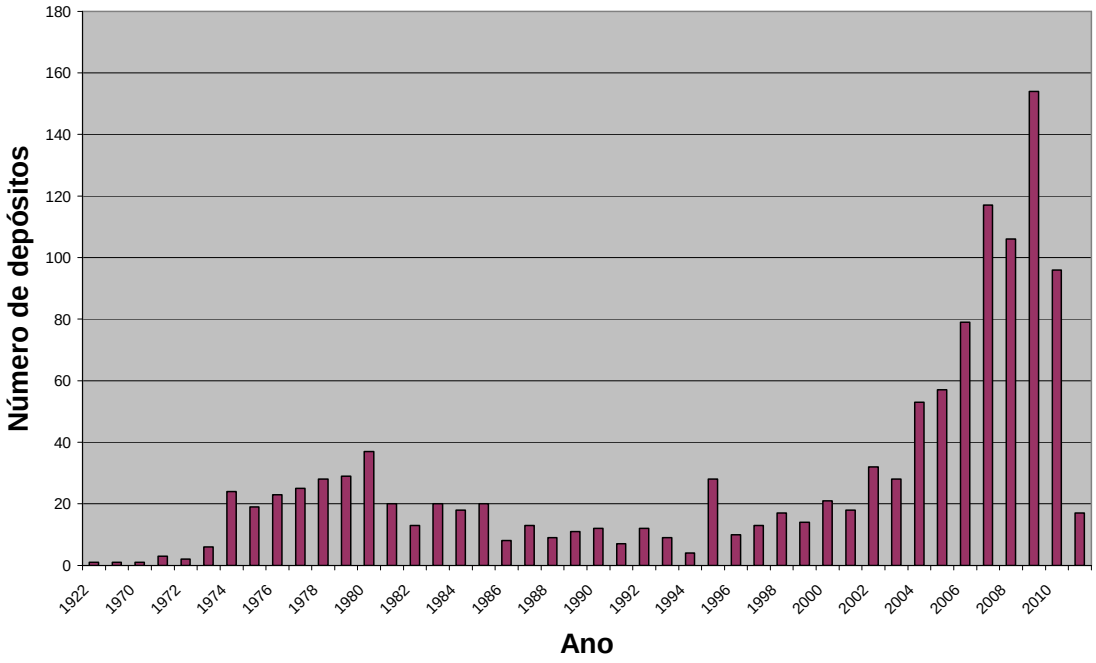


Figura VII.11- Histórico de depósitos – Energia Geotérmica

Fonte: Elaboração própria

Entre final da década de 80 e 90, o interesse por tecnologias envolvendo a energia geotérmica ficou estagnado (vide Figura VII.11), número de depósitos inferior a 20 anuais na média, o que pode ser explicado pelos baixos preços do petróleo, o que desencorajava os investimentos em novos projetos e pesquisas envolvendo energias renováveis.

Do ano 2000 até a presente data o que se vê é o ressurgimento do interesse no desenvolvimento de tecnologias envolvendo a energia geotérmica (vide Figura VII.11), amparado neste ponto pela crescente preocupação com a questão ambiental, e consequentemente das pressões governamentais e da opinião pública, além da escassez de energia mundial.

b) Histórico dos depósitos por país depositante:

O desenvolvimento de tecnologias neste setor, como já discutido no item anterior, sofreu um grande impacto positivo nas décadas de 70 e 80, sendo neste período os principais depositantes de documentos de patente os Estados Unidos e Alemanha, países fortemente afetados à época devido às duas crises do petróleo no período. Os Estados Unidos por ser o maior mercado consumidor de energia naquela época e a Alemanha por ser uma das maiores economias européias, o que aumentava a sua necessidade por energia.

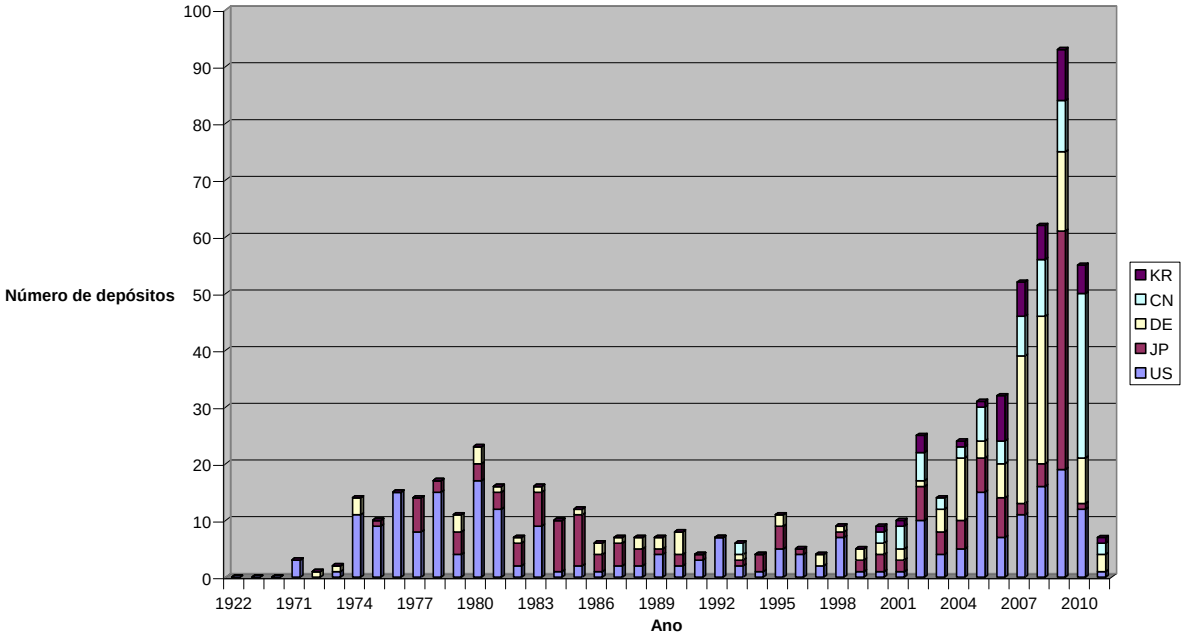


Figura VII.12- Histórico por país depositante (5 principais) – Energia Geotérmica
Fonte: Elaboração própria

Além disso, também contribuiu para o surgimento do interesse em pesquisas no setor a criação do Programa Tecnológico Geotérmico (Geothermal Technologies Program[53]) do governo americano em 1970. (DOE, 2010).

Do final da década de 70 e início da década de 80 começam a surgir depósitos de documentos de patente efetuados por japoneses, já que o Japão

[53] O programa Tecnológico Geotérmico ("*Geothermal Technologies Program*" (GTP)) é representa uma parceira entre a indústria, academia, e os laboratórios do Departamento de Energia dos Estados Unidos criada com o intuito de tornar a energia geotérmica viável economicamente.

dependia fortemente do petróleo importado como fonte de energia neste período e sua economia foi duramente afetada pelas duas crises do petróleo.

Entre o final da década de 80 e de 90, os três países (Estados Unidos, Alemanha e Japão) permanecem sendo os principais países interessados no desenvolvimento de tecnologias no setor da energia geotérmica, surgindo a partir do inicio dos anos 2000 os primeiros depósitos de documentos de patente provenientes de países da Ásia, fora Japão, em especial Coréia e China, com maior destaque para a China, o que acaba por refletir a necessidade crescente por energia da China, atualmente o maior consumidor final de energia no mundo.

O aparecimento da Coréia como um dos principais países em depósitos de documentos de patente em energia geotérmica à partir dos anos 2000, tem como um dos possíveis fatores impulsionadores o aumento dos preços do petróleo, o que tem influencia direta na economia Coreana, já que a Coréia é um país fortemente dependente da importação de energia, sendo atualmente 97% de sua energia importada (Lee, 2009).

c) Principais países de depósito:

Dentre os dez principais países de depósito, Estados Unidos, Alemanha, Japão e China respondem por aproximadamente 51% dos 1236 documentos recuperados.

É importante observar, porém que o número de depósitos dos Estados Unidos é quase que o dobro do número de depósito da China, o mesmo ocorrendo em relação a Alemanha e Japão.

A exploração de fontes de energia geotérmica nos Estados Unidos vem desde o século 19 com a exploração de fontes hidrotérmicas na Califórnia (DOE, 2010), e pesquisas na aérea continuaram ao longo dos anos, embora não em um ritmo constante (vide Figura VII.12), influenciadas pelas flutuações da economia mundial.

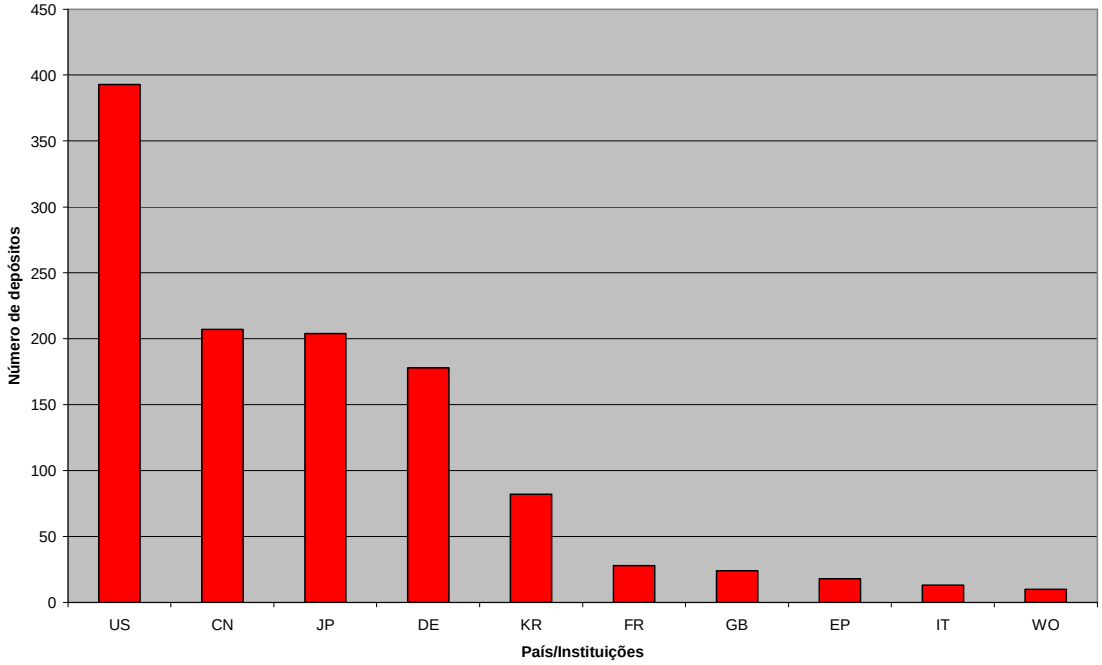


Figura VII.13: Principais países de depósito – Energia Geotérmica

Fonte: Elaboração própria

É importante destacar que embora os depósitos de documentos na China sejam recentes (vide Figura VII.12), a China já responde por aproximadamente 7% dos documentos recuperados (vide Figura VII.12), sendo tal busca por fontes de energia alternativas, dentre elas a energia geotérmica, apoiada pelo aumento da demanda por energia provocada pelo crescimento econômico do país.

A energia geotérmica desponta como uma das principais alternativas energéticas na China, devido em especial a abundância de fontes geotérmicas no país, que possui mais de 2700 fontes hidrotérmicas de superfície (Hot springs), com temperatura superior a 25℃ (Battocletti e Li, 1996), potencial este que vem sendo aproveitado, sendo a China o país que mais usa o calor geotérmico, totalizando 46,3 PJ/ano em 2009 (Lund, Freeston e Boyd, 2011)

d) Principais Países – por origem do depositante:

Dentre os principais países de origem do depositante quanto ao tocante a energia geotérmica, destaca-se os Estados Unidos, com 14% do total de documentos recuperados.

Um dos fatores responsáveis por tal número de documentos recuperados é o apoio do governo americano, que nos anos 70, criou o Programa Tecnológico Geotérmico (Geothermal Technologies Program[54]) para o apoio a pesquisa no setor, apoio este que vem sendo mantido ao longo dos anos, tendo em 2006 os investimentos em pesquisa no setor nos Estados Unidos atingido um patamar de U$ 1,3 bilhões (DOE, 2010).

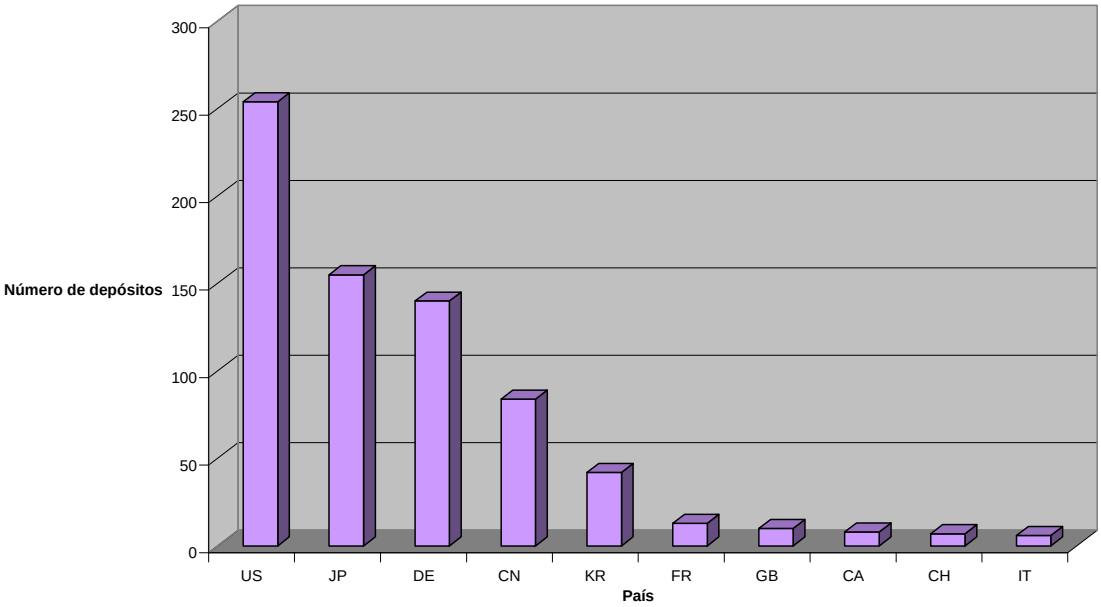


Figura VII.14: Principais países –por origem do depositante – Energia Geotérmica

Fonte: Elaboração própria

Na segunda posição encontra-se o Japão, que vem apostando no desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento da energia geotérmica, já que é um país de características vulcânicas, e, portanto, com largas reservas domésticas geotérmicas, para auxiliar na diminuição de sua dependência energética, em especial em relação aos combustíveis fósseis (Demetriou, 2009).

A Alemanha, assim como a Coréia e Canadá, tem necessidade de explorar suas fontes hidrotérmicas convencionais de alta temperatura, o que faz com que

[54] The Geothermal Technologies Program (GTP) works in partnership with industry, academia, and DOE's national laboratories to establish geothermal energy as an economically competitive contributor to the U.S. energy supply

este país invista consideráveis esforços em P&D no desenvolvimento de tecnologias para a exploração de energia geotérmica, assim como a Suíça (AIE, 2011a).

A China possui posição similar a da Alemanha e Japão já que como foi comentado tem fontes geotérmicas em abundância.

A França por sua vez, após ter o setor da energia geotérmica desenvolvido durante a década de 80, devido às atrativas condições econômicas, políticas adequadas e estrutura organizacional, percebeu um período de estagnação durante os anos 90, e somente após o Acordo de Kyoto é que a França investiu novamente no desenvolvimento de tecnologias envolvendo a energia geotérmica, tendo em 2005 sido implementada a Lei Francesa em Energia (GEOFAR, 2012).

Já a Grã-Bretanha, Canadá, Itália e Suíça, embora apareçam entre os principais depositantes no setor de energia geotérmica, apresentam um total de depósitos inferior a 10 dentro do período estudado.

e) Conteúdo das patentes – uso da Classificação Internacional de Patentes:

Analisando a distribuição dos documentos de patente recuperados (vide Figura VII.15 , em termos da CIP, nota-se que a maior parte dos documentos estão relacionados à duas grandes áreas do conhecimento, em primeiro lugar a processos voltados para a produção de calor (subclasse F24J), e a equipamentos ou dispositivos para a geração de energia elétrica a partir da energia mecânica (subclasse F03G), em especial àqueles para a produção de energia mecânica a partir de energia geotérmica (F03G-004/00)[55].

[55] Vide Anexo 1.

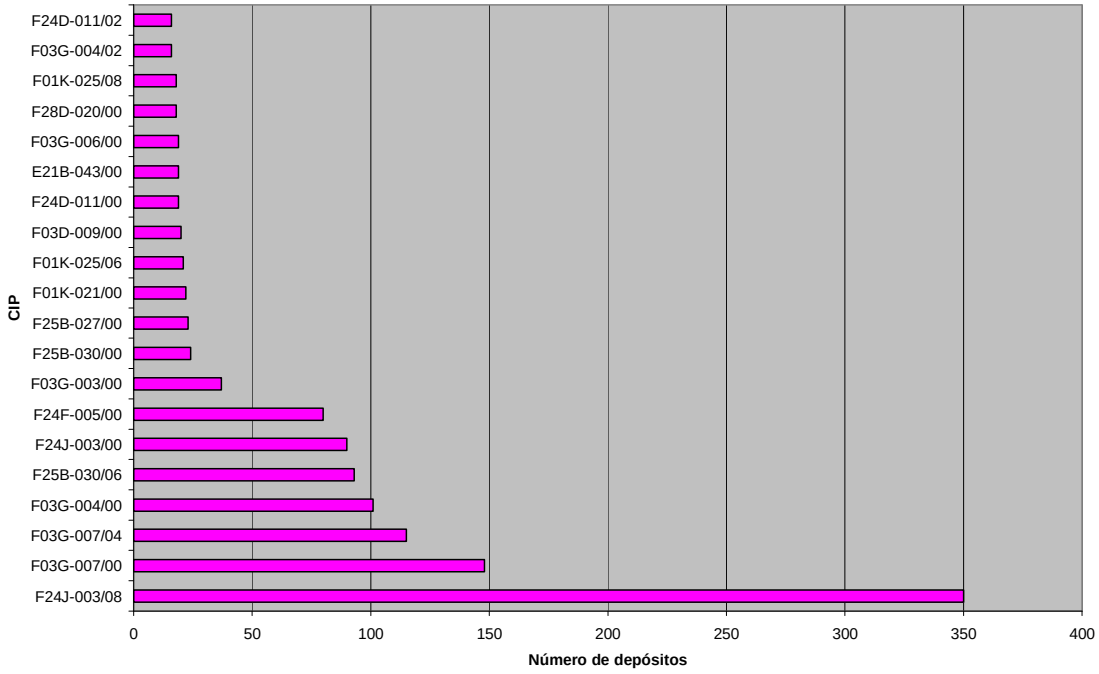


Figura VII.15: Principais subclasses/subgrupos da CIP – Energia Geotérmica

Fonte: Elaboração própria

f) Principais atores:

No caso da energia geotérmica as 10 maiores empresas/pessoas físicas/instituições em número de depósito de documentos de patente respondem por aproximadamente 14% do total de documentos de patente recuperados na busca (1236), sendo os dois principais pesquisadores (pessoas físicas) identificados na busca funcionários da Agência Japonesa de Energia Atômica, órgão do governo que atualmente lidera as pesquisas no setor (JAEA, 2012).

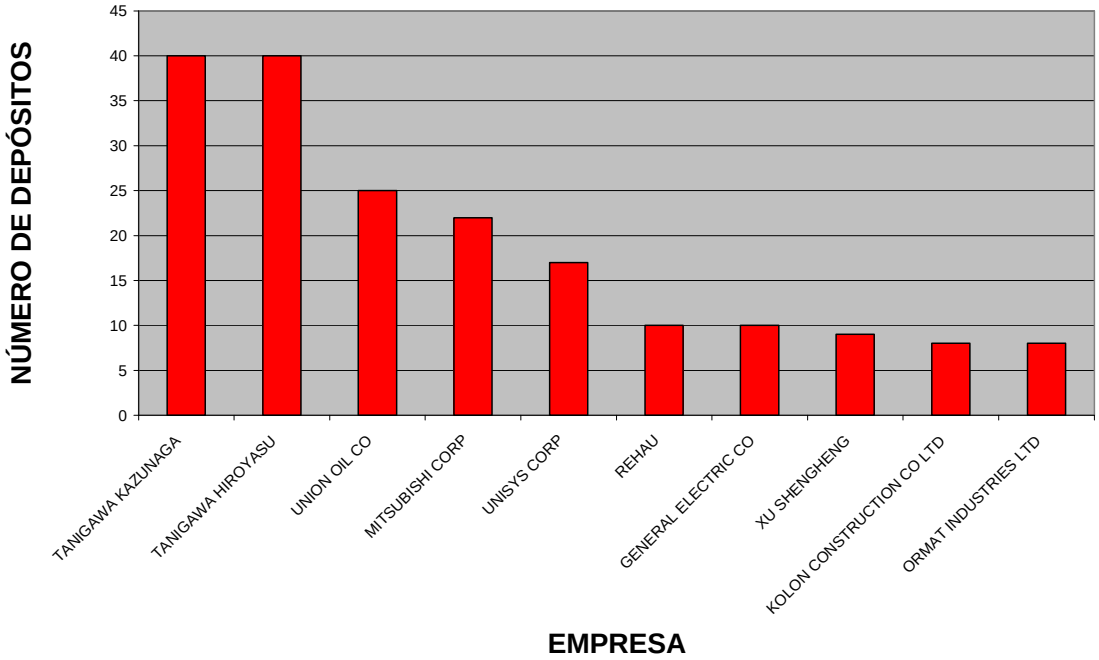


Figura VII.16: Principais depositantes– Energia Geotérmica

Fonte: Elaboração própria

Ainda dentre as empresas/instituições com sede no Japão, e grande depositante de patentes no âmbito da energia geotérmica, tem-se a Mitsubishi, que possui atualmente 90 plantas geradoras empregando energia geotérmica no Japão, além de outras 11 nos mais diferentes países, com enfoque na geração de energia utilizando o calor proveniente de fontes hidrotérmicas (Mitsubishi Heavy Industries, 2012).

Já a Union Oil Company, é uma empresa Americana atuando no mercado desde o século 19 com a exploração das fontes geotérmicas na Califórnia, não existindo nos dias de hoje como uma empresa independente, já que sofreu uma fusão com a Chevron em 2005 (White, 2005).

Dos Estados Unidos também é destaque a Unisys e a GE, sendo o foco da primeira tecnologias voltadas para o desenvolvimento de sistemas de controle para plantas geradoras de energia a partir de fontes geotérmicas (Unisys, 2012), e da segunda o desenvolvimento de equipamentos para a geração de energia a partir de fontes hidrotérmicas, em especial turbinas a vapor e bombas em geral.

Xu Shengheng é um pesquisador nascido em Beijing na China que atua em pesquisas na área de bombas de calor (heat pump), tendo criado em 2000 a

empresa Ever Source Science and Technology Development Company Limited (China Vitae Bibliograpical Information, 2012.)

A Alemanha, como um dos 10 maiores países de origem de depósito de documentos de patentes em energia geotérmica encontra-se representada pela empresa REHAU, que tem como foco a aplicação da energia geotérmica na geração de calor, em especial para o aquecimento de casas e prédios, em especial devido a sua missão principal que é a produção de polímeros para uso no setor de construção civil (Rehau, 2012).

O grupo Coreano Kolon tem em sua divisão de engenharia e construção a maior responsável por pesquisas na área da energia geotérmica atuando também na construção de plantas geotérmicas (Kolon, 2012)

A empresa com sede em Israel Ormat atua há 40 anos no desenvolvimento de tecnologias para exploração de energia geotérmica, sendo atualmente uma empresa verticalmente integrada atuando no design, desenvolvimento, construção, produção e operação de plantas geotérmicas para geração de energia, distribuídas mundialmente. Embora a empresa tenha sede em Israel, onde ficam concentradas as suas fábricas, sua subsidiária nos Estados Unidos é que controla a maior parte das atividades da empresa (Ormat, 2012).

Análise de Dados - Energia Geotérmica – Brasil:

A) Depositantes de origem brasileira:

Dentre os depósitos de documentos de patente recuperados na busca efetuada no campo da energia geotérmica apenas uma empresa brasileira foi identificada, o grupo Green Energy, que segundo o site oficial da empresa é uma holding com sede em São Paulo, atuante no setor de energia renovável através de duas linhas de atuação: produção de energia limpa (térmica e/ou termoelétrica).

B) Histórico:

Como o país não está localizado em regiões que facilitem a exploração de fontes geotérmicas (não há atividade sísmica, nem mesmo nas proximidades dos

limites de placas tectônicas), o Brasil aparentemente não possui potencial para a exploração de tal fonte de energia, o que justifica o inexpressivo número de depósitos de documentos de patente no país, 25 somente, a irregularidade e baixo número de depósitos (vide Figura VII.17).

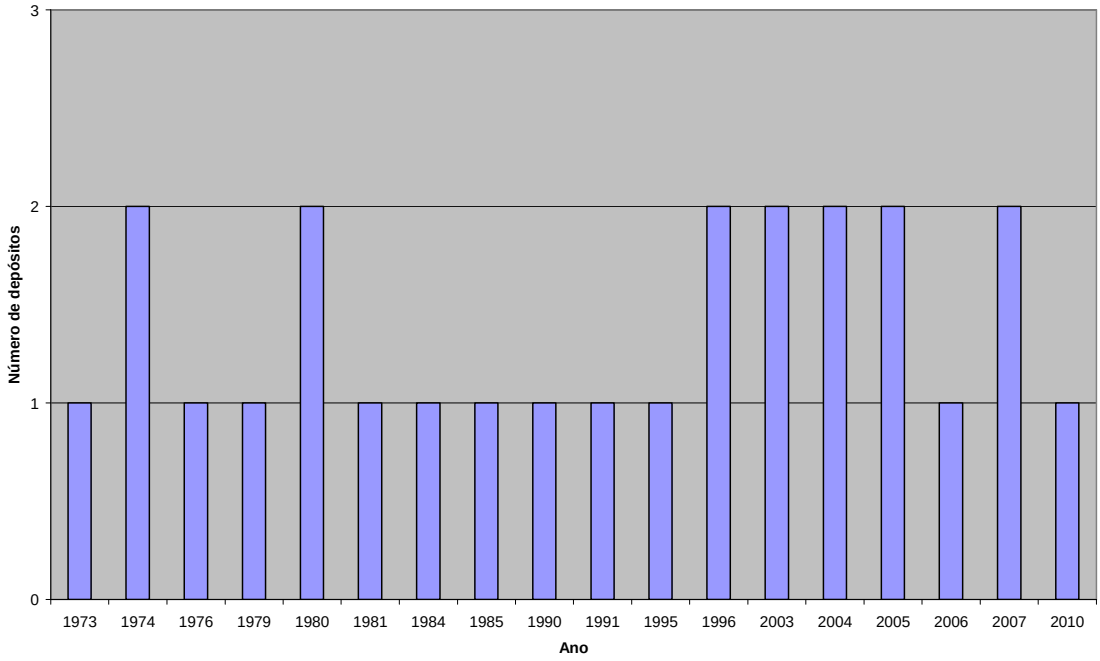


Figura VII.17- Histórico – Energia Geotérmica – Brasil
Fonte: Elaboração própria

C) Principais Atores:

O pouco interesse no setor fica claro quando vê-se a distribuição, dentro do pouco expressivo número de depósitos, de pesquisadores independentes na forma de pessoas físicas (inventores), e de empresas de pequeno porte, baseadas em tecnologia[56], como a Kalex Inc.

[56] Não foram localizadas informações disponíveis referentes às empresas listadas, não possuindo nem mesmo um “site” específico.

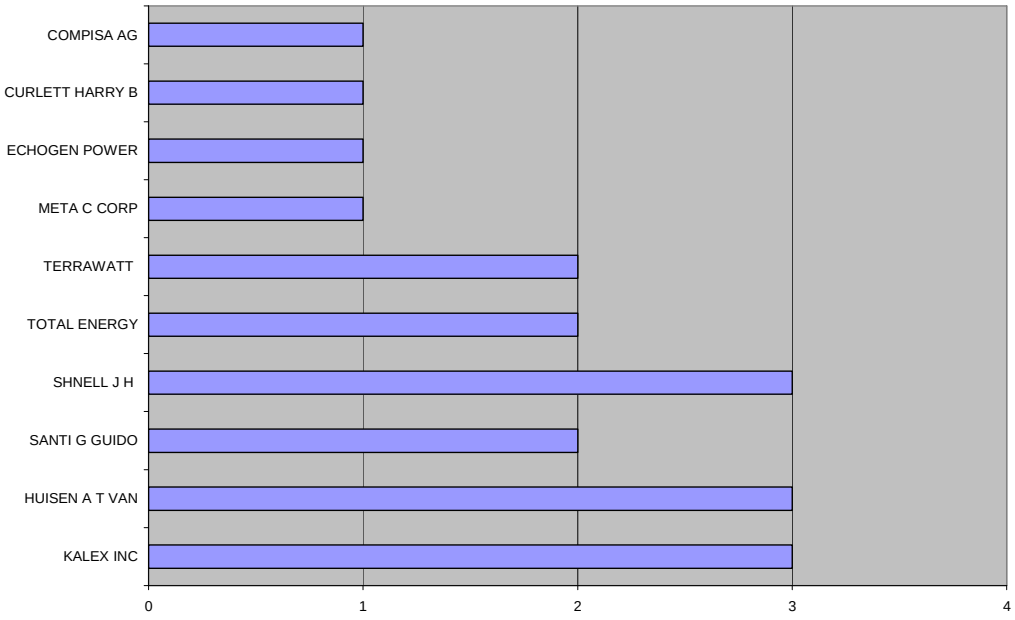


Figura VII.18- Principais Atores- Energia Geotérmica – Brasil
Fonte: Elaboração própria

D) Principais países – por origem dos depositantes:

Dentre o pequeno número de documentos identificados merecem destaque: os Estados Unidos, que responde por 50% dos documentos, China e Argentina (vide Figura VII.19).

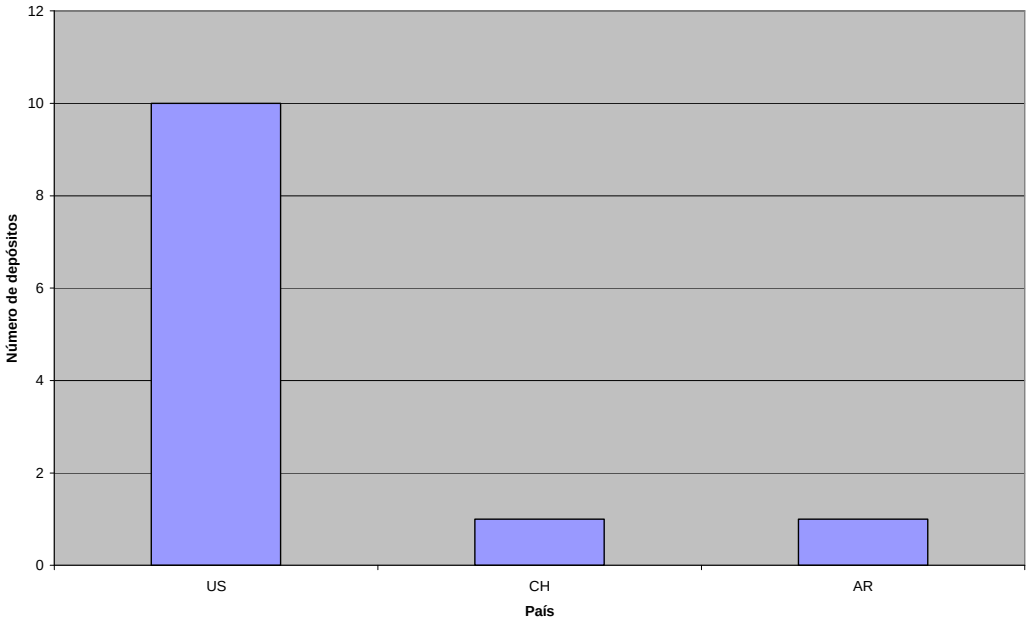


Figura VII.19- Principais países – por origem do depositante- Energia Geotérmica – Brasil
Fonte: Elaboração própria

7.2.3. Energia Solar – Busca, recuperação e tratamento de dados

Neste estudo a busca foi efetuada tendo como base, conforme já discutido no item 7.1 do presente capítulo desta dissertação, uma combinação de palavras-chave e a CIP (Classificação Internacional de Patentes) para a tecnologia em questão, tendo sido recuperados 3127 documentos.

A estratégia de busca encontra-se definida abaixo:

a) Palavras-chave e operadores (busca no título, resumo e reivindicações):
Solar (and) (energy (or) heat) (and) (collector (or) photovoltaic (or) cell)
b) CIP:
Empregada utilizando-se o operador (or)[57]. As subclasses da CIP empregadas foram: F24J-002/00, F03G-006/00, H01L-31/058, H01L-025/00, H01L-03/00, H02N-006/00) [58].

7.2.3.1. Energia Solar – Análise de Dados- Mundo

a) Histórico:

O nível de pesquisa em energia solar em termos de análise histórica tem perfil similar as outras duas fontes de energia renováveis já comentadas, a energia eólica e a energia geotérmica.

Neste ponto do estudo, fica fácil notar que a pesquisa, ou interesse por energias renováveis, está intimamente ligada aos preços praticados para as chamadas fontes de energia de origem fóssil, em especial o petróleo.

[57] Operador “or”- Operador lógico onde a resposta da operação é verdade se e somente se pelo menos uma das variáveis de entrada for verdade.
[58] Vide Anexo 1

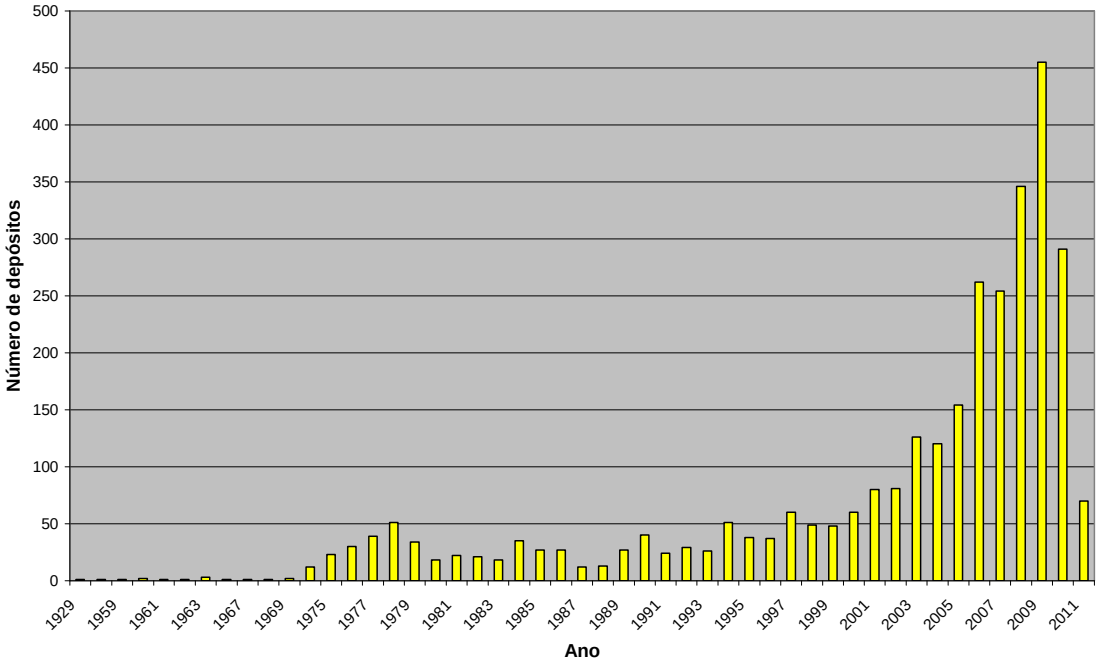


Figura VII.20- Histórico de depósitos- Energia Solar
Fonte: Elaboração própria

Nos períodos entre e após os dois choques do petróleo (1973 e 1979) as pesquisas, espelhadas pelo maior número de depósitos de documentos de patente, são superiores aos demais períodos, já que neste ponto, os altos preços praticados para os combustíveis fósseis tornam projetos e pesquisas envolvendo as energias renováveis atraentes (vide Figura VII.20).

A diferença existente entre os históricos da energia geotérmica e energia eólica para a energia solar é que no caso da energia solar, mesmo com os altos preços praticados para os combustíveis fósseis na década de 90, os depósitos de documentos de patente naquele período se mantiveram em torno dos 50 depósitos anuais, o que não ocorreu no caso da energia geotérmica e da energia eólica.

b) Histórico dos depósitos por país de origem do depositante:

O inicio do desenvolvimento da energia solar, em especial a energia solar fotovoltaica ocorre à partir da década de 50 nos Estados Unidos (vide Figura VII.21), com o desenvolvimento, em 1954, da primeira célula fotovoltáica à base de silício capaz de converter energia solar suficiente para fazer funcionar equipamentos elétricos convencionais (DOE,2002).

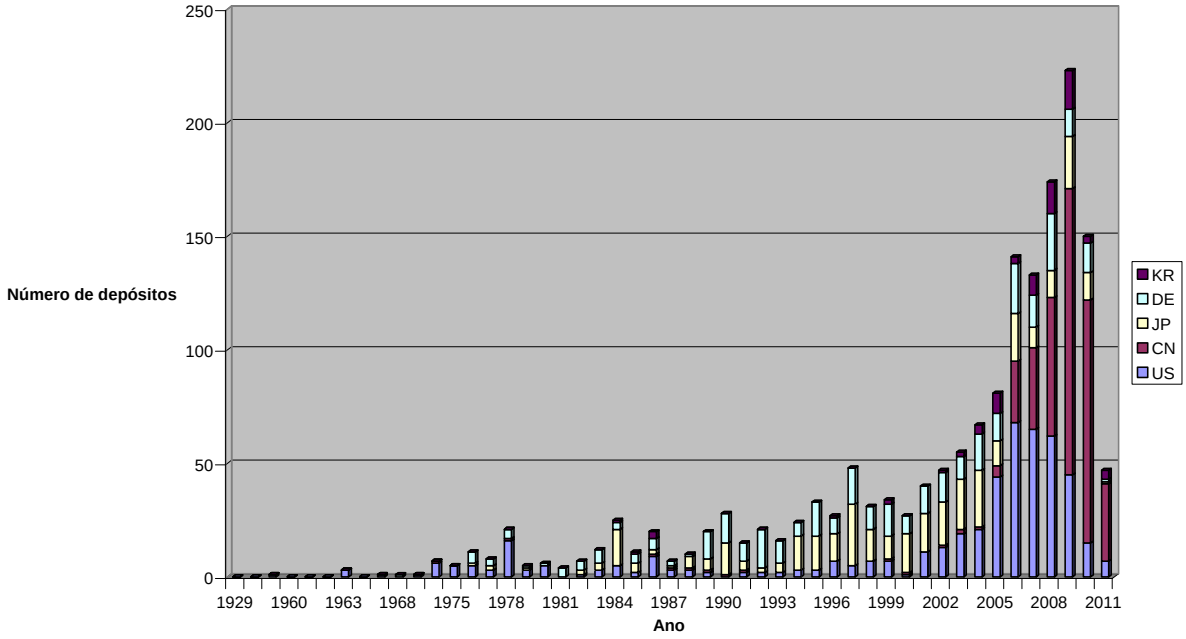


Figura VII.21- Histórico de depósitos por país de origem do depositante (cinco principais) Energia Solar
Fonte: Elaboração própria

Ainda na década de 60, há um pequeno movimento da Rússia no campo, em especial devido à corrida espacial, já que os satélites enviados por Rússia e Estados Unidos empregavam painéis solares para obter energia.

O Reino Unido (GB) também demonstra um pequeno interesse em energia solar a partir da década de 60, porém as pesquisas no setor se estendem por um período maior, até o inicio da década de 80, embaladas pelos altos preços dos combustíveis fósseis provocados pelos dois choques do petróleo.

O governo americano, representado pelo Departamento de Energia Americano e um consórcio de indústrias se uniu para por em operação uma central de demonstração de 10 megawatts, a Solar One, em 1982, que mostrou para o mundo que a energia solar era algo plausível (DOE, 2002).

Alemanha, por sua vez, inicia as pesquisas no setor a partir da década de 70 (choques do petróleo), porém o interesse no setor, representado pela maior participação no total de depósitos, se torna mais intenso a partir da década de 90, com a adoção da Lei Federal de Alimentação em Eletricidade (Electricity Feed Law (StrEG)) em 1991, que obrigava as entidades públicas a obter energia gerada a partir de fontes de energia renováveis, dentre estas a energia solar, com a utilização

de taxas pré-fixadas, baseadas na média de ganho por kWh (Bechberger e Reiche, 2004)

Já a partir da década de 80, o Japão surge como uma das principais forças no desenvolvimento de tecnologias envolvendo a energia solar, em especial em função do programa do governo denominado "*Sunshine Program*", um programa nacional de P&D focando na redução substancial da dependência do país em relação aos combustíveis fosseis até o ano 2000.

O interesse do Japão no setor permanece na década de 90, em que o governo Japonês remove algumas barreiras regulatórias que vinham segurando o mercado da energia solar no setor, o que intensificou as pesquisas no setor, além do desenvolvimento de um programa que implementava subsídios para a utilização de sistemas fotovoltaicos em residências a partir de 1994. Com o final dos subsídios em 2005, as empresas e instituições se vêem desestimuladas para investir em pesquisa e desenvolvimento no país, o que fica claro quando se observa a Figura VII.21. (Kimura e Suzuki, 2006)

O aumento no interesse por tecnologias no setor da energia solar, porém se solidifica no inicio dos anos 2000, já que em 1999 é desenvolvida nos Estados Unidos uma célula fotovoltaica que converte aproximadamente 32% da energia solar em eletricidade, o que viria a facilitar a expansão da energia solar, em especial a fotovoltaica no mundo.

Também em 2000, como nos casos da energia eólica e geotérmica, os depósitos de documentos de patente provenientes da China começam a surgir, impulsionados pela necessidade crescente de energia naquele país.

C) Principais países de depósito:

A discussão quanto aos principais países de depósito espelha as características de necessidade de proteção de mercado. Sendo assim, lideram esta distribuição os Estados Unidos, a China, Alemanha e Japão, conforme pode ser notado na Figura VII.22.

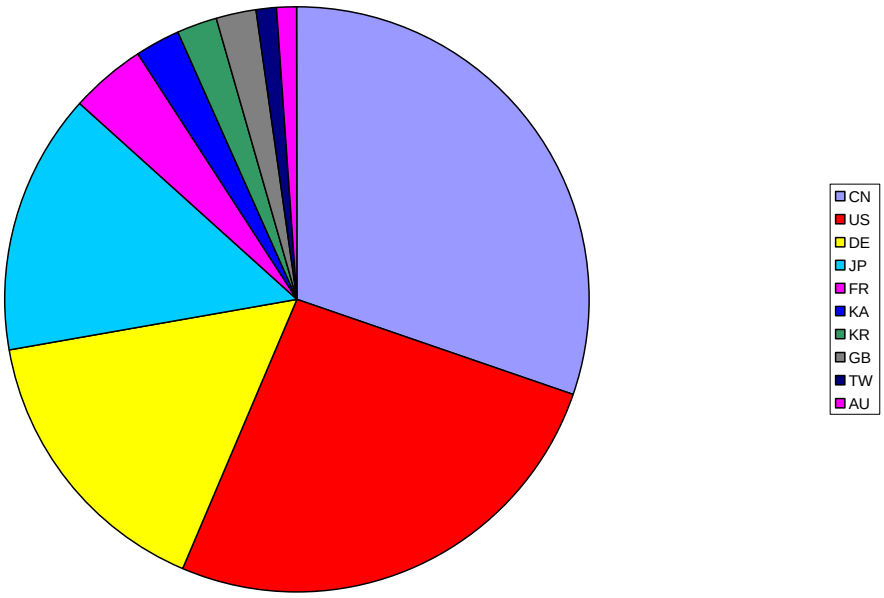


Figura VII.22- Principais Países de depósito - Energia Solar
Fonte: Elaboração própria

Tais países são líderes, em termos de mercado global em energia solar gerada por células fotovoltaicas, já que o mercado para energia solar produzida por CSP estava inativo tendo ressurgido somente após 2007.

O mercado, em termo de capacidade instalada é de 17,3GW para a Alemanha, 1GW para o Japão, 0,9 GW para os Estados Unidos e 0,6GW para a China 0,6GW em 2010 (REN21, 2011).

d) Principais países – por origem do depositante:

Conforme discutido no item (b) relativo à energia solar do presente capítulo, os Estados Unidos foi um dos pioneiros no desenvolvimento de tecnologias envolvendo a energia solar, além de naquele país haver apoio do governo ao setor, em especial no que diz respeito a pesquisa e desenvolvimento.

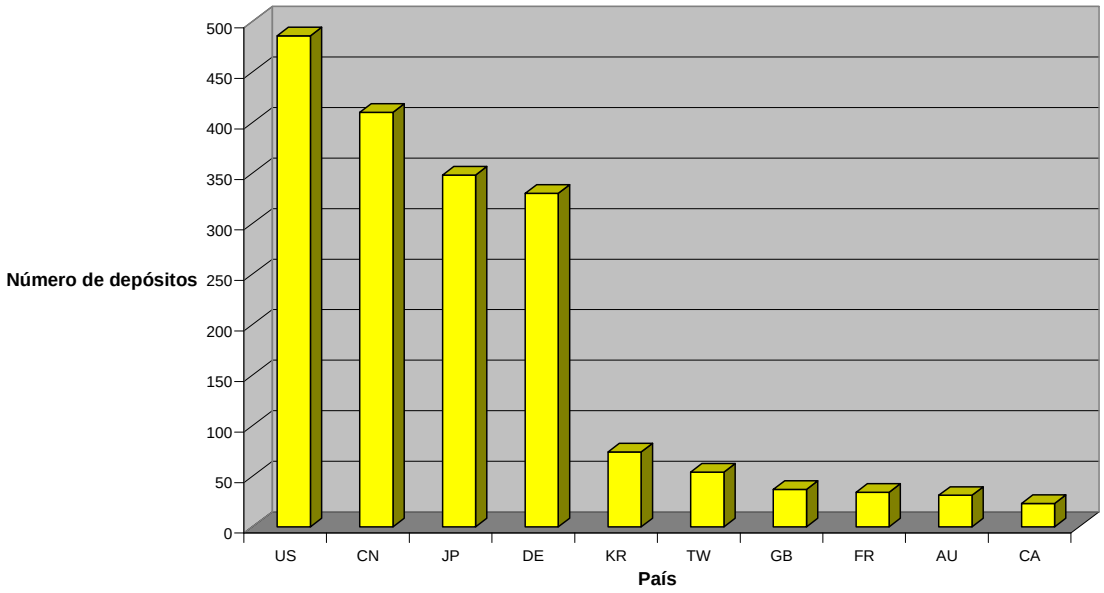


Figura VII.23- Principais países – por origem do depositante – Energia Solar
Fonte: Elaboração própria

A China demonstra pelo número de depósitos totais efetuados, que vem investindo largamente no desenvolvimento de tecnologias empregando a energia solar, o que demonstra a necessidade premente da China por energia.

No Japão e Alemanha as pesquisas em grande volume no setor foram efetuadas até o inicio dos anos 2000, vide Figura VII. 21, que acabam refletindo no total de documentos recuperados (vide Figura VII.23) com os dois países surgindo entre os três principais.

Coréia surge em quinto lugar, devido ao crescente apoio do governo na forma de uma legislação em prol das energias renováveis, além de subsídios na forma de tarifas do tipo *"feed-in"* para a energia solar. (Green World Investor, 2011)

e) Conteúdo das patentes – uso da Classificação Internacional de Patentes

Como se pode observar pela Figura VII.24, as pesquisas no setor da energia solar estão concentradas nas áreas de geração de calor (subclasse F24J), e de dispositivos (subclasse H01L), em especial semicondutores (H01L-031/00), para a conversão da radiação solar em energia elétrica, no sentido de se tentar aumentar a

eficiência de tal conversão, além de geradores para a conversão direta de energia luminosa em energia elétrica (H02N-006/00)[59].

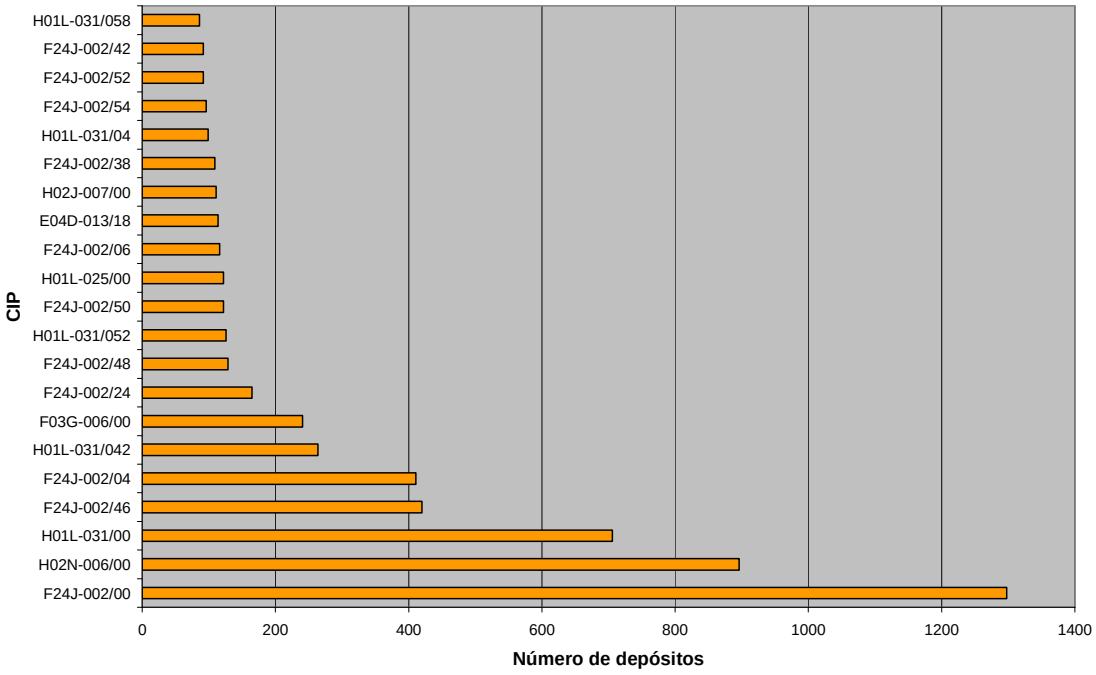


Figura VII.24- Principais subclasses da CIP – Energia Solar
Fonte: Elaboração própria

E) Principais Atores:

As 10 principais empresas, em termos de números de depósitos no setor de energia solar, segundo a prospecção realizada para o presente estudo, respondem por 7% do total de depósitos de documentos de patentes recuperados.

Os principais atores neste setor são empresas sediadas no Japão, Coréia e Estados Unidos. Dentre as Japonesas destacam-se a Matsushita (que hoje faz parte da holding Panasonic), Seksui, Sharp, Canon, Mitsubishi, Sanyo e Toshiba (vide Figura VII.25).

Das coreanas temos especial destaque para a Samsung e nos Estados Unidos a GE, que vem surgindo como uma das empresas líderes no âmbito das tecnologias voltadas para as energias renováveis e o centro de pesquisas do Vale do Silício “Palo Alto Research Center Inc” (vide Figura VII.25).

[59] Vide Anexo 1.

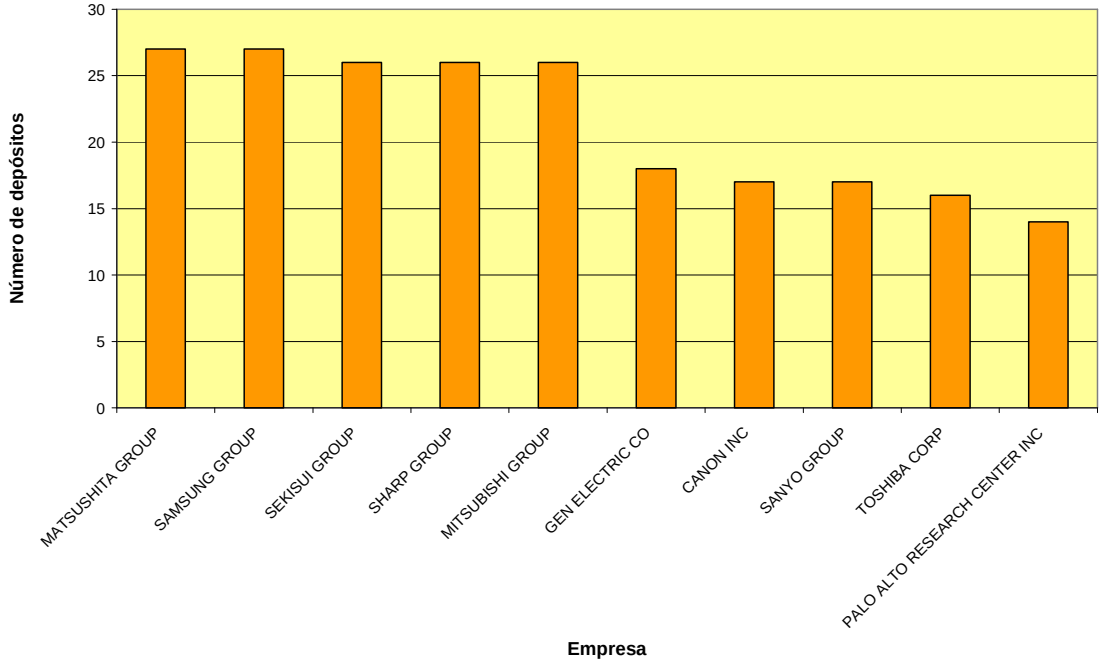


Figura VII.25- Principais depositantes – Energia Solar

Fonte: Elaboração própria

Para esta análise, considerou-se todas as empresas do Grupo Matsushita, já que suas subsidiárias atuam nos mais diversos ramos do setor da energia solar, desde a fabricação de células, componentes e materiais para os equipamentos. Em 2008 a empresa concentrava a maior parte de sua atuação no Japão, país que representava metade de sua receita, porém com a utilização da marca Panasonic tem alcançado uma maior participação no exterior (Takenaka, 2008)

A Sanyo, cuja aquisição pela Panasonic se deu em 2010, também atua na produção de painéis solares, assim como o Grupo Toshiba e a coreana Samsung, cuja pesquisa em células fotovoltaicas se iniciou em 1987 e em células fotovoltaicas a base de silício em 2008 (Wakabaiashi, 2010; Samsung, 2012).

A empresa Sekisui não atua diretamente na produção de tecnologia no setor de energia solar, mas mais especificamente no setor de construção civil, neste caso desenvolvendo tecnologia para as células a energia solar possam ser utilizadas em residências (Seksui, 2012).

A Sharp, através de seu braço Sharp Solar atua na produção de módulos de filmes finos e células de silício mono e poli cristalinas, tendo as pesquisas no âmbito das células solares na empresa iniciado em 1959 e a produção em massa em 1963 (Sharp, 2012).

A Mitsubishi, assim como a Sharp também atua no mercado de células fotovoltaicas e a Canon, embora pesquisando na área de energia solar, não trata de energia solar “per se”, mas sim para a aplicação de painéis solares em câmeras e equipamentos produzidos por esta empresa (Toshiba, 2012; Samsung, 2012)

Além das empresas japonesas e Coreanas, empresas americanas também surgem dentre as principais depositantes de documentos de patente relativos a energia solar, com especial destaque para a GE, que atualmente é uma das líderes em eficiência em relação ao painéis solares de filme fino (GE, 2012b).

As chamadas empresas de tecnologia, como o Centro de Pesquisas de Palo Alto Inc, voltadas especificamente para a pesquisa e desenvolvimento também surgem na Figura VII.25. O Centro de Pesquisas de Palo Alto é uma spin-off da Xerox (PARC, 2012).

Análise de Dados - Energia Solar – Brasil:

A) Depositantes de origem brasileira:

Dos documentos recuperados na busca efetuada cobrindo documentos de patente relativos à energia solar no mundo (3127), não foram localizados documentos de patente com depositante seja de origem brasileira.

B) Histórico:

Dos documentos recuperados (3127), somente 84 (aproximadamente 3%) deles tem depósitos de documentos de patente da mesma família efetuados no Brasil.

Isto é um reflexo do pouco investimento no setor, e o pouco apoio por parte do governo brasileiro. No Brasil, por exemplo, existe somente uma usina de energia solar comercial em operação no Nordeste do país (vide Capítulo 4).

Este cenário negativo se reflete no pequeno número de depósitos por ano referentes a tecnologias envolvendo a energia solar, que só superou os 10 depósitos anuais em 2006.

Em função do enorme potencial do país, somente recentemente (2012) é que surgem as primeiras notícias indicando a regulação do setor pelo governo, com a criação de incentivos fiscais e o estabelecimento de condições favoráveis para a venda de energia para o sistema de distribuição nacional.

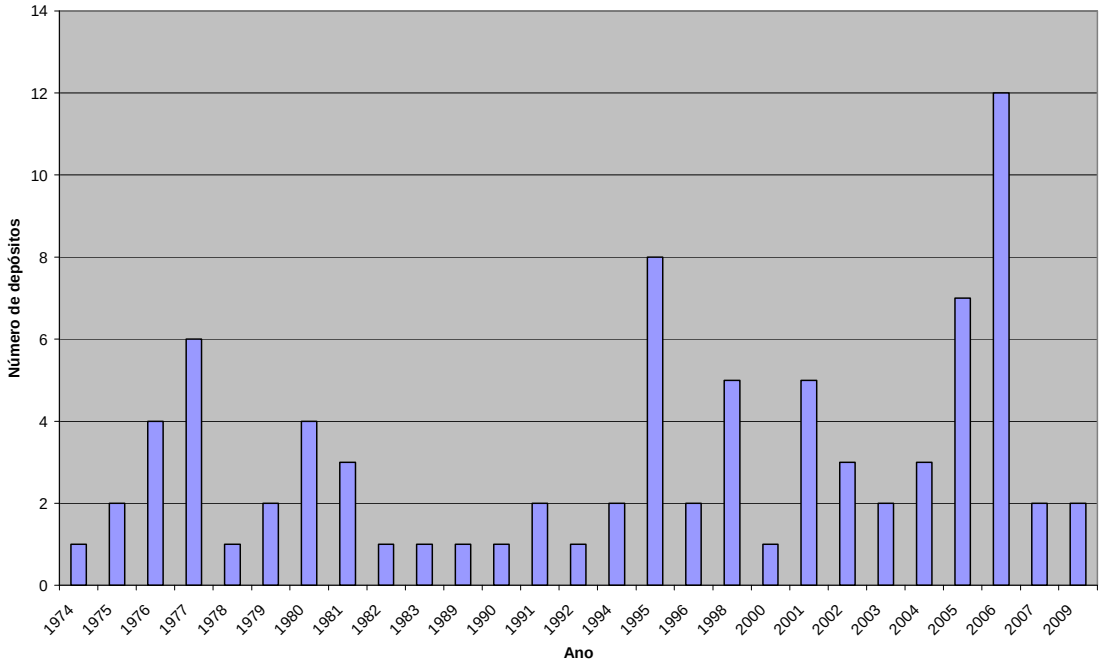


Figura VII.26- Histórico – Energia Solar - Brasil

Fonte: Elaboração própria

C) Principais Atores:

Dentre as principais empresas de destaque, quatro delas (Owens Illinois, Guardian, Saint-Goban e EDTEK), atuam no mercado de energia solar voltado para a fabricação de painéis de vidro para uso na geração empregando a tecnologia CSP, sendo que uma destas também produz painéis fotovoltáicos (EDTKE).

Do restante, a Sorelec atua no mercado de painéis fotovoltaicos, a Terrasun na produção de painéis solares para residências, a Thermal Energy atua na produção de equipamentos voltados para o aquecimento de água empregando a energia solar.

Ainda fazem parte da listagem um pesquisador independente (Izumi Hisao) e uma universidade (Princeton University).

Como se pode observar nenhuma das empresas identificadas são líderes mundiais no mercado de energia solar.

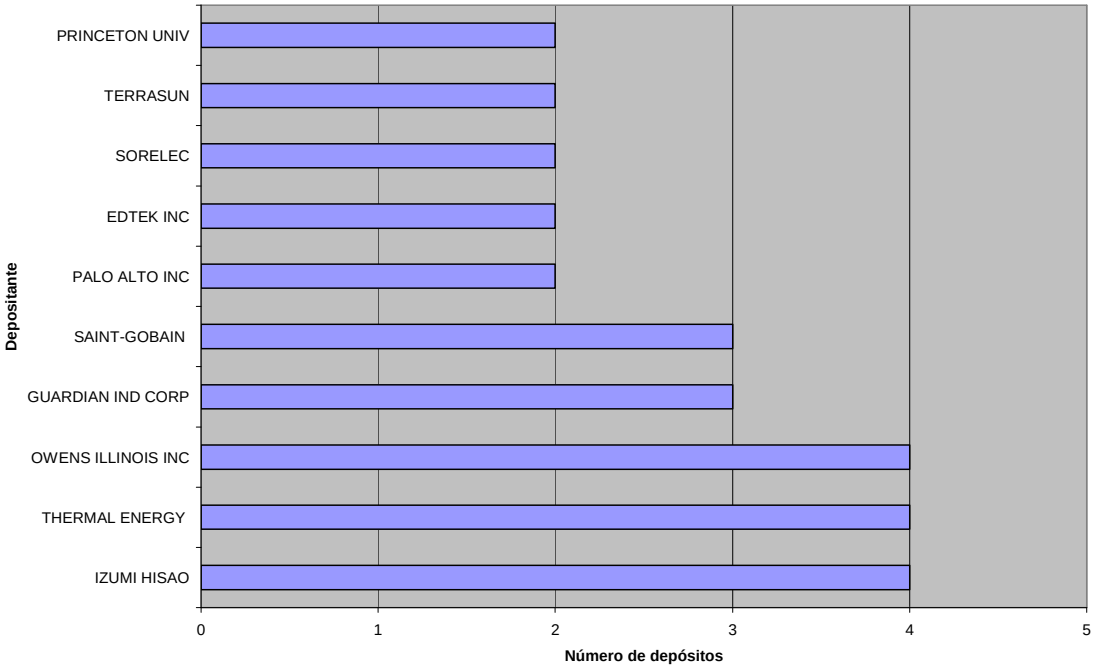


Figura VII.27- Principais Atores - Brasil

Fonte: Elaboração própria

d) Principais países de origem:

Dentre os principais países de origem é de especial destaque a participação dos Estados Unidos, com algo em torno de 25% do total de depósitos (vide Figura VII.28), bem superior aos demais países, de pouca representatividade (número total de depósitos inferior a 5).

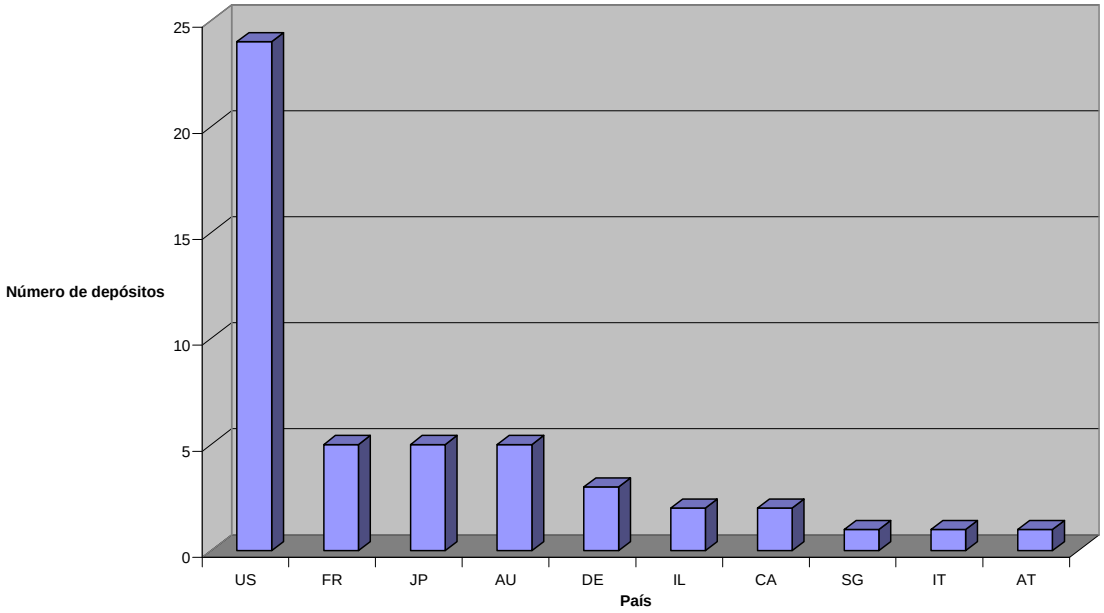


Figura VII.28- Principais Países por origem do depositante - Brasil

Fonte: Elaboração própria

7.2.4. Biomassa – Biodiesel - Busca, recuperação e tratamento de dados

Neste estudo a busca foi efetuada tendo como base, conforme já discutido no item 7.1 do presente capítulo desta dissertação, uma combinação de palavras-chave e a CIP (Classificação Internacional de Patentes) para a tecnologia em questão, tendo sido recuperados 2896 documentos.

A estratégia de busca encontra-se definida abaixo:

a) Palavras-chave e operadores (busca no título, resumo e reivindicações):
biodiesel (or) “fatty acid alkyl esters” (or) “fatty acid methyl Ester”
b) CIP: não utilizada[60]

7.2.4.1. Biomassa – Biodiesel - Análise de Dados:

A) Histórico:

[60] Neste caso a CIP não foi utilizada, pois os documentos recuperados quando esta foi empregada não estavam de acordo com o objeto do estudo. A busca se tornou por demais ampla, perdendo em representatividade.

A história do biodiesel inicia-se em 1853, com o emprego do processo de transesterificação, pela primeira vez, com o uso de óleos vegetais para a obtenção de combustíveis usados em motores do ciclo diesel, iniciativa esta de um cientista da Universidade de Bruxelas (Bélgica), Dr. George Chavanne, que patenteou tal processo em 1937 (KNOTHE, 2001 *apud* PLÁ, 2003).

No Brasil, o primeiro depósito de pedido de patente referente ao Biodiesel data de 1980, com o depósito do PI 8004358-5 de Expedito de Sá Parente de Fortaleza, no Ceará (INPI, 2008).

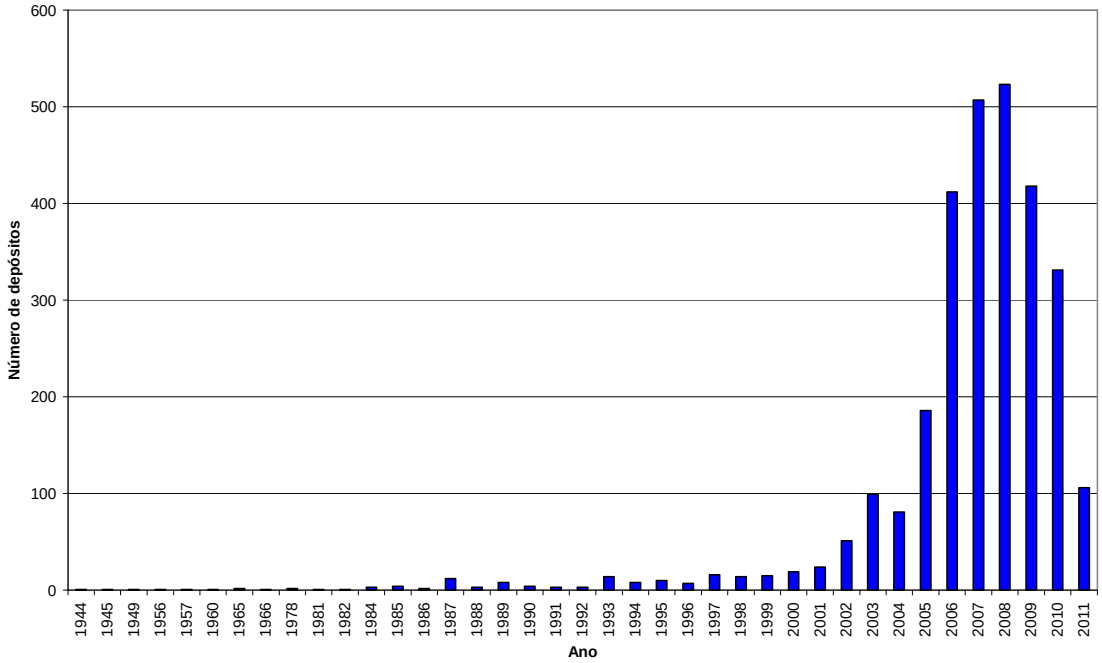


Figura VII.29- Histórico de depósitos – Biodiesel
Fonte: Elaboração própria

Porém o interesse em combustíveis de origem renovável, em especial no que tange o biodiesel, renovou-se a partir do ano 2000, devido a um novo período de alta nos preços do petróleo, além das pressões globais devido às questões ambientais, o que levou alguns países a criarem subsídios e incentivos que apoiassem o desenvolvimento de tecnologias no setor.

Uma das formas de se incentivar o desenvolvimento do setor foi forçar o aumento da capacidade produtiva, devido ao aumento da demanda, com o estabelecimento de quantidades mínimas obrigatórias de biodiesel misturadas ao óleo diesel. No Brasil atualmente, esta quantidade é de 5% (ANP, 2010). A Comunidade Europeia regulamentou o uso de até 7% de biodiesel em misturas com

o diesel (European Fuel Quality Directive (2009/30/EC), sendo que a Alemanha já comercializa o B100, isto é, o biodiesel puro.

B) Histórico dos depósitos por país de origem do depositante:

A partir do ano 2000, conforme discutido no item anterior renova-se o interesse em pesquisas envolvendo o biodiesel, representado por um aumento significativo dos depósitos de documentos de patente referentes ao tema (vide Figura VII. 30).

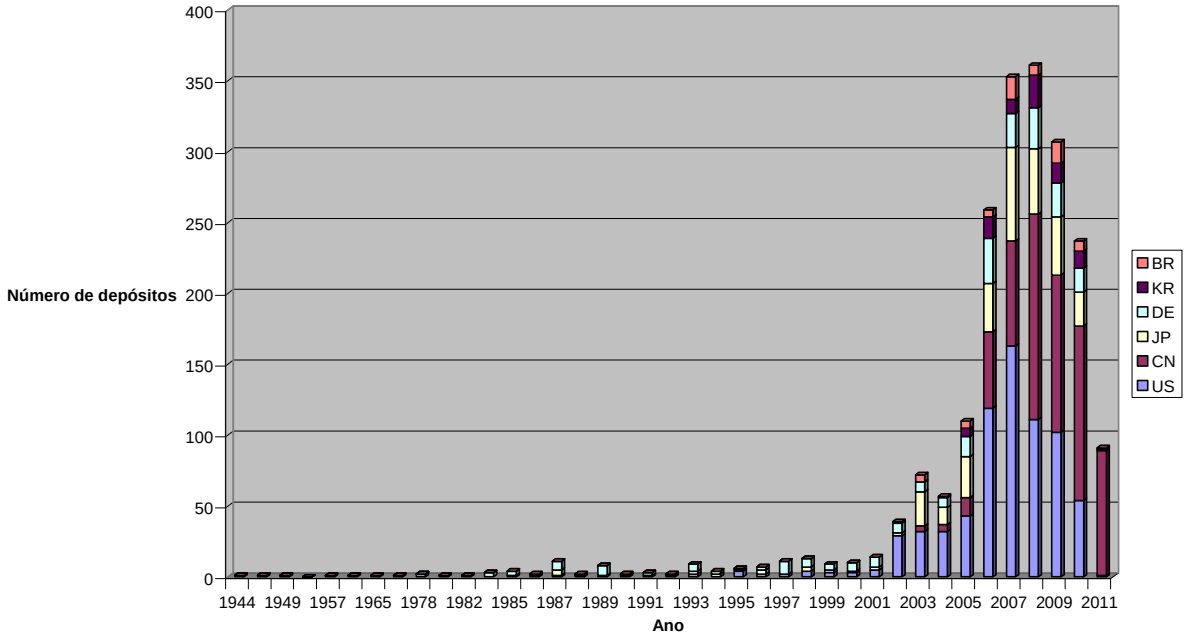


Figura VII.30- Histórico dos depósitos por origem do depositante (5 principais) Biodiesel
Fonte: Elaboração própria

No período de 2000 até 2011, Estados Unidos, Japão, China e Alemanha lideraram os depósitos nesta área. O Brasil aparece, porém com um número ainda pequeno de depósitos a partir de 2003.

No caso dos Estados Unidos, os primeiros depósitos datam de 1944 (vide Figura VII acima), passando por uma queda no entre o final da década de 70 até o inicio dos anos 2000, mesmo com uma lei de 1988 (Alternative Motor Fuels Act) que proporcionava vantagens aos fabricantes de carros que utilizassem combustíveis alternativos (Koplow, 2007).

Neste caso, o incentivo do governo, aparentemente, não foi capaz de suplantar a barreira exercida pelos baixos preços do petróleo.

Os primeiros depósitos de documentos de patentes de depositantes de origem japonesa ocorrem a partir da década de 60, porém vão diminuindo ao longo do tempo, já que o país possui uma capacidade limitada, em relação ao território, para a agricultura.

A Alemanha, assim como o Japão, tem seus primeiros depósitos no setor a partir da década de 60, permanecendo como destaque até os anos 2000, ano a partir do qual a produção, em termos de percentual de documentos de patente em relação aos demais países começou a cair. (Hogan, 2008)

A China, por ser, como o Brasil, um grande consumidor de diesel (mercado 2 vezes o da gasolina), vem investindo no aumento do mercado de biodiesel no país, sendo pesquisas no setor alavancadas pela necessidade urgente de tornar tal combustível viável economicamente, tendo o governo Chinês iniciado a partir de 2006 um fundo especial para encorajar a pesquisa, desenvolvimento e produção de tal combustível no país (O'Kray; Wu, 2010).

C)Principais países de depósito:

Dentre os principais países onde há necessidade de proteção de tecnologias no setor de combustíveis renováveis, garantindo mercado, em especial em relação ao biodiesel, tem-se a China (vide Figura VII.31), que possui uma grande e crescente capacidade de produção de biodiesel, em 2009 uma produção de 2,1

milhões de toneladas e 41kb/d de capacidade de produção (O'Kray; Wu, 2010.).

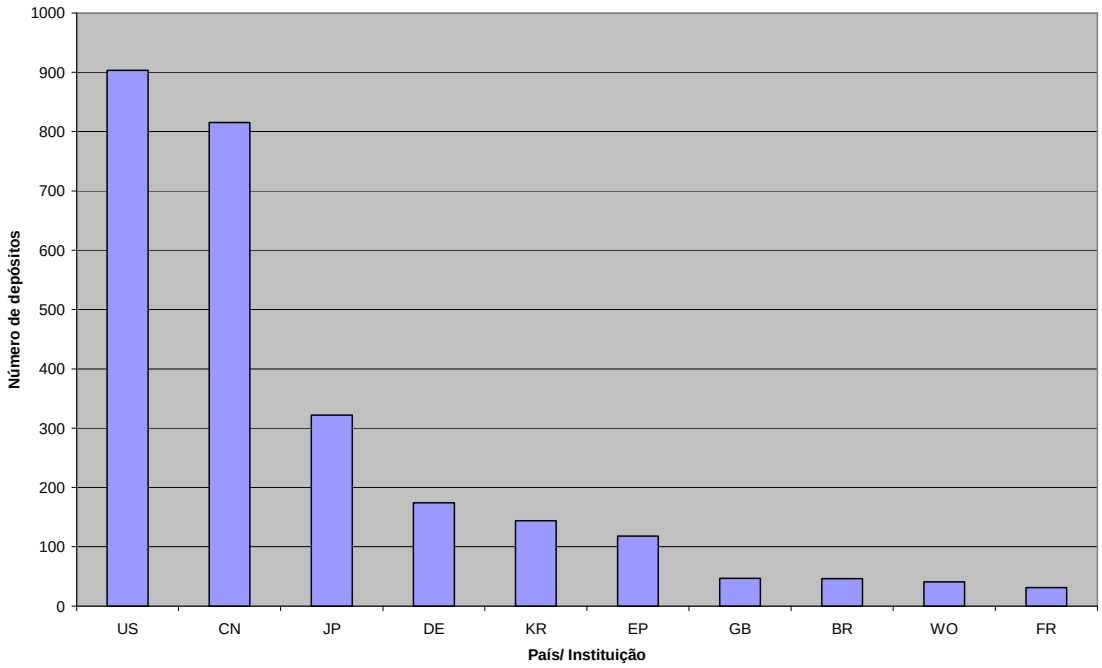


Figura VII.31- Principais países / instituições de depósito

Fonte: Elaboração própria

O interesse na proteção nos Estados Unidos pode ser explicado por ser este país um grande mercado consumidor.

Os pedidos efetuados via EP[61] podem ser justificados pelo fato de a Europa permanecer sendo o centro global da produção de biodiesel, a alguns anos, com mais de 10 bilhões de litros produzidos em 2010, sendo a Alemanha, também em destaque, o país líder em produção no mundo, com 2,9 bilhões de litros, fazendo a França também parte do seleto grupo de maiores produtores de biodiesel no mundo (REN21, 2011).

O Japão, embora com uma pequena produção de biodiesel, pelos motivos já explicados (não tem território para agricultura), é um mercado em expansão no que diz respeito à tecnologia para geração de biodiesel a partir de resíduos ou materiais alternativos, como a produção de biodiesel a partir de algas (Kyodo, 2012).

d)Principais Países – Origem do depositante:

[61] EP – Escritório Europeu de Patentes -

Dos líderes em depósitos dentro do total de documentos recuperados, merecem destaque os Estados Unidos e a China, sendo que nos Estados Unidos há um grande apoio do governo ao setor por meio do Departamento Americano de Agricultura e do Instituto Nacional de Alimentos e Agricultura, em conjunto com o Departamento de Energia, na forma do Escritório de Energia de Programas de Biomassa (DOE, 2012c).

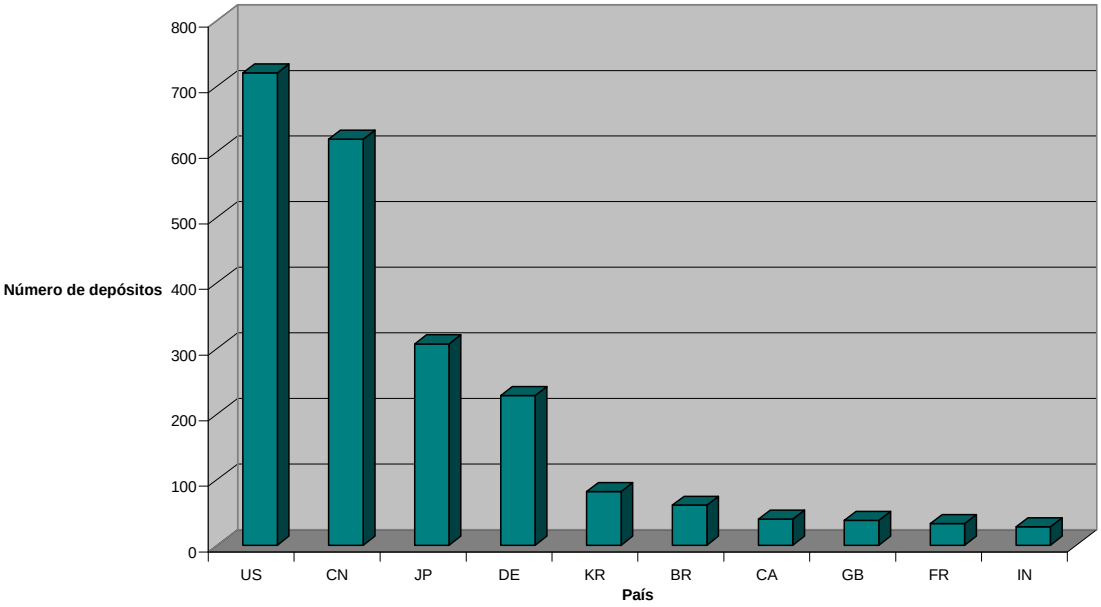


Figura VII.32- Principais países – por origem do depositante – Biodiesel

Fonte: Elaboração própria

A China, em face de sua crescente demanda por energia, aparece novamente dentre os principais países de origem de depositantes no setor de renováveis. As pesquisas em biocombustíveis na China, porém, tem como empecilho a não disponibilidade de matéria-prima, em especial de grãos.

Em 2011, no entanto, o governo Chinês criou um centro de pesquisas em biocombustíveis para solucionar este problema (USDA, 2012).

Os países após China e Estados Unidos, mesmo merecendo destaque, apresentam número de depósitos de menos da metade do número de depósitos se comparados aos dois primeiros (Estados Unidos e China).

Isto pode ser explicado já que no caso do Japão, assim como na China, há pouca disponibilidade de matéria-prima, agravado o desenvolvimento de tecnologias

no setor pelo limitado território japonês, o que vem sendo superado pelo país com o emprego de tecnologias para geração de biodiesel a partir de rejeitos de óleo vegetal. (Katayama, 2007).

Na Alemanha, atualmente um dos maiores produtores de biodiesel no mundo, assim como nos Estados Unidos, houve apoio do governo para o desenvolvimento do mercado de biodiesel, tal como ocorreu recentemente quando o país lançou o Programa para biocombustíveis e biolubrificantes ("Market Launch Programme Biogenous Lubricants and Transportation Fuels") em 2000, que vinha suportando a produção de biodiesel no país, até 2008, ano em que as taxas aplicadas ao combustível aumentaram de tal maneira que apenas 10% da capacidade instalada era utilizada (Koplow, 2007).

No caso do Brasil, a definição do termo "biodiesel" em 13 de janeiro de 2005, com a Lei nº 11.097, permitiu o estabelecimento de um mercado específico para o biodiesel no país, sendo a pesquisa e desenvolvimento no país fomentada pelo Governo Federal, através do Banco Nacional de Desenvolvimento Social e Econômico (BNDES), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e outras instituições. Além desse esforço, a pesquisa no setor tem o amparo da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, que visa tanto à articulação dos diversos atores envolvidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e na produção de biodiesel quanto à identificação e eliminação de gargalos tecnológicos que venham a surgir durante a evolução do Programa Nacional em questão (INPI, 2008)

Tal apoio do governo também ocorre no Canadá, com o estabelecimento de programas e incentivos para o setor (CRFA, 2012), e na Grã-Bretanha, mais especificamente através da redução de impostos.

Incentivos também foram responsáveis pela manutenção do setor de biocombustíveis, mais especificamente o biodiesel, na França. Tais incentivos foram praticados entre 1993 e 2007, o que levou a França a ser um dos maiores produtores de biodiesel da Europa (USDA, 2010).

Outro país em desenvolvimento atuando fortemente em P&D em biodiesel é a Índia, impulsionada pelo crescimento econômico, crescimento do consumo interno e aumento da demanda por energia, em especial no setor de transportes (Gonsalves, 2006).

e)Conteúdo das patentes – uso da Classificação Internacional de Patentes:

Os documentos de patente recuperados na busca efetuada, de acordo com Classificação Internacional de Patentes (CIP), podem ser divididos em quatro grandes blocos, se observadas as subclasses da CIP de maior relevância em que estão enquadrados, a saber:

- Aditivos para biodiesel - C10 L [62] ;
- Misturas do biodiesel a outros combustíveis - C10G[63]:
- Processo de esterificação de ácidos graxos – C11C[64];
- Processos bioquímicos (fermentativos ou enzimáticos) para a geração de biodiesel – C12P[65];

[62] C10L COMBUSTÍVEIS NÃO INCLUÍDOS EM OUTRO LOCAL (combustíveis para produzir gases sob pressão, por ex., para foguetes, C 06 D 5/00; velas C 11 C; combustível nuclear G 21 C 3/00); GÁS NATURAL; GÁS NATURAL DE SÍNTÉTICO OBTIDO POR PROCESSOS NÃO ABRANGIDOS PELAS SUBCLASSES C 10 G, K; GÁS LIQÜEFEITO DE PETRÓLEO; ADIÇÃO DESUBSTÂNCIAS A COMBUSTÍVEIS OU AO FOGO PARA REDUZIR FUMAÇA OU DEPÓSITOS INDESEJÁVEIS OU PARA FACILITAR A REMOÇÃO DE FULIGEM; ACENDEDORES DE FOGO [5]

[63] C10G CRAQUEAMENTO DE ÓLEOS HIDROCARBONETOS; PRODUÇÃO DE MISTURAS HIDROCARBONETOS LÍQUIDOS, por ex., POR HIDROGENAÇÃO DESTRUTIVA, OLIGOMERIZAÇÃO, POLIMERIZAÇÃO (craqueamento hidrogênio ou gás de síntese C 01 B; craqueamento ou pirólise de hidrocarboneto em hidrocarbonetos individuais ou suas misturas de constituição definida ou especificada C 07 C; craqueamento em coque C 10 B); RECUPERAÇÃO DE ÓLEOS HIDROCARBONETOS DE ÓLEO DE XISTO, AREIA OLEAGINOSA OU GASES; REFINO DE MISTURAS PRINCIPALMENTE CONSISTINDO DE HIDROCARBONETO; REFORMA DE NAFTA; CERAS MINERAIS (inibição da corrosão ou incrustação em geral C 23 F) [6]
3/00 Produção de misturas líquidas de hidrocarboneto a partir de matéria orgânica contendo oxigênio, por ex., óleos graxos, ácidos graxos (produção a partir de matérias carbonáceas sólidas não fusíveis contendo oxigênio 1/00;preparação de hidrocarboneto bem definidos C 07 C)

[64] C 11 C ÁCIDOS GRAXOS DERIVADOS DE GORDURAS, ÓLEOS OU CERAS; VELAS; GORDURAS; ÓLEOS OU ÁCIDOS GRAXOS RESULTANTES DA MODIFICAÇÃO QUÍMICA DE GORDURAS, ÓLEOS, OU ÁCIDOS GRAXOS
3/04 . por esterificação de gorduras ou óleos graxos

[65] C 12 P PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO OU PROCESSOS QUE UTILIZEM ENZIMAS PARA SINTETIZAR UM COMPOSTO OU UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DESEJADA OU PARA SEPARAR ISÔMEROS ÓTICOS DE UMA MISTURA RACÊMICA 7/64 . Gorduras, Óleos graxos; Ceras tipo éster; Ácidos graxos superiores, isto é, tendo pelo menos sete átomos de carbono em cadeia ininterrupta ligada a grupo carboxila; Óleos ou gorduras oxidados [3]

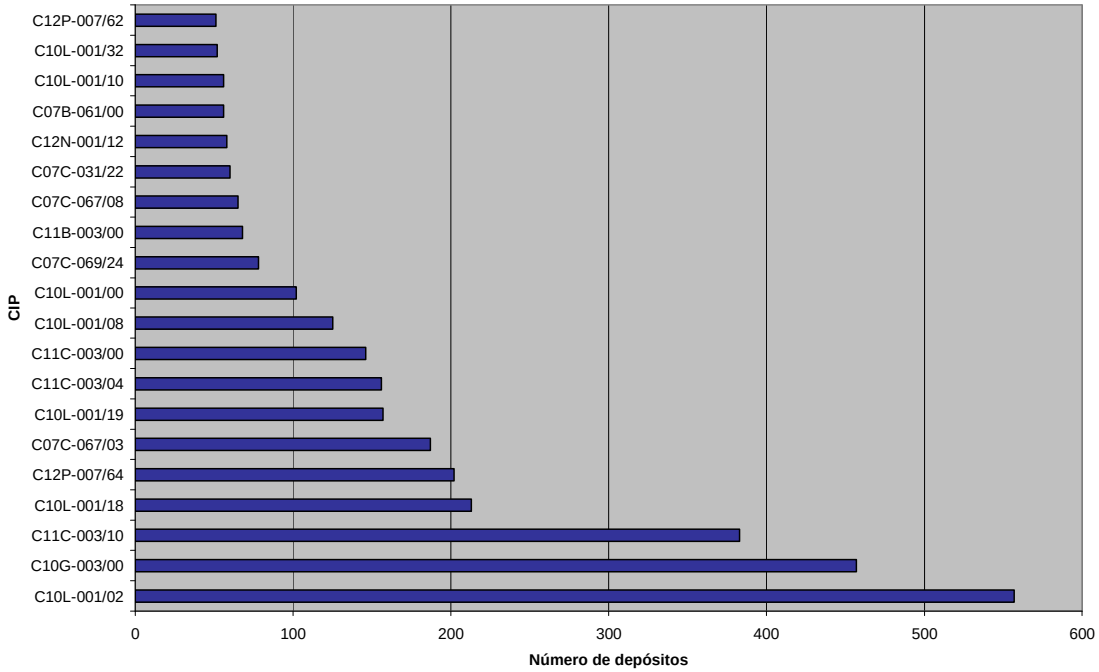


Figura VII.33- Principais suclasses da CIP– Biodiesel

Fonte: Elaboração própria

f) Principais atores:

Dentre as empresas com maior número de depósitos relativos a biodiesel, tem-se a SINOPEC, petrolífera chinesa, que vem atuando no mercado de biocombustíveis desde 2006, e em termos de P&D em biodiesel, estabeleceu uma cooperação com a Academia de Ciências Chinesas para a produção de biodiesel a partir de microalgas (SINOPEC, 2012).

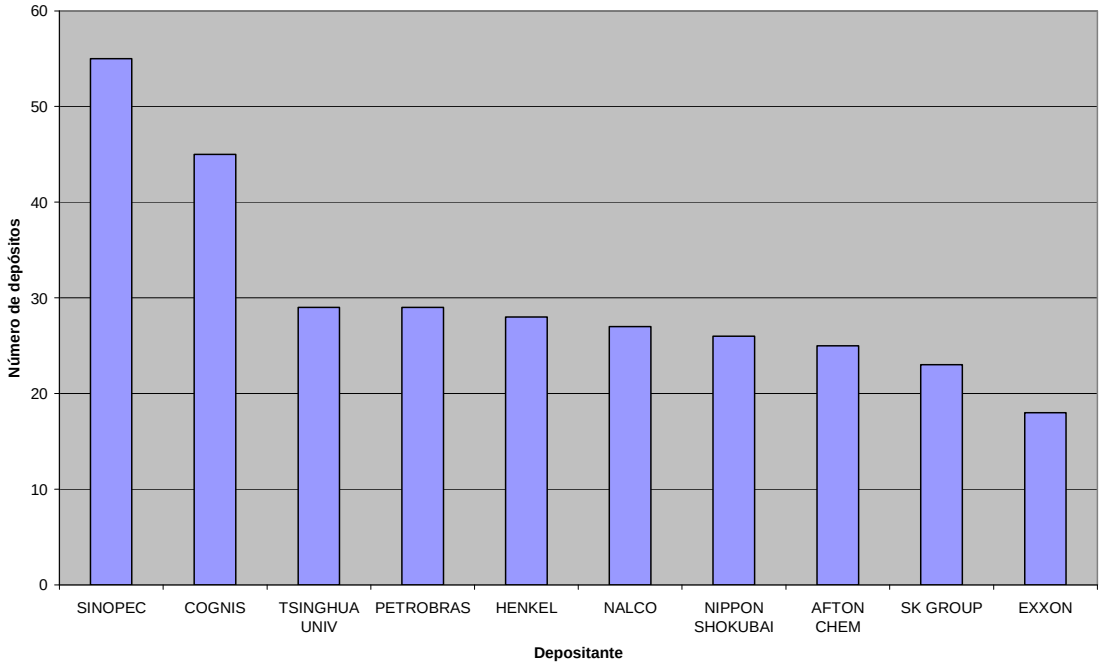


Figura VII.34- Principais Atores – Biodiesel

Fonte: Elaboração própria

Já a também de origem chinesa, Universidade de Tsinghua tem a maior parte de seus depósitos recuperados no presente estudo, voltados para a produção de biodiesel por rota bioquímica, em especial com o auxílio de enzimas.

Ao contrário da Universidade de Tsinghua, a SK Chemicals tem suas pesquisas concentradas na produção de biodiesel por rota química, pela transesterificação de óleos vegetais com metanol (SK Chemicals, 2012).

A empresa Cognis tem como foco sistemas para teste da qualidade de biodiesel**.**

A Henkel é produtora de metil ésteres de ácidos graxos provenientes de óleo vegetais, sendo a responsável pelos primeiros testes para a produção de biodiesel realizados na Alemanha (Pahl, 2008).

Já a Nalco, atua no ramo de aditivos para biodiesel, assim como a Afton Chemicals e a Nippon Shokubai na produção de catalisadores (Nalco, 2012; Shokubai, 2012; Afton Chemical, 2012).

O interesse da gigante do setor de petróleo, Exxon Móbil, por biodiesel é recente, datando os primeiros depósitos recuperados na busca do presente estudo de 2010, no âmbito da produção de biodiesel a partir de alquil ésteres de ácidos graxos de óleos vegetais.

Análise de Dados - Biomassa - Biodiesel - Brasil:

a) Depositantes brasileiros:

Do total de documentos recuperados (2896) na busca referente a tecnologias envolvendo biodiesel, apenas 61 documentos têm como depositante empresas brasileiras, o que indica a pequena participação de empresas brasileiras fora do mercado nacional.

A empresa de petróleo Petrobras surge como uma das líderes em depósitos em biodiesel no Brasil (vide Figura VII.34), tendo criado inclusive uma subsidiária para atendimento ao setor, a Petrobras Biocombustível (PBio) em 2008.

A Magneti Marelli, também destaque entre as empresas brasileiras com destaque no exterior (vide Figura VII. 35), foi a empresa responsável pelo desenvolvimento da tecnologia flex-fuel no país (Lima, 2009).

Já a Intecnial atua no desenvolvimento de tecnologias de processamento de óleos vegetais e derivados, tendo inclusive participado em cooperação com a Petrobras na implantação da usina de biodiesel de Guamaré (Cantele, 2011).

As universidade brasileiras, dentre elas a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), assim como o SENAI, possuem poucos depósitos efetuados no exterior, o que pode ser um reflexo do fato do estabelecimento de uma cultura forte em relação a propriedade intelectual nas universidades brasileiras ter tomado força a partir da implementação da Lei da Inovação[66], e da criação dos NITs (Núcleos de Inovação).

[66] A Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 denominada "Lei da Inovação", reflete a necessidade do país contar com dispositivos legais eficientes que contribuam para o delineamento de um cenário favorável ao desenvolvimento científico, tecnológico e ao incentivo à inovação. http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8477.html

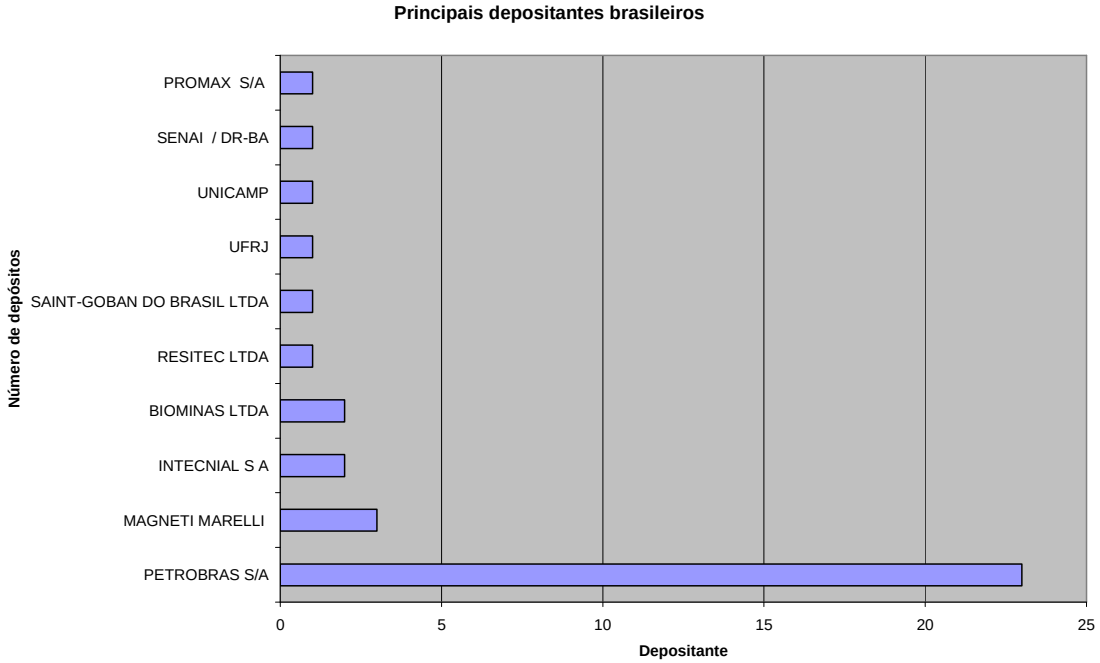


Figura VII.35- Principais depositante brasileiros com atuação internacional – Biodiesel- Brasil
Fonte: Elaboração própria

b) Histórico:

Dos 2896 documentos recuperados 312 documentos têm pedidos correspondentes depositados no Brasil.

A Figura VII.36 a seguir, mostra a evolução do patenteamento em Biodiesel no Brasil, sendo observado que o país apresenta uma tendência similar ao restante do mundo, com um aumento do número de depósitos a partir do ano 2000, quando o Brasil, assim como o restante do mundo começa a sentir os efeitos da escalada de preços do petróleo.

Com o incentivo a produção de biodiesel no país a partir de 2005, com a introdução da Lei 11.097/05[67], as empresas brasileiras começam a apresentar interesse no setor.

[67] Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm).

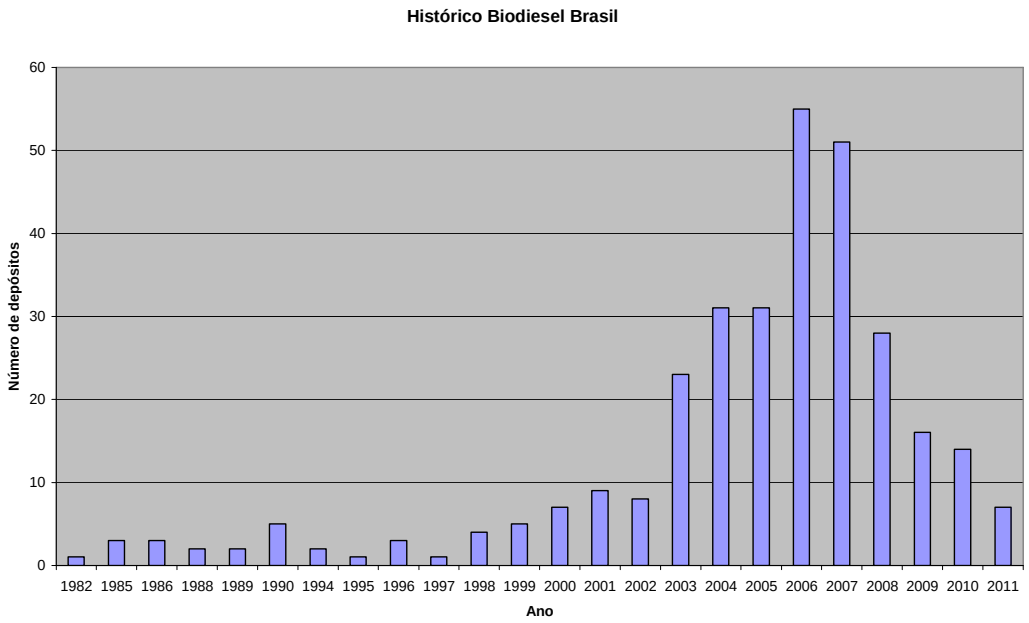


Figura VII.36- Histórico de depósitos para empresas com atuação internacional – Biodiesel- Brasil
Fonte: Elaboração própria

c)Principais depositantes Brasil:

Dentre os principais depositantes no Brasil, encontram-se alguns dos principais depositantes a nível mundial, como a Cognis, Henkel, Nalco e Afton Chemicals.

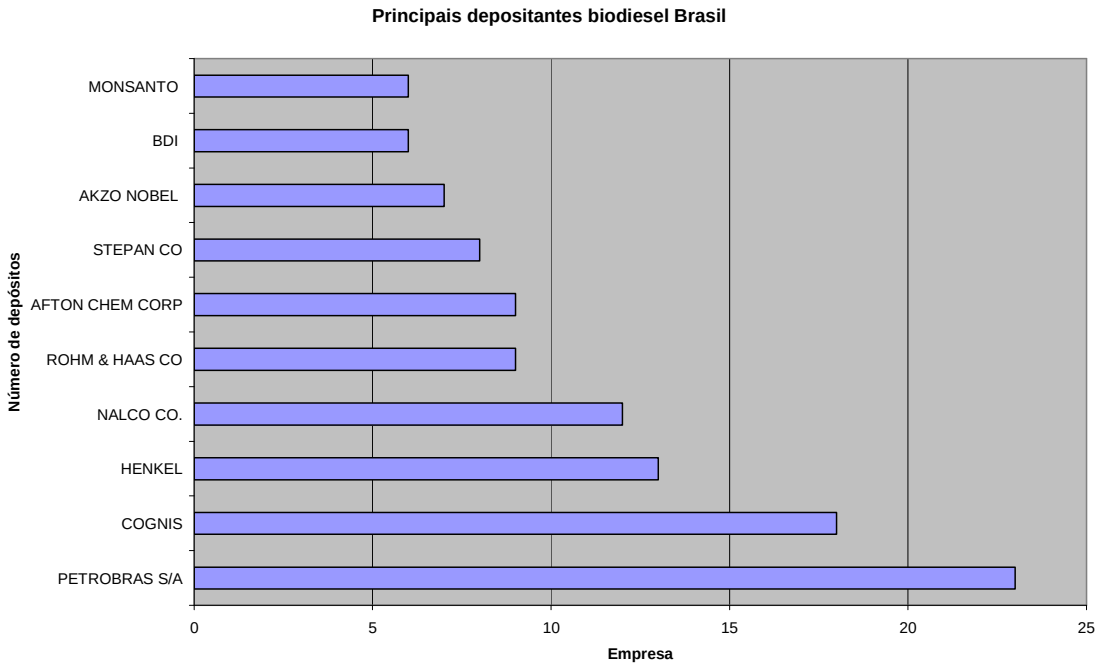


Figura VII.37- Principais depositante com atuação internacional – Biodiesel - Brasil
Fonte: Elaboração própria

É importante ainda destacar que a Petrobras, empresa de origem brasileira, é líder em depósitos no país no setor.

Outro fato importante é a presença da Monsanto, que atua no desenvolvimento de sementes e grãos de oleaginosas que posteriormente serão utilizadas na geração de biodiesel, e da Akzo Nobel e Rohm & Haas que atuam no campo dos catalisadores, e não só de empresas produtoras de biodiesel, como a Stepan Co. e a BDI.

d) Principais países de origem do depositante:

Os principais países, em termos de origem do depositante, refletem a origem das empresas identificadas no item anterior, em sua maioria americanas (Cognis, Nalco, Afto Chemicals, Stepan Co, Monsanto de Rohm & Haas, seguida da alemã Henkel, e da austríaca BDI).

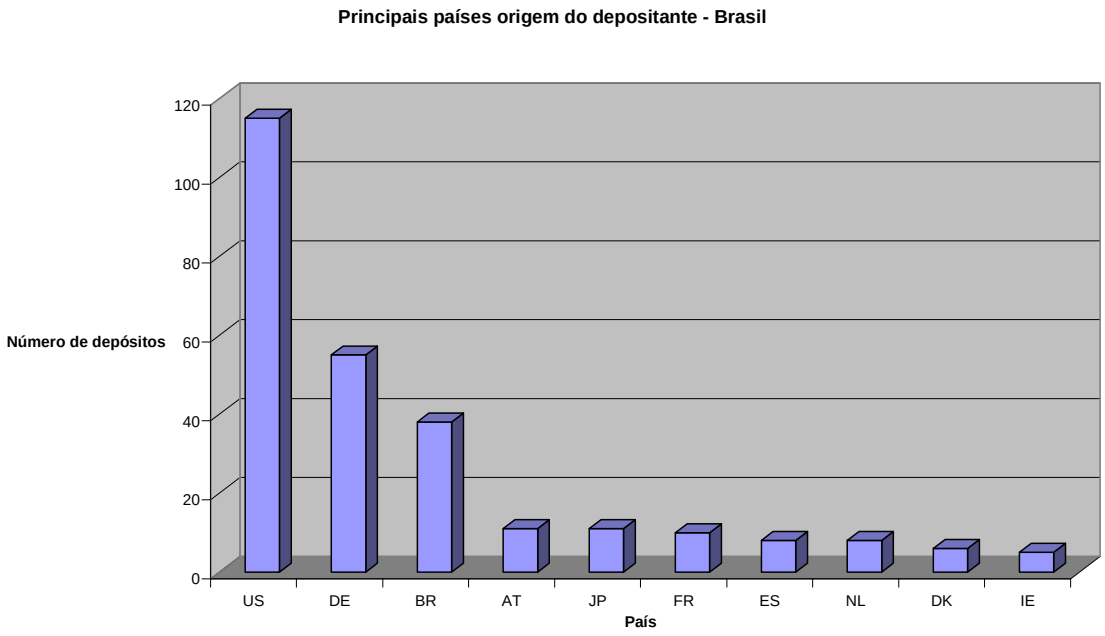


Figura VII.38- Principais com atuação internacional – Biodiesel - Brasil
Fonte: Elaboração própria

7.2.4 Biomassa – Etanol - Busca, recuperação e tratamento de dados:

Neste estudo a busca foi efetuada tendo como base, conforme já discutido no item 7.1 do presente capítulo desta dissertação, uma combinação de palavras-chave e a CIP (Classificação Internacional de Patentes) para a tecnologia em questão, tendo sido recuperados 3204 documentos.

A estratégia de busca encontra-se definida abaixo:

a) Palavras-chave e operadores (busca no título, resumo e reivindicações):
biomass (and) “ethanol” (and) “production”
b)CIP:
Empregada em conjunto com as palavras-chave utilizando-se o operador (or) do seguinte modo: C12P-007/06 or C12F-005/00 or C07C-031-08 (NOT) C12C-001/00 (NOT) “biogás” (or) “syngas” (or) “beer” (or) wine.

7.2.4.2 Biomassa – Etanol - Análise de Dados- Mundo

A) Histórico:

Os depósitos de documentos de patente envolvendo a produção de etanol têm um primeiro movimento de crescimento da década de 80, logo após os dois choques do petróleo, seguido de queda na década de 90, período em que coincidentemente os preços do petróleo haviam sofrido uma queda, e novamente aumento do número de depósitos no inicio dos anos 2000, com a alta dos preços do petróleo (vide Figura VII. 39 e VII.40).

Outra informação que pode ser depreendida a partir da observação da Figura VII.39 é que os depósitos de documentos de patente relacionados ao setor têm duas grandes fases, a primeira entre 1980 e metade dos anos 90, devido ao estímulo pela criação do Programa Nacional do Álcool em 1975, e uma segunda fase já no final dos anos 90. Na primeira fase, os estudos estavam voltados para o desenvolvimento do chamado etanol de primeira geração, enquanto que a segunda fase reflete as pesquisas no que diz respeito ao etanol de segunda geração.

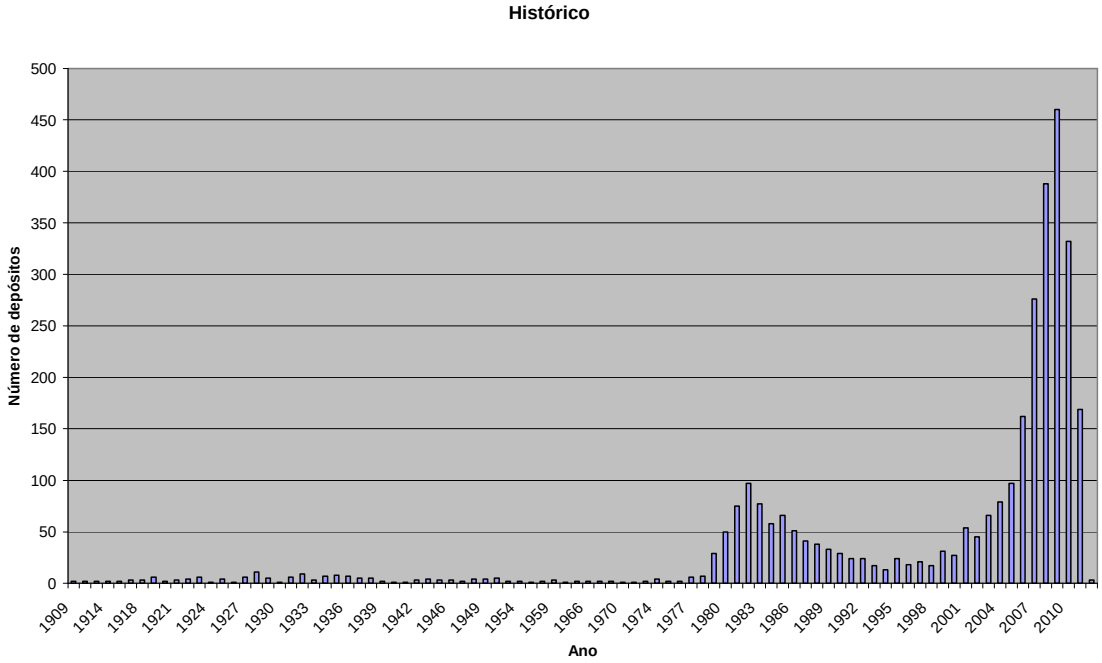


Figura VII.39- Histórico de depósitos– Etanol
Fonte: Elaboração própria

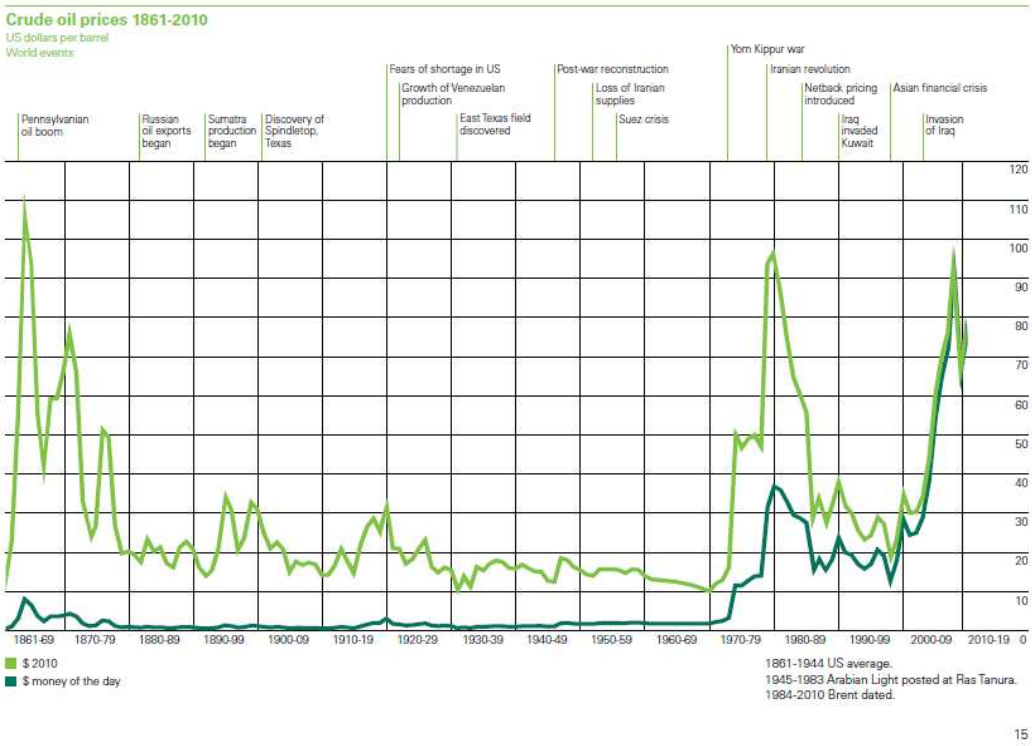


Figura VII.40- Preços do Petróleo 1861-2010
Fonte: BP Statistical Review 2011.

b) Histórico dos depósitos por país de origem do depositante:

Na década de 80, os depósitos referentes à tecnologia para a produção de etanol são principalmente de origem de dois países, os Estados Unidos e o Japão, o que permanece ao longo dos anos 90, e em 2000 começam a surgir os depósitos provenientes da China, impulsionados pelo crescimento deste país.

No caso dos Estados Unidos, a P&D no setor na década de 80 é influência direta do subsidio criado pelo governo para apoio à produção do etanol de milho, subsidio este que durou 30 anos e teve seu fim no inicio do ano de 2012 (Woodyard, 2012)

A evolução do número de depósitos de documentos de patente japoneses pode ser dividida em 3 fases: a primeira logo após os choques do petróleo, a segunda após a assinatura do protocolo de Kyoto, devido aos limites arrojados propostos pelo governo do país para a redução das emissões de gases do efeito estufa, e a terceira a partir de 2002, com a criação do programa japonês “Biomass Nippon Strategy” para incentivo a produção de biocombustíveis (USDA, 2009).

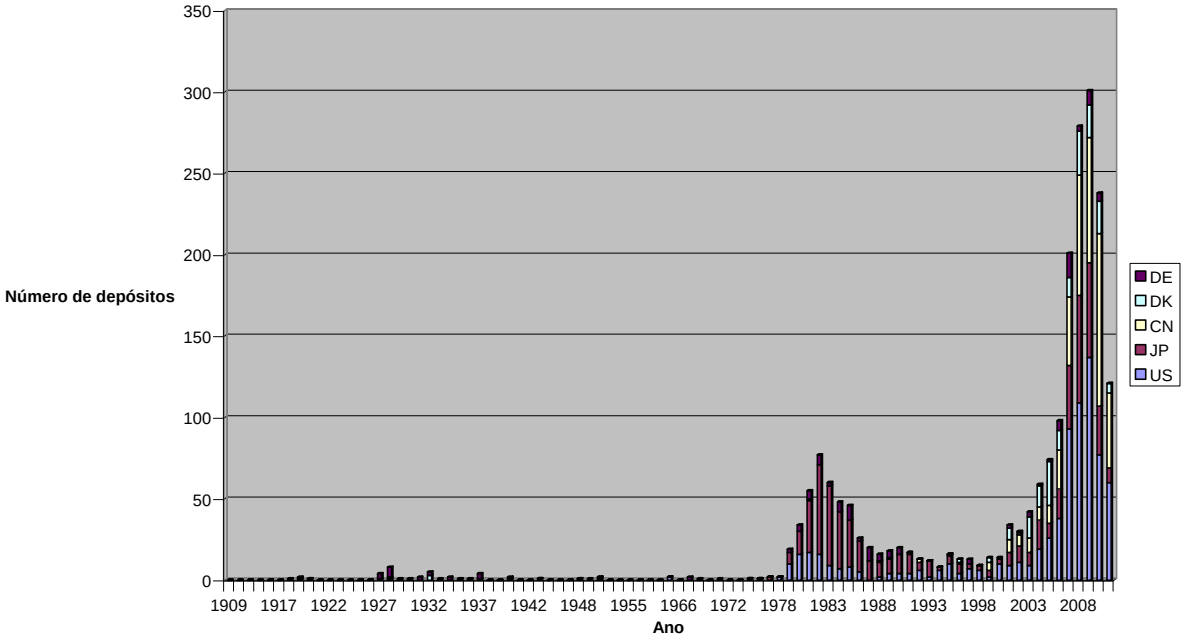


Figura VII.41- Histórico de depósitos (cinco principais países) – Etanol – Mundo
Fonte: Elaboração Própria

C) Principais países de depósito:

Dentre os principais países de depósito, os três primeiros, Estados Unidos, Japão e China, são responsáveis por aproximadamente 70% (2201) do total de depósitos recuperados na busca (3204).

Como já discutido, a escolha por proteção em um determinado país é efetuada em função das expectativas do mercado a que uma tecnologia especifica é direcionada. Como os Estados Unidos são um grande produtor de etanol, e a China, assim como o Japão, representa um potencial mercado em construção, a China devido ao imenso crescimento econômico e o Japão devido a necessidade de fontes alternativas de energia, os depósitos efetuados nestes países são superiores aos demais.

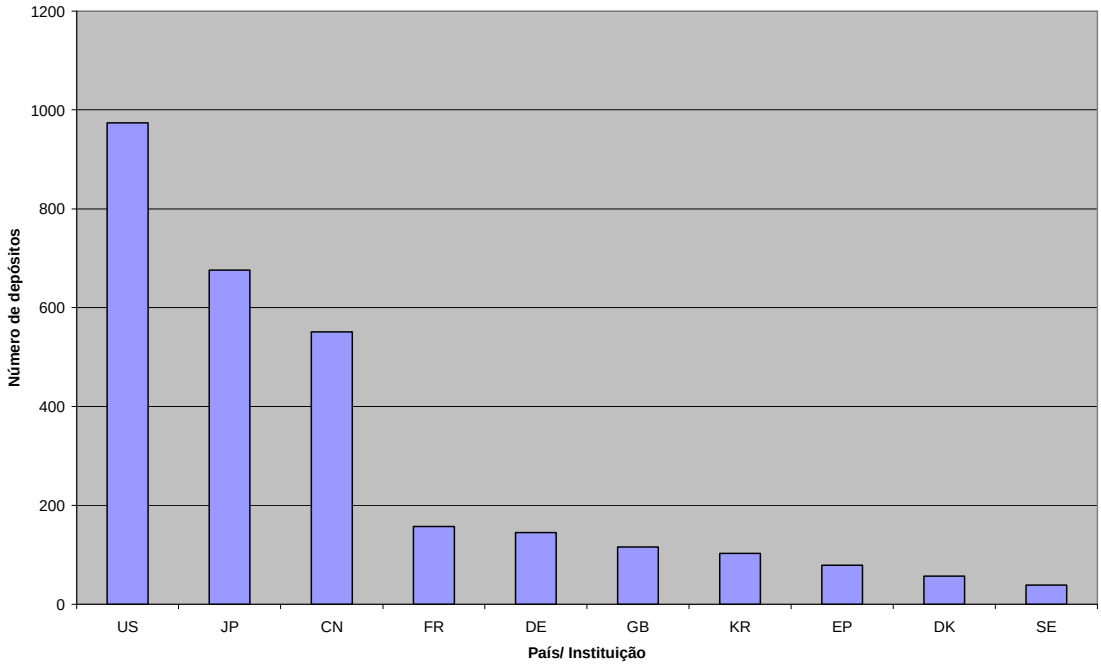


Figura VII.42- Principais países de depósito- Etanol – Mundo
Fonte: Elaboração Própria

D) Principais países – por origem do depositante:

Conforme já discutido anteriormente, o incentivo do governo para a criação e estabelecimento de mercados voltados para a geração de etanol nos Estados Unidos e Japão, promoveu também o aumento no interesse na P&D para tal setor.

Não é demais destacar a presença constante da China no que tange o desenvolvimento de novas tecnologias no campo das energias renováveis, em função da demanda crescente de energia naquele país.

Os três países juntos (China, Estados Unidos e Japão) respondem por algo em torno de 56% do total de documentos recuperados, porém o perfil dos depositantes para os três países difere bastante.

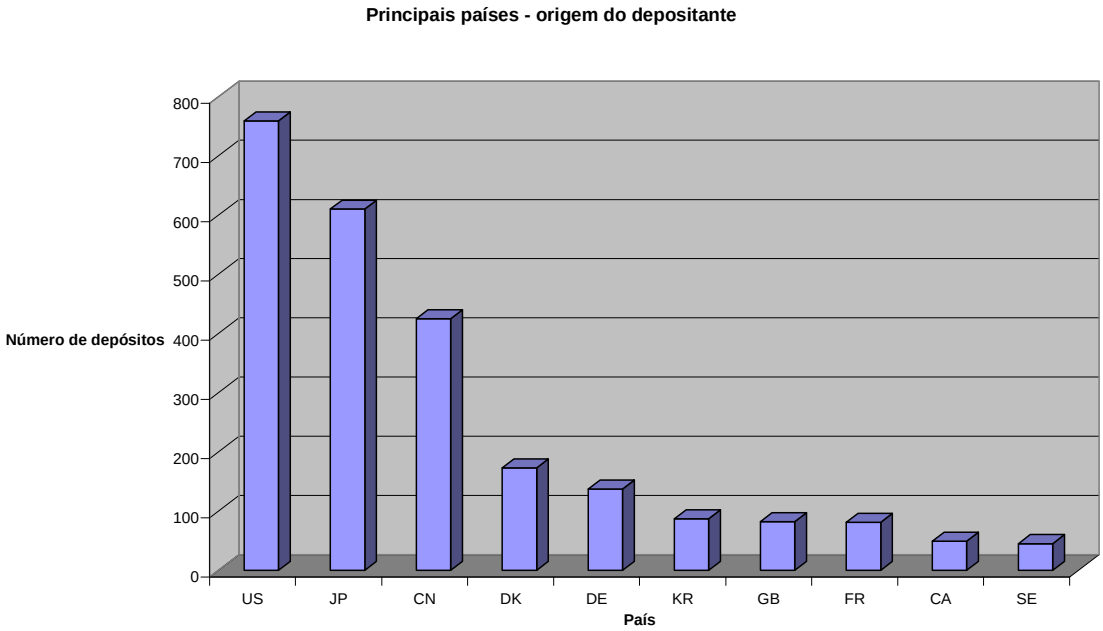


Figura VII.43 – Principais países – por origem do depositante – Etanol –Mundo
Fonte: Elaboração Própria

No caso dos Estados Unidos os documentos recuperados na busca encontram-se distribuídos entre diversos depositantes, com somente três empresas concentrado 12% do total de documentos recuperados (Du Pont, Genencor e Danisco, esta última aqui representada pela sua subsidiária americana, entre outras).

Já o Japão tem grande parte dos depósitos de documentos de patente recuperados referentes a etanol (40%) de titularidade de instituições de pesquisa apoiadas pelo governo, como Agência de Indústria Ciência e Tecnologia do Japão, a Associação para Pesquisa e Desenvolvimento de Fontes Alternativas ao Petróleo (Research Association for Petroleum Alternatives Development (RAPAD)), estabelecida em 1980 por 23 empresas com o suporte do Ministério de Comércio e Indústria Internacional (FAO, 1997), dentre outras. Como o Japão, a China também tem grande parte de seus documentos concentrados em instituições de pesquisa, diferindo do Japão somente em função da atuação das empresas petrolíferas COFCO e SINOPEC, que vem atuando fortemente no setor, e que juntas respondem por 10% do total de documentos recuperados.

Os depósitos de documentos de patente realizados por depositantes dinamarqueses são concentrados pela empresa Novozymes, que responde por 70% do total.

A Alemanha, embora destaque no somatório geral de depósitos de documentos de patente, em termos de depósitos anuais somente excedeu os dez depósitos num ano, 2006, o que é pouco se comparado aos Estados Unidos, que entre 2000 e 2011 teve uma média de 50 depósitos anuais, com um pico de 132 documentos depositados em 2008.

Os demais países de destaque possuem o somatório de depósitos inferior a 100, não representativos em relação aos três primeiros (Estados Unidos, Japão e China).

E) Conteúdo de Patentes – uso da classificação internacional de patentes (CIP):

Conforme pode-se observar pelo gráfico abaixo duas subclasses de destaque, a C12P, que trata de processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar compostos, em especial o etanol; e a C07C, referente a compostos acíclicos ou carboxílicos, como o etanol[68].

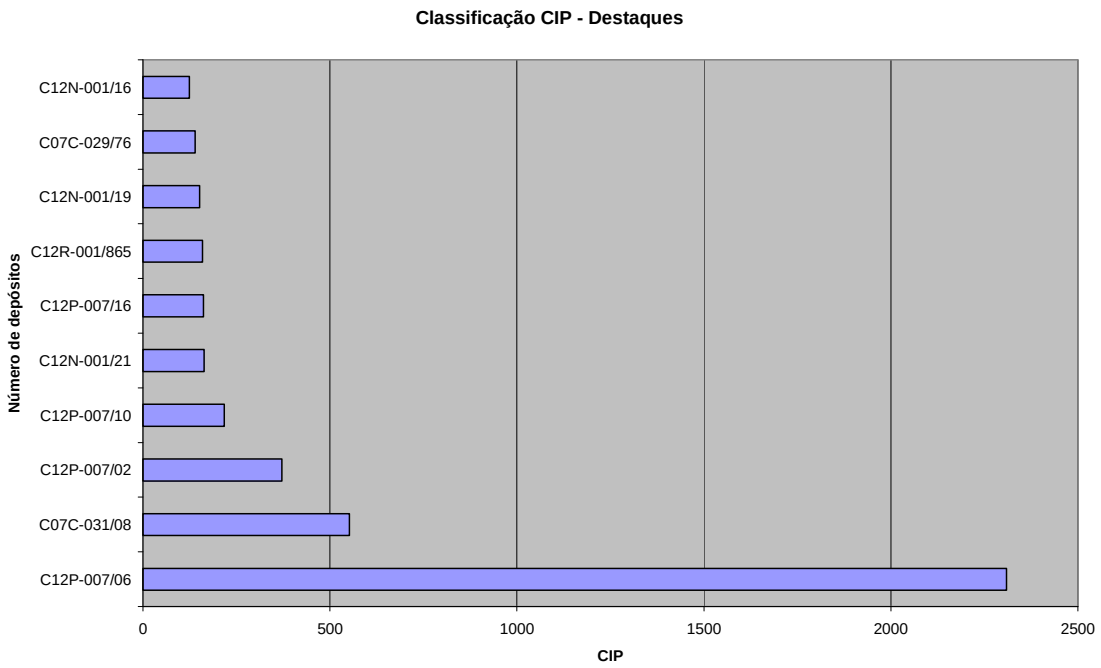


Figura VII.44- Principais subclasses/subgrupos – Etanol – Mundo
Fonte: Elaboração Própria

[68] Vide Anexo 1.

F) Principais atores:

Atualmente, as pesquisas para a produção de etanol estão voltadas para a produção de etanol de segunda geração, produzido a partir de matérias-primas lignocelulósicas. Um dos gargalos para a produção de etanol de segunda geração em larga em escala e para sua viabilidade econômica é conseguir acessar os açúcares em tal matéria-prima, e disponibilizá-los para a fermentação.

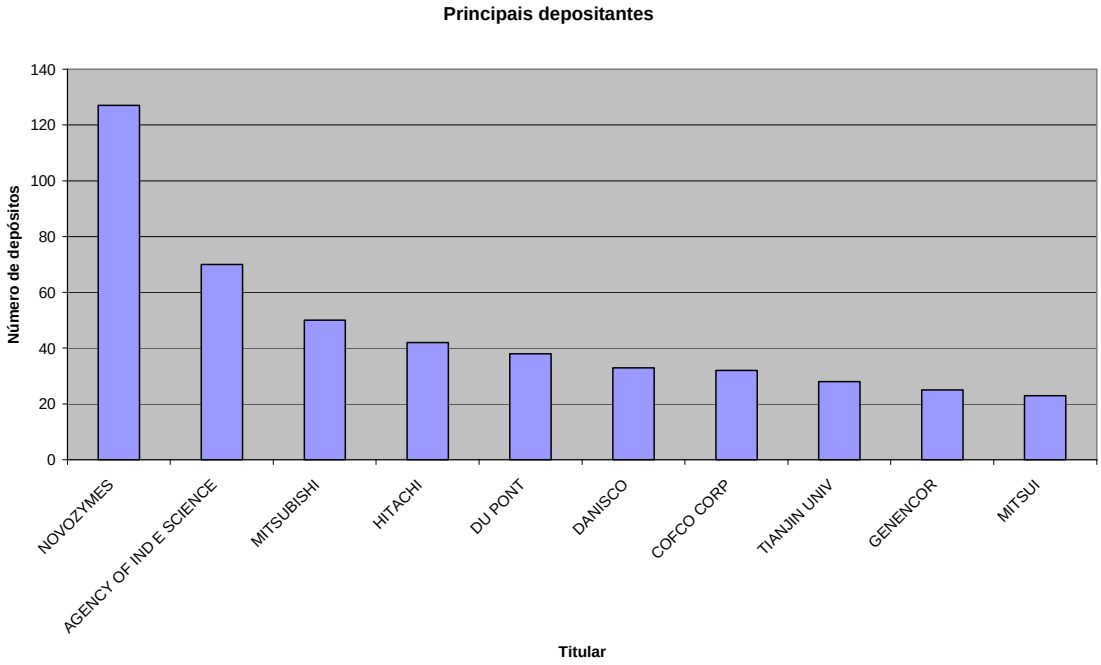


Figura VII.45- Principais depositantes- Etanol – Brasil
Fonte: Elaboração Própria

Esta quebra pode ser efetuada por ação de enzimas, foco da empresa de biotecnologia Novozymes, que nos últimos anos vem trabalhando na modificação genética de microrganismos para a produção de enzimas.

A empresa japonesa Mitsubishi de acordo com a busca efetuada atua na produção de etanol, nos últimos anos etanol à partir de microalgas, matéria-prima alternativa.

A Dupont, assim como a Novozymes, vem atuando na produção de etanol lignocelulósico com foco na geração de enzimas, em especial através da DuPont Danisco Cellulosic Ethanol LLC uma *joint venture* com participação 50/50 entre a DuPont e a Genencor, esta ultima uma subsidiaria da Danisco. (Sissell, 2008).

Atualmente, Genencor e Danisco fazem parte da “holding” Dupont.

Outra empresa que aparece em destaque é a chinesa COFCO, China National Cereals, Oils and Foodstuffs Corporation, controlada pelo governo Chinês, que juntamente com a Novozymes estabeleceu um acordo de cooperação para a pesquisa de enzimas celulásicas, com foco na redução dos custo de produção do etanol de segunda geração (COFCO Accelerating Construction of Cellulosic Ethanol Producion Line, 2011).

Análise de Dados - Biomassa – Etanol – Brasil:

a) Depositantes brasileiros:

Dos 3204 documentos de patente recuperados, apenas dezesseis tem como depositantes empresas de origem brasileira (vide Figura VII.46).

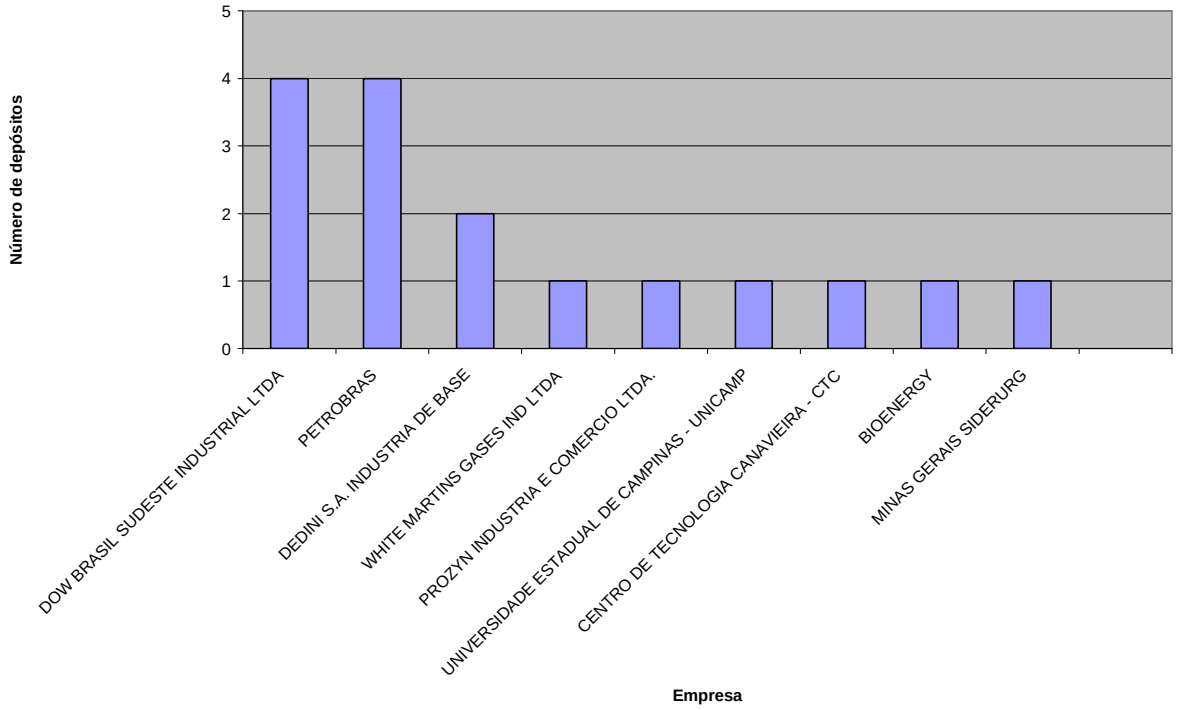


Figura VII.46- Depositantes de origem brasileira – Etanol
Fonte: Elaboração própria.

A Petrobras, com um total de 4 documentos (25%) apresentou como foco nos últimos anos a pesquisa para a produção etanol de segunda geração (à partir de material lignocelulósico).

Para tanto, a empresa tem investido em acordos de cooperação com universidades brasileiras, com destaque para a UFRJ, e empresas produtoras de

enzimas, como a dinamarquesa Novozymes, maior depositante de documentos de patentes no setor, segundo o presente estudo.

A Prozyn é uma empresa brasileira, produtora de enzimas, porém com foco para a produção de enzimas para o setor de alimentos.

Já o CTC, foi criado em 1969, como uma iniciativa de um grupo de usinas da região de Piracicaba, a 160 km da capital paulista, com o objetivo de investir no desenvolvimento de variedades mais produtivas de cana-de-açúcar com o objetivo de agregar qualidade à produção de açúcar e álcool (CTC, 2012).

A Dedini é fornecedora de equipamentos para o setor sucro-alcooleiro, do qual detém 55% do mercado brasileiro, com atuação também no mercado externo, possuindo 17 destilarias instaladas no exterior (Proença, 2004).

b) Histórico:

Dos documentos recuperados na busca efetuada cobrindo documentos de patente relativos ao etanol no mundo (3204), apenas 374 (12%) deles tiveram documentos correspondentes depositados no Brasil

O histórico de depósitos de documentos de patente relacionados ao etanol no Brasil tem perfil similar ao perfil para o mundo já que desde de seu nascimento o setor tem sido um destaque no país, com os períodos de crescimento do número de depósitos nas décadas de 80, impulsionados pelo Pró-álcool e nos anos 2000 pelas pesquisas em etanol de segunda geração.

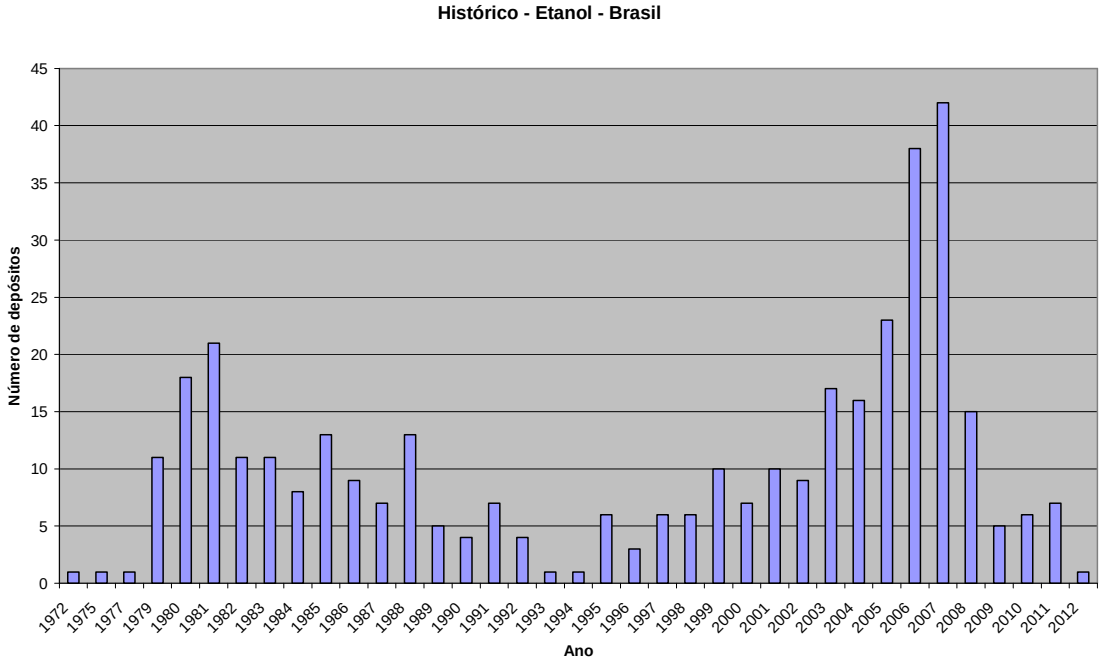


Figura VII.47- Histórico de depósitos – Etanol – Brasil
Fonte: Elaboração própria

c) Principais depositantes – Brasil:

As empresas interessadas em proteger sua tecnologia no Brasil atuam nas mais diferentes áreas. Empresas como a TMO Renewables, Verenium, e a instituições de ensino como a Universidade de Queensland, por exemplo, vem investindo seus esforços em processos para a produção de etanol de segunda geração, já a Genencor foca na produção de enzimas, também para a produção de etanol de segunda geração.

Além da produção de etanol de segunda geração, empresas que atuam na produção de equipamentos para processos de fabricação de etanol também tem interesse em proteger seus ativos no Brasil, tal como a Alfa Laval.

A empresa suíça Syngenta, por outro lado, vem estudando a produção de etanol à partir do milho, matéria-prima que não é o foco no Brasil.

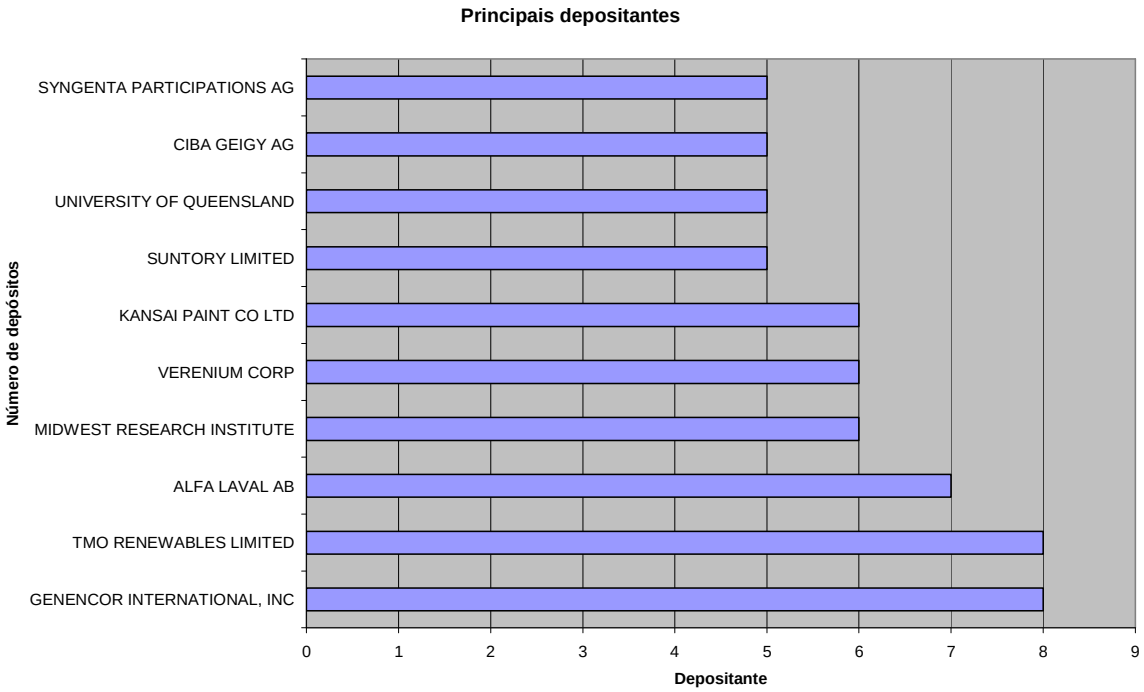


Figura VII.48- Principais depositantes – Etanol – Brasil
Fonte: Elaboração própria

d) Principais países de origem do depositante – Brasil:

Os três maiores depositantes que atuam globalmente no setor do etanol concentram aproximadamente 60% do total de documentos com depósito correspondente no Brasil (374), com especial destaque para os Estados Unidos, que sozinho responde por 35% deste número.

O interesse dos depositantes americanos em proteger suas tecnologias no Brasil é razoável, já que os Estados Unidos competem diretamente com o Brasil pela liderança no mercado de etanol, conforme discutido no Capítulo 3 do presente estudo na seção referente a biomassa.

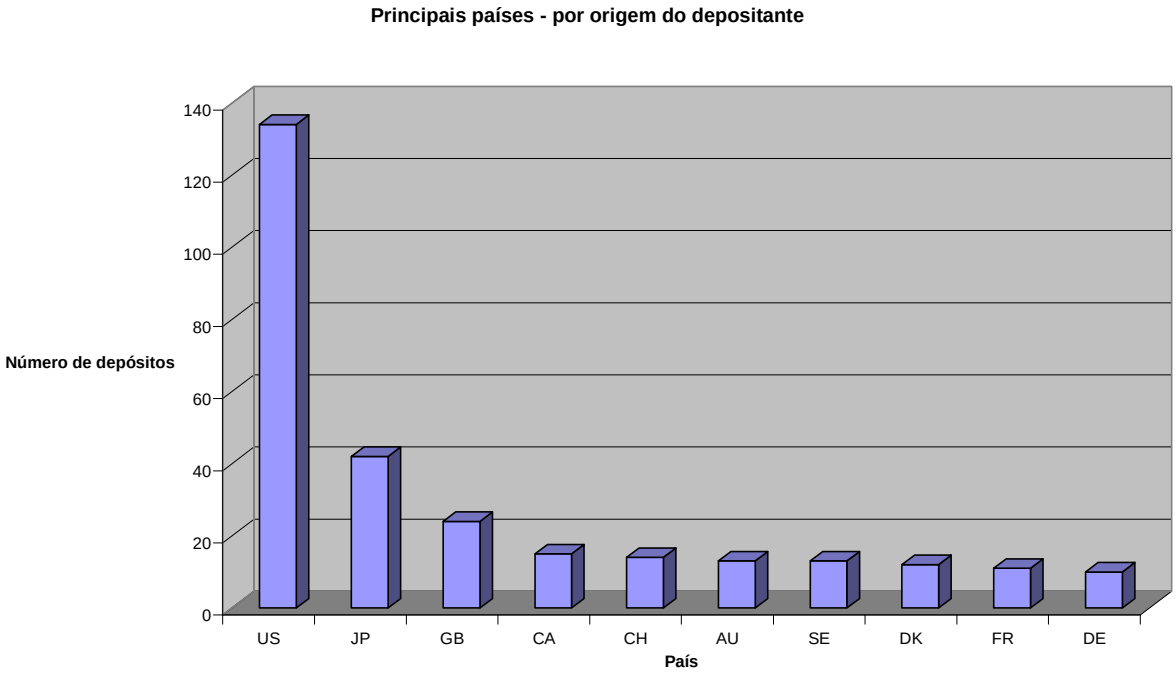


Figura VII.49- Principais países por origem do depositante – Etanol – Brasil
Fonte: Elaboração própria

7.2.5. Energia Hidráulica – Busca, recuperação e tratamento de dados:

Neste estudo a busca foi efetuada tendo como base, conforme já discutido no item 7.1 do presente capítulo desta dissertação, uma combinação de palavras-chave e a CIP (Classificação Internacional de Patentes) para a tecnologia em questão, tendo sido recuperados 5747 documentos.

A estratégia de busca encontra-se definida abaixo:

a) Palavras-chave e operadores (busca no título, resumo e reivindicações):
hydropower (or) hydroelectric
b)CIP:
Empregada em conjunto com as palavras-chave utilizando-se o operador (or) do seguinte modo: E02B-007/00 (or) E02B-007/02 (or) E02B-007/08 (or) E02B-007/10 (or) E02B-007/12 (or) E02B-007/14[69].

[69] Vide Anexo 1

7.2.4.2. Energia Hidráulica- Análise de Dados- Mundo

a) Histórico:

A distribuição do número de depósitos relativos a energia hidráulica, conforme pode-se observar, pode ser dividido em três grandes períodos de 1950 a 1970 (desenvolvimento de tecnologia básica), onde o número de depósitos é sempre bem inferior aos 50 anuais, 1970 a 1990 (desenvolvimento de aplicações), onde o número de depósitos é na media de 50 depósitos anuais, e de 1990 em diante, com um crescimento exponencial do número de depósitos.

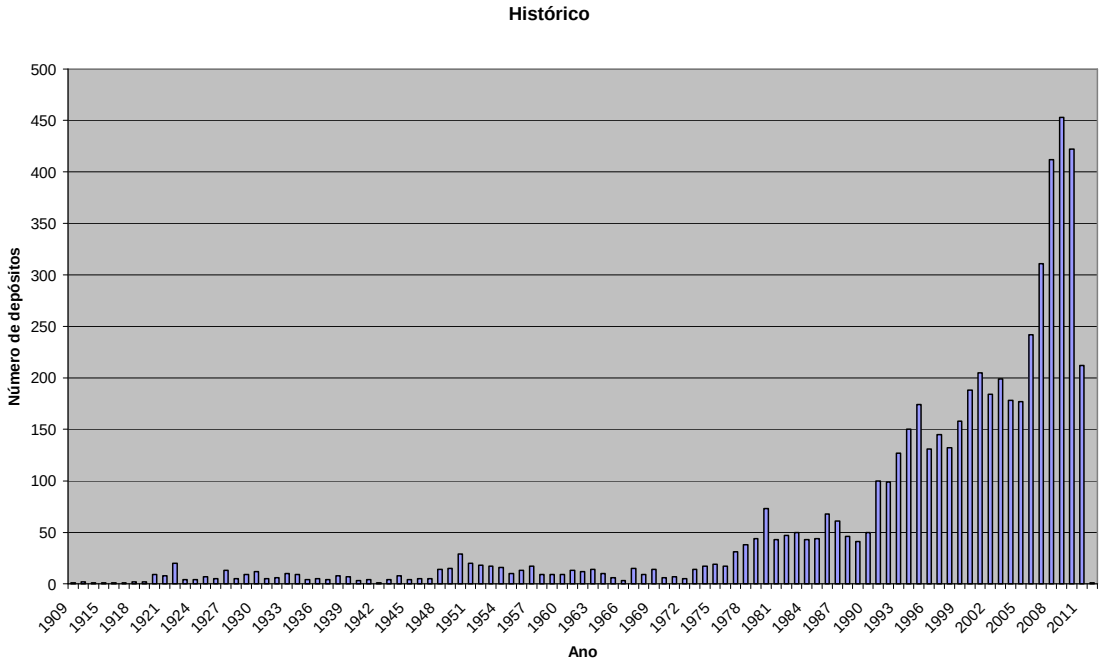


Figura VII.50- Histórico – Energia Hidráulica- Mundo
Fonte: Elaboração própria

a.1) Histórico – Distribuição Geográfica:

Do gráfico abaixo, pode-se notar que os Estados Unidos são o país líder em termos de depósitos de documentos de patentes relacionados à energia hidráulica, tendo os depósitos se iniciado a partir de 1975, logo após o primeiro choque do petróleo, sendo atualmente um dos cinco maiores produtores de energia hidráulica no mundo, juntamente como China, Brasil, Rússia e Canadá.

Outro destaque é o Japão, onde a energia hidráulica surge como uma das principais alternativas, em sendo o Japão um país com tão poucas fontes de energia disponíveis. Atualmente o país utiliza quase todo o seu potencial para hidroelétrico, com um grande “gap” entre as demandas diurna e noturna. (FEPC, 2012)

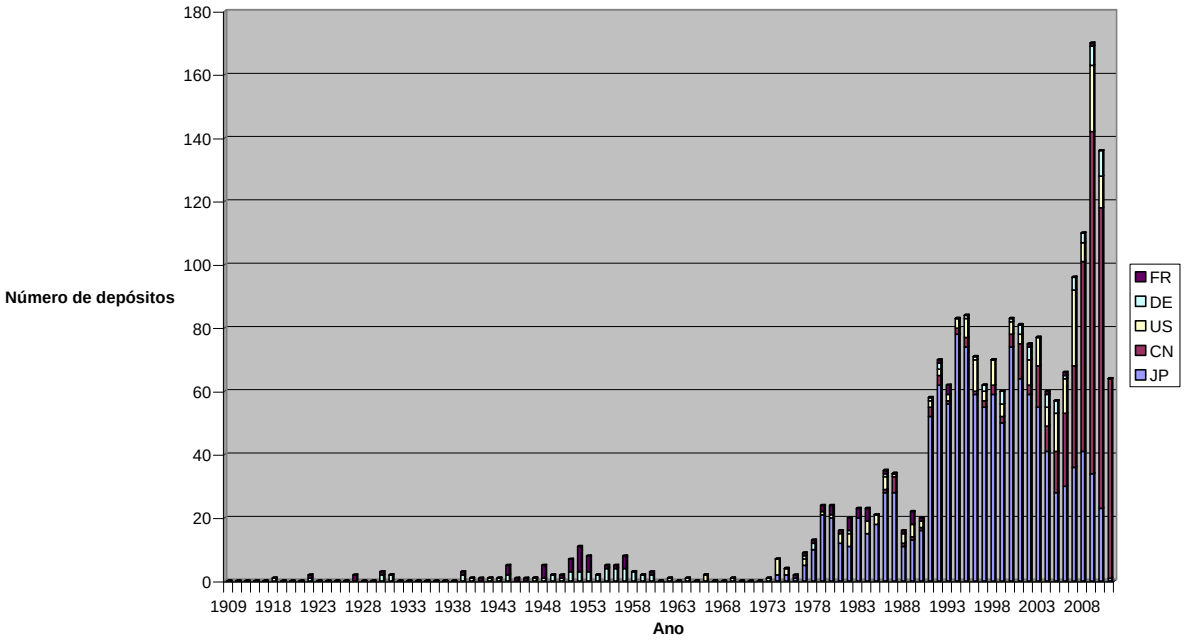


Figura VII.51- Histórico – por origem do depositante (5 principais países) – Energia Hidráulica-Mundo
Fonte: Elaboração própria

b) Principais países de depósito:

Os três primeiros países, em termos de volume de depósitos de documentos de patente no setor de energia hidráulica são o Japão, China e Estados Unidos, que juntos respondem por quase que 70% de todos os documentos de patente recuperados.

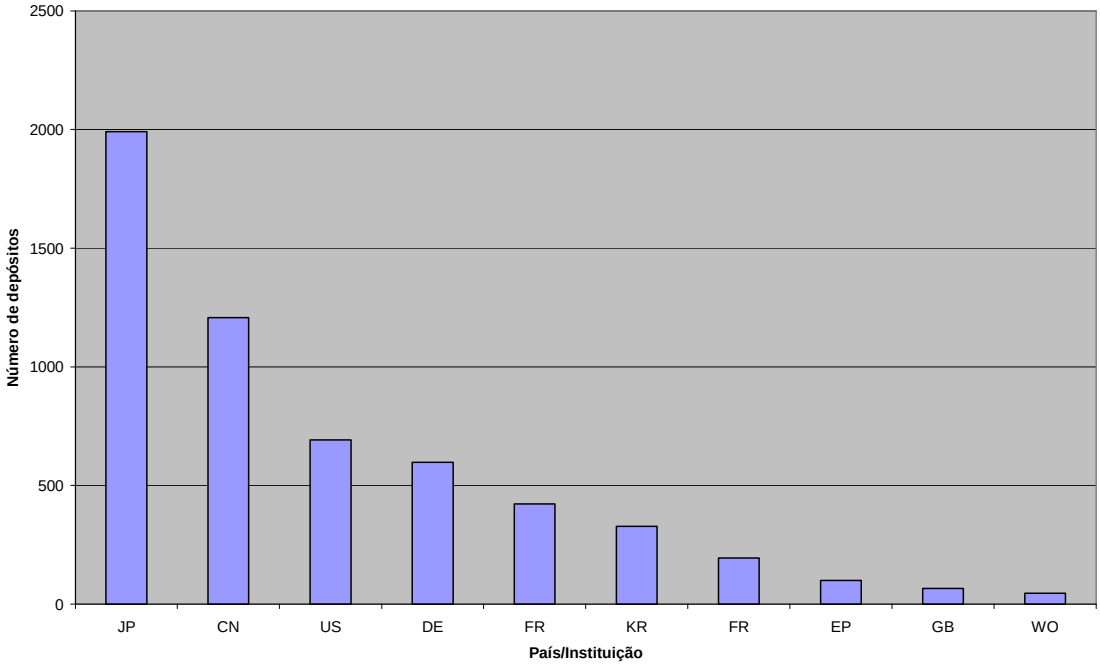


Figura VII.52 – Principais países de depósito – Energia Hidráulica- Mundo
Fonte: Elaboração própria

China e Estados Unidos estão entre os cinco países de maior potencial para geração de energia hidroelétrica, porém ainda aproveitam pouco este potencial. China produzindo algo em torno de 24% de seu potencial e Estados Unidos um pouco menos 16%, o que representa um grande mercado a ser desenvolvido futuramente, o que pode ser uma das justificativas para o interesse em proteção das tecnologias desenvolvidas no setor de energia hidráulica nestes países (AIE, 2010A).

Já no caso do Japão, os depósitos de documentos de patente recuperados na presente busca são em sua maioria de depositantes de origem japonesa, que tentam proteger o mercado local, talvez com o intuito de manter o desenvolvimento do setor na mão de empresas nacionais e não estrangeiras.

c) Principais países por origem do depositante[70]:

Neste caso, somente os três primeiros países de destaque, Japão, China e Estados Unidos, respondem por aproximadamente 33% do total de documentos recuperados (5747).

[70] A análise por origem do depositante foi prejudicada devido as dificuldades para recuperar os dados referentes a origem do titular do documento de patente.

Os documentos recuperados tendo o Japão como país de origem do depositante estão em sua maioria ligados à construção de barreiras ou usinas hidrelétricas, em especial nos voltados para os materiais utilizados em tais construções, mais especificamente o concreto e o aço. Os documentos recuperados são, em geral, em torno do desenvolvimento de novas ligas, para a produção de aços mais resistentes.

No caso da China, os documentos recuperados estão enquadrados em sua maioria dentro da subclasse da CIP, E02B[71], que trata especificamente de engenharia hidráulica.

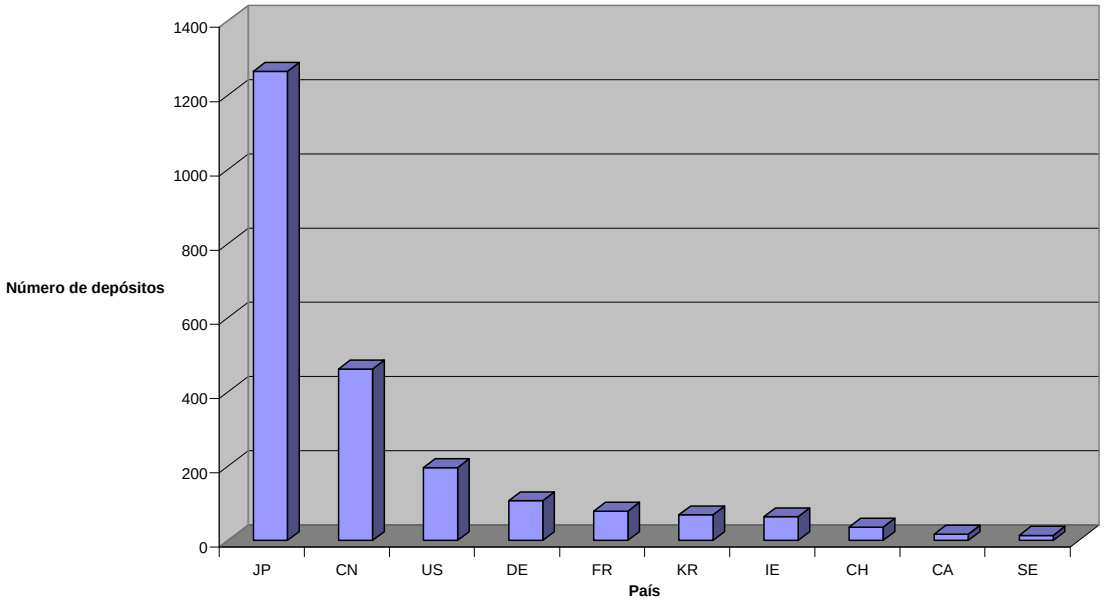


Figura VII.53 – Principais países – por origem do depositante – Energia Hidráulica- Mundo
Fonte: Elaboração própria

d) Conteúdo das patentes- Classificação CIP:

No caso da energia hidráulica, as tecnologias desenvolvidas para o setor podem ser classificadas em dois grandes blocos.

Um primeiro bloco envolvendo as tecnologias aplicadas na construção de barragens, vertedouros (E02B-007/00) e de usinas hidrelétricas per si (E02B-009/00)

[71] Vide Anexo 1

e um segundo bloco englobando os equipamentos para a geração de eletricidade, mais especificamente as turbinas (subclasse F03)[72].

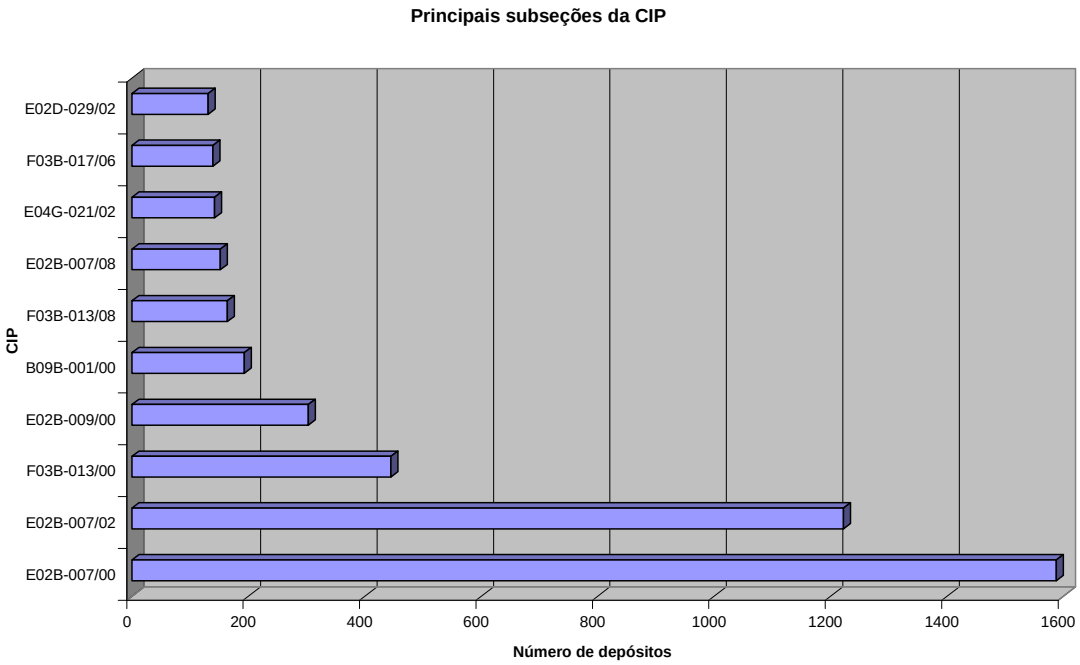


Figura VII.53 – Principais subclasses/subgrupos CIP – Energia Hidráulica- Mundo
Fonte: Elaboração própria

e) Principais depositantes:

Conforme pode-se observar pela análise da Figura VII.54 a seguir, a maior parte das empresas depositantes de documentos de patente no setor da energia hidráulica são empresas Japonesas, como a Shimizu, a Hitachi, a Taisei, a Fujita, a Obayashi, a Maeda, a Toshiba e a Kajima, que respondem somadas por somente 12% do total de documentos recuperados.

Destas empresas, tanto Hitachi quanto Toshiba atuam no mercado de produção de equipamentos hidroelétricos, sendo um dos focos da Hitachi a fabricação de turbinas (Toshiba, 2012; Hitachi, 2012).

As demais empresas, Taisei, Obayashi, Maeda, Kajima, Shimizu e Fujita, operam no setor de construção civil, tendo em seu “portfolio” projetos para a produção de hidroelétricas[73]. Destas, quatro empresas (Taisei, Obayashi, Kajima e Shimizu) constam dentre as vinte principais empresas do setor de construção civil no mundo,

[72] Vide Anexo 1.
[73] Informações disponíveis nos “sites” oficiais das empresas.

segundo “ranking” elaborado pela revista Engineering News-Record, publicada pela editora MacGraw Hill .

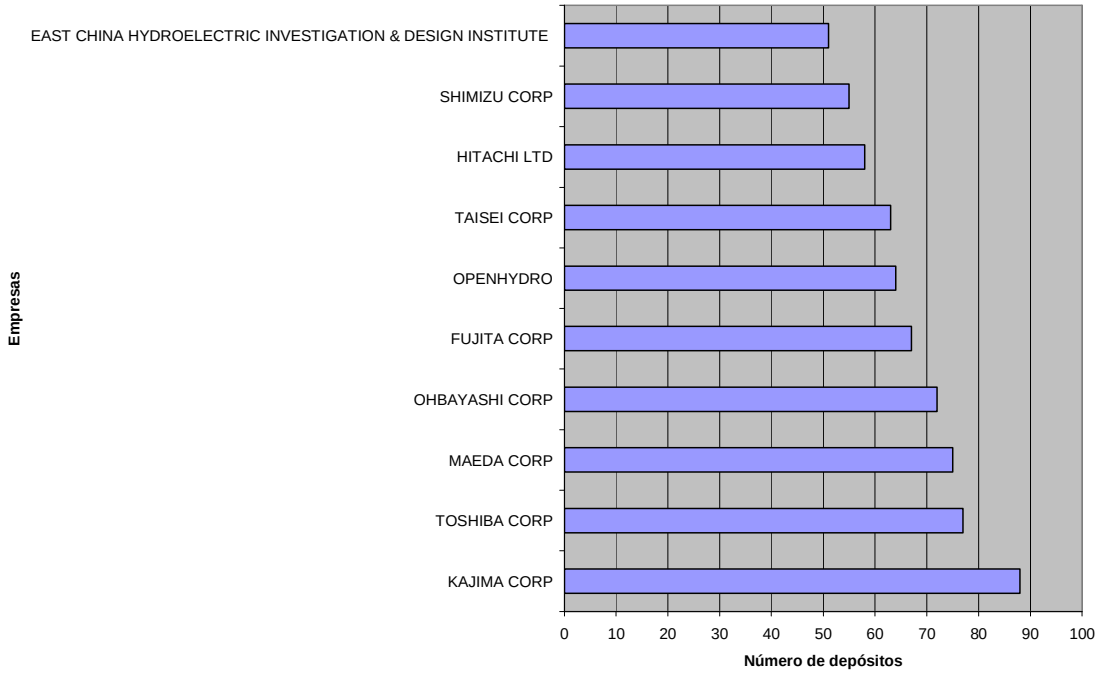


Figura VII.54 – Principais depositantes – Energia Hidráulica- Mundo.
Fonte: Elaboração Própria

Análise de dados – Energia Hidráulica – Brasil:

Dos 5747 documentos recuperados na busca somente 120 possuem documentos de patente correspondentes depositados no Brasil, ou 2,1%, o que não permite uma análise representativa dos documentos recuperados.

CONCLUSÕES

No que diz respeito à matriz energética mundial, esta ainda é hoje quase que em sua totalidade sustentada por fontes de energia não-renováveis, em especial os combustíveis fósseis, havendo um tímido movimento de crescimento da participação das fontes de energia renováveis, em especial nos últimos 20 anos.

A manutenção de uma matriz energética baseada em fontes de energia não-renováveis, porém, é algo preocupante. Conforme discutido no presente estudo no capítulo 2, no caso, por exemplo, dos combustíveis fósseis, mais especificamente o petróleo e o gás natural, as reservas provadas tem previsão de duração de cerca de 40 a 60 anos, isto se mantidos os níveis de produção e consumo atuais.

O fator preocupante, porém, é que as taxas com que consumo e produção do petróleo, por exemplo, vem crescendo de modo diferenciado ao longo dos anos. A taxa de crescimento do consumo é superior ao do crescimento da produção, o que pode, à longo prazo, levar a um déficit energético significativo.

Os combustíveis fósseis ainda estão susceptíveis à questões geopolíticas, que influenciam diretamente os preços praticados no setor. Isto devido à concentração de reservas provadas, do petróleo e gás natural em especial, em regiões de grande instabilidade política, como o Oriente Médio.

Mesmo quando as fontes de energia não-renováveis não apresentam como característica principal esta iminente escassez, caso do carvão, que possui reservas para mais 118 anos, e da energia nuclear, estes ainda possuem o inconveniente de seu uso estar intimamente ligado ao aumento da poluição no mundo. No caso do carvão, a situação é um pouco mais preocupante, já que tanto a sua produção quanto seu consumo provocam agressão ao meio-ambiente, além de sua exploração estar concentrada em um país em amplo crescimento econômico, a China.

Este aumento da poluição, caracterizado pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa leva ao aquecimento global, com conseqüências desastrosas para o meio-ambiente, motivo pelo qual as energias renováveis vem se tornando objeto de estudo nos últimos anos.

Face ao cenário acima exposto, e discutido de forma geral nos capítulos de 1 a 5, buscou-se identificar a melhor maneira de se apresentar uma visão global do setor das energias renováveis, tendo-se optado pela utilização da prospecção tecnológica em base de patentes.

A prospecção tecnológica objeto do presente estudo, portanto, nos permite inferir algumas importantes informações a respeito do setor das energias renováveis, em especial a visualização da interferência entre os movimentos de oferta/demanda, e consequentemente preços praticados, dos combustíveis fósseis, em especial o petróleo, na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para a exploração de fontes renováveis de energia.

Tal fato fica claro, quando se observa no histórico do número de depósitos de documentos de patente para cada uma das fontes de energia renováveis estudadas, que o interesse por pesquisas no setor aumenta consideravelmente quando o preço do petróleo no mercado global está em alta, isto ocorrendo por que as tecnologias envolvidas ainda não alcançaram grau de maturidade tal que permita a redução dos custos envolvidos em sua exploração, o que ocorre em menor grau para as tecnologias no setor da energia hidráulica, que já são consideradas maduras, e, portanto, já amplamente utilizadas comercialmente, não sofrendo tanta influência dos preços praticados no mercado dos combustíveis fósseis, em especial do petróleo.

Outro fator importante quando se discute o setor de energias renováveis, são as políticas dos governos envolvidos, em especial as voltadas especificamente para a pesquisa e desenvolvimento no setor, já que políticas adequadas permitem aos interessados investir de forma segura em projetos envolvendo energias renováveis devido à redução dos riscos aliados a viabilidade econômica destes.

Também é importante destacar, que dentro do estudo realizado, que Alemanha, Estados Unidos, Japão e China, sempre estiveram presentes entre os cinco primeiros países, em termos de número depósitos de patentes, quando levado em conta a origem do depositante. Sendo assim, seriam estes quatro países os desenvolvedores de tecnologia no setor.

No caso da China, a “avalanche” recente de depósitos de documento de patentes no setor de energias renováveis vem sendo um reflexo das políticas públicas, em especial no que diz respeito aos crescentes investimentos em educação.

Tal investimento em educação tem sido efetuado pela criação de núcleos de pesquisa dedicados em diversos pontos do país, tais como as universidades de Tianjin e Tsinghua, que aparecem como principais depositantes nas buscas direcionadas, respectivamente, ao setor do etanol e de biodiesel.

Ainda com respeito a China, no caso da energia eólica, os investimentos no setor tem sido significativos, com grande aumento da capacidade instalada e o surgimento de empresas japonesas dentre as líderes de mercado, conforme discutido no capítulo 3.

Quanto às fontes de energia renováveis estudadas, a prospecção efetuada mostrou que a Alemanha é um dos líderes mundiais no que tange a energia eólica. A Alemanha está entre os países de maior capacidade instalada no setor e também entre os principais países de origem dos depositantes de documentos de patente relativos à energia eólica no mundo, além dos líderes de mercado serem empresas sediadas naquele país.

No caso da energia solar, embora em termos de capacidade instalada deva-se destacar a Europa (vide Capítulo 3), em especial a Alemanha, e os Estados Unidos, as empresas líderes no setor, em termos de volume de depósitos de documentos de patente, são em sua maioria empresas japonesas com foco na produção de painéis fotovoltaicos.

A energia geotérmica, assim como a solar, tem como líderes no setor empresas e instituições japonesas (vide Capítulo 7), o que é um reflexo da característica

vulcânica do país e da necesssidade do Japão em buscar fontes alternativas de energia que diminuam sua dependência de combustíveis fósseis.

No que diz respeito aos biocombustíveis, no caso do etanol, merecem destaque Estados Unidos e Brasil, respectivamente primeiro e segundo países em termos de volume de etanol exportado, sendo os Estados Unidos o principal país de origem de depósitos de documentos de patente no setor, segundo a busca efetuada no presente estudo.

Quanto ao biodiesel, a Europa permanece ainda como líder em termos de produção, com destaque para a Alemanha, que também figura entre os dez países de maior número de depósitos de documentos de patente relativos a biodiesel. Outro ponto a ser destacado no caso do biodiesel é que dentre as empresas líderes do setor, em termos de número de depósitos de documento de patente, se encontra empresa de origem brasileira Petrobras.

Ainda, quando em destaque a energia hidráulica, foi identificado que o Japão é o principal país no setor (vide Capítulo 7), em termos tanto de volume de documentos de patente depositados no país quanto a país de origem do depositante, embora não seja um dos líderes mundiais na geração de eletricidade a partir da energia hidráulica (vide Capítulo 3). Tal fato, embora aparentemente surpreendente, é plenamente plausível, já que as empresa japonesas que dominam o setor são em sua maioria empresas de construção civil, que atuam por projeto nas mais diversas partes do mundo.

O estudo realizado mostrou também que o Brasil não vêm atuando de forma representativa no mundo no setor de energias renováveis, já que o número de depósito de documentos de patente efetuados por empresas brasileiras no exterior é extremamente pequeno.

Ainda, segundo o presente estudo, as empresas atuantes no setor globalmente aparentemente não consideram o Brasil, um país de interesse para a proteção das tecnologias em desenvolvimento no setor das energias renováveis, fato evidenciado pelo reduzido número de documentos de patente brasileiros nas famílias de patente recuperadas.

Tal fato torna-se mais preocupante se levarmos em conta a situação dos biocombustíveis, mais especificamente o etanol e o biodiesel, já que muitas das descobertas e avanços científicos realizadas no Brasil aparentemente não foram devidamente protegidas no exterior.

No caso do etanol, é importante que o país invista mais na pesquisa e proteção de tecnologias para a produção do chamado etanol de segunda geração, em especial no ramo de produção de enzimas, para que nossa liderança como um dos maiores exportadores de etanol mundial não seja perdida.

Aparentemente, isto não é exclusividade do setor de energias renováveis, já que de acordo com a OMPI, o Brasil continua na 24ª colocação no ranking de países de escolha da fase nacional do PCT, bem atrás de outras economias emergentes, como a China (4º lugar), a Índia (17º lugar) e Rússia (21º lugar).
(Gorgulho, 2012).

A China é um país em que o Brasil deve se espelhar, pois investiu massivamente na construção de uma base educacional forte, com a criação de inúmeros centros de pesquisa, que atuam nos mais diversos aspectos do setor de energias renováveis.

Aliado aos investimentos em educação, a China também assumiu uma posição marcante quanto ao incentivo à pesquisa e desenvolvimento em energias renováveis, pela implementação de uma política clara de incentivo ao setor e com metas ousadas para a redução das emissões de gases do efeito estufa.

RECOMENDAÇÕES:

Tendo-se em vista a amplitude e relevância do assunto abordado nesta Dissertação, e os possíveis impactos da adoção de uma matriz energética baseada em fontes de energia renováveis, para as empresas e, principalmente, para a sociedade, sugere-se para estudos posteriores:

- levantamento das políticas de incentivo por país ou região de modo que se possa ter ampla noção da real possibilidade de maior participação de fontes de energia renováveis na matriz energética mundial;

- a investigação, por meio da prospecção de patentes, do setor de energias renováveis detalhando o caso Brasil;

-avaliação dos documentos de patente recuperados para as empresas líderes, por fonte de energia, fazendo-se uma “ponte” com as informações referentes a mercado para cada fonte de energia;

- avaliação dos documentos de patente, para cada uma das fontes de energia renováveis estudadas, que tem como país de origem de depositante a China, tendo em vista o destaque deste país na última década.

Bibliografia:

Afton Chemical Corporation. Disponível em: <http://www.aftonchemical.com/Solutions/FuelAdd/Pages/FuelAdditives.aspx.>. Acesso em: março 2012.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Coal Information 2011. Paris, 2011h. Disponivel em:< http://www.oecd-ilibrary.org/energy/coal-information-2011_coal-2011-en>. Acesso em: novembro 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Energy Balances of Non-OECD Countries. Paris, 2009. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-balances-of-non-oecd-countries-2009_energy_bal_non-oecd-2009-en-fr>. Acesso em: setembro 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Technology Roadmap – Nuclear Energy. Paris, 2010d. Disponivel em: <http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf>. Acesso em: novembro 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Technology Roadmap-Geothermal Heat and Power. Paris, 2011a.Disponível em: <http://www.iea.org/papers/2011/Geothermal_Roadmap.pdf >. Acesso em:dezembro 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE).. Clean Energy Progress Report IEA - IEA input to the Clean Energy Ministerial – IEA. Paris, 2011f. Disponível em: <http://iea.org/papers/2011/CEM_Progress_Report.pdf>. Acesso em: outubro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE).. *Electricity Information 2011. Paris, 2011d. Disponivel em:* <http://wds.iea.org/wds/pdf/Electricity%20Information%202011.pdf>*. Acesso em: setembro de 2011.*

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Energy Balances of OECD Countries. Paris, 2010b. Disponível em: <http://www.planbleu.org/portail_doc/energy_balances_oecd_2010.pdf>. Acesso em: setembro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Key world energy statistics: from the IEA. Paris, 2011b. Disponivel em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key_world_energy_stats.pdf>. Acesso em: setembro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Natural Gas Information 2011. Paris, 2011g. Disponível em: < http://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information-2011_nat_gas-2011-en>. Acesso em: outubro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Renewable Energy Essentials: Hydropower. Paris, 2010a. Disponível em: <http://www.iea.org/papers/2010/Hydropower_Essentials.pdf>. Acesso em: novembro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Technology Roadmap Solar Voltaic Energy. Paris, 2010c. Disponivel em: <http://www.iea.org/papers/2010/pv_roadmap.pdf>. Acesso em: novembro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Wind Energy Annual Report 2011j. Paris, 2011k. Disponível em: <http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2011/Spain.pdf>.Acesso em: novembro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). *World Energy Outlook 2011*: *special report*: are *we entering* a *golden age* of *gas*? Paris, *2011c.* Disponível em: < http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_GoldenAgeof GasReport.pdf>. Acesso em: outubro de 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE)*. World Energy Outlook 2011. Paris, 2011e. Disponível em:*<http://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2011sum.pdf> *Acesso em: setembro de 2011 .*

Agência Internacional de Energia. CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS. Paris, 2011i. Disponivel em: <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf.> Acesso em: outubro de 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL) (ANEEL). Atlas de Energia Elétrica do Brasil Brasília.ANEEL. 3ª edição.2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em: dezembro de 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). 2011b. Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural. Dez/2011. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=59236&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1345643438113>. Acesso em: janeiro de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). 2012. Boletim Anual - Preços do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2012. Disponível em: < http://infopetro.files.wordpress.com/2012/03/59757-2.pdf>. Acesso em: maio de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2011a. Disponível em:<http://www.anp.gov.br/?pg=61346&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1345642752334>. Acesso em: dezembro de 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). PORTARIA MAPA Nº 143, DE 27.6.2007 - DOU 29.6.2007. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/folder_portarias/portarias_mapa/2007/pmapa%20143%20-%202007.xml>. Acesso em: janeiro de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). RESOLUÇÃO ANP Nº 4, DE 2.2.2010 - DOU 3.2.2010 – RETIFICADA DOU 22.2.2010. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2010/fevereiro/ranp%204%20-%202010.xml?f=templates$fn=document-frame.htm$3.0$q=$x>. Acesso em: dezembro de 2011.

Almeida, Edmar de., Viegas, Thales.. Crise de oferta no mercado do etanol: conjuntural ou estrutural?. Boletim Eletrônico Infopetro. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto de Economia (IE), Grupo de Economia de Energia (GEE), 30 maio de 2011. Disponível em: <http://infopetro.wordpress.com/2011/05/30/crise-de-oferta-no-mercado-do-etanol-conjuntural-ou-estrutural/ >. Acesso em: março de 2012.

Armstrong, J.Scott, 1983, Strategic planning and forecasting fundamentals, in: Kenneth Albert, ed., The strategic management handbook (McGraw Hill, New York) 2-1 to 2-32.

ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife : Editora Universitária da UFPE, 2000.

Axelsson, G., A. Gudmundsson, B. Steingrimsson, G. Palmason, H. Armansson, H. Tulinius, O. Flovenz, S. Björnsson and V. Stefansson. “Sustainable Production of Geothermal Energy: Suggested Definition”. *IGA News*, Quarterly No. 43. pp. 1-2.

BARBOSA, Denis Borges. Uma Introdução à Propriedade Intelectual. 2º Edição Revista e Atualizada. Rio de Janeiro: Ed. Lúmen Júris, 2003.

BARBOSA, Denis Borges. Da admissibilidade dos fatos de decisões dos casos estrangeiros de patentes no direito brasileiro. Rio de Janeiro. Setembro de 2011. Disponível em: <http://www.denisbarbosa.addr.com/arquivos/200/internacional/admissibilidade_fatos_decisoes_casos_estrangeiros_patentes.pdf>. Acesso em: outubro de 2011.

BARBOSA, Denis Borges.. El Comercio de tecnología: aspectos juridicos, trasferencia, licencia y "know how". Revista de Derecho Industrial,Buenos Aires, no. 30, (1988). Disponível em: <http://denisbarbosa.addr.com/108.DOC>. Acesso em: agosto de 2011.

Battocletti, L., Li, Z.. Geothermal Resources in China. Bob Lawrence & Associates, Inc., New York, Jan. 1996. Disponível em: <http://www.bla.com/ECB/PDFFiles/GeoResChina2000.pdf>. Acesso em: agosto de 2011.

Bechberger, M.;Reiche, D.. “Renewable Energy Policy in Germany: Pioneering and Exemplary Regulations,” Energy for Sustainable Development, Vol. VIII, No. 1 (March 2004), p. 50.

Bertani, R.. *Geothermal Power Generation in the World 2005–2010 Update Report*, proceedings at World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.

Biggs , S., Onomitsu, Go.. Hitachi to Expand Production of Wind Power Generators With New Plant. Bloomberg. FEB 9,2011. Disponível em: http://www.bloomberg.com/news/2011-02-09/hitachi-to-expand-production-of-wind-power-generators-with-new-plant.html**.** Acesso em : maio de 2012.

BNDES libera R$ 378 mi para cinco novos parques eólicos. Revista Exame.Rio de Janeiro,11 de junho de 2012. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/energia/noticias/bndes-libera-r-378-mi-para-cinco-novos-parques-eolicos>. Acesso em: abril de 2012.

BRASIL. Lei 9279 de 14 de maio de 1996. Regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm>. Acesso em: agosto de 2011.

BRASIL. Lei Federal n° *11.097/2005*. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em : agosto de 2011.

BRASIL. Leilão vai oferecer 700 milhões de litros de biodiesel. Portal Brasil. Brasília, 10 de fevereiro de 2012. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/02/10/leilao-vai-oferecer-700-milhoes-de-litros-de-biodiesel>. Acesso em: abril de 2012.

BRASIL. Resolução ANP nº 4, de 2 de fevereiro de 2010. Estabelece que o biodiesel deverá ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 5%, em volume, a partir de 1º de janeiro de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de fevereiro de 2010.

Breidthardt, “German Government Wants Nuclear Exit by 2022 at Latest,” Reuters News Service (May 30, 2011). Disponível em: <www.reuters.com/article/2011/05/30/us-germany-nuclearidUSTRE74Q2P120110530>. Acesso em : agosto de 2011

British Petroleum (BP). BP STATISTICAL REVIEW OF WORD ENERGY June 2011. Disponível em: < http://www.bp.com>. Acesso em: julho de 2011.

Canadian Renewables Fuels Association (CRFA). Federal Programs. Disponível em: <http://www.greenfuels.org/en/public-policy/federal-programs.aspx>. Acesso em: junho de 2012.

Canelas, André Luís de Souza. Evolução da Importância Econômica da Indústria de Petróleo e Gás Natural no Brasil: Contribuição a variáveis macroeconômicas Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) Mestrado, COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro.UFRJ , Rio de Janeiro , Junho de 2007

Cantele, M.. Biodiesel- Tecnologias. In: Conferência Internacional de Biodiesel, São Paulo, 18 de novembro 2011. São Paulo: FAA (Fundação Armando Álvares Penteado), 2011. Disponível em: <http://www.faap.br/cees/biodiesel/pdf/marcelo_cantele.pdf>. Acesso em : fevereiro de 2012.

Carpenter, M.P.,; F. *Narin*. *Carpenter*, M.P., and F. *Narin*. *1981*. The adequacy of the Science Citation Index (SCI) as an indicator of international scientific activity.Czechoslovak Journal of Physics- Volume 36, Number 5(1986)-663-666.

Central Inteligence Agency (CIA). The World Fact Book. Washington, 2012. Disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world factbook/rankorder/2173rank.html>. Acesso em: abril de 2012.

Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Nossa História. Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/historia.html>. Acesso em: maio de 2012.

China Vitae Biographical Information. Disponível em: <http://www.chinavitae.com/index.php>. Acesso em: junho de 2012.

Cockburn, Z. Griliches- Industry effects and appropriability measures in the stock market's valuation of R&D and patents -The American Economic Review, 78 (2) (1988), pp. 419–423

COFCO. Accelerating Construction of Cellulosic Ethanol Producion Line. Industrial Biotechnology China News 1109. 10 September, 2011. Disponível em: <*http://www.cnchemicals.com/Newsletter/NewsletterDetail_21.html*>. Acesso em: junho de 2012.

Cohen, Bernard L.. Breeder reactors: A renewable energy source. American Journal of Physics, Volume 51, Issue 1, pp. 75-76 (1983). *Disponível em:* <http://sustainablenuclear.org/PADs/pad11983cohen.pdf>. Acesso em: maio de 2012.

Confederação Nacional da Indústria. CNI. A indústria e o Brasil – gás natural: uma proposta de política para o Brasil Brasília, 2010.89 p.Disponível em: <http://www.cni.org.br/portal/data/files/00/FF8080812F555EE2012F6A4F55411A09/

A%20industria%20e%20o%20Brasil%20_Gas_Natural_2011.pdf>. Acesso em: janeiro de 2012.

Corrêa, Alessandra. FMI vê incerteza em recuperação e reduz projeções de crescimento global. BBC Brasil, Washington, 20 de setembro de 2011. Disponível em:<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2011/09/110920_fmi_relatorio_incerteza_ac.shtml>. Acesso em: novembro de 2011.

Demetriou, D.. Japan taps into power of volcanoes with geothermal energy plants". *The Daily Telegraph*. London, Jan. 2009. Disponível em:<http://www.telegraph.co.uk/earth/energy/geothermalenergy/4117746/Japan-taps-into-power-of-volcanoes-with-geothermal-energy-plants.html#>. Acesso em: março de 2012.

DI BLASI, Gabriel. *"A Propriedade Industrial: os Sistemas de Marcas, Patentes e Desenhos Industriais Analisados a partir da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996".* Rio de Janeiro: Forense, 1997.

ELETROBRAS. Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <http:www.eletrobras.com>. Acessado em: dezembro de 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. 2011a. Balanço Energético Nacional. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/>. Acesso em: Agosto 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. 2011b. Plano Decenal de Expansão de Energia 2020. 2011b. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>. Acesso em: agosto de 2011.

European Commission. European Fuel Quality Directive (2209/30/EC) of 23 April 2009. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0030:EN:NOT>. Acesso em: julho de 2012.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Renewable Biological Systems for Alternative Sustainable Energy Production. FAO Agricultural Services Bulletin, 1997. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/w7241e/w7241e07.htm>. Acesso em: setembro de 2011.

Forbes. Aloys Wobben. Disponível em: <http://www.forbes.com/profile/aloys-wobben/>. Acesso em: julho de 2012.

G.Wills, Technology Forecasting, Penguin, Harmondsworht, 1972.

Gama Cerqueira, João da. "Tratado da Propriedade Industrial", 2ª edição, São Paulo, Ed. RT, 1982, vol. I, p. 222.

GE Celebrates 10 Years of Advancing Wind Energy,Business Grows from 500 Megawatts to 28 Gigawatts. The Wall Street Journal, New York, 4 June, 2012. Disponível em: <http://www.marketwatch.com/story/ge-celebrates-10-years-of-advancing-wind-energy-2012-06-04>. Acesso em: julho de 2012.

General Electric (GE). Solar Power. 2012b. Disponível :<http://www.ge-energy.com/products_and_services/products/solar_power/>. Acesso em: julho de 2012.

General Electric (GE). Wind Turbines. 2012a. Disponível : <http://www.ge-energy.com/wind>. Acesso em: junho de 2012.

Geothermal Finance and Awareness in European Regions (GEOFAR). Country Profile. Geothermal Energy in France. Disponível em: <http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=54>. Acesso em: maio de 2012.

Global Wind Energy Council (GWEC). Japan. Disponível em: <http://www.gwec.net/index.php?id=123>. Acesso em: abril de 2012.

Global Wind Energy Council (GWEC). South Korea. 2012. Disponível em: <http://www.gwec.net/index.php?id=177>. Acesso em: abril de 2012.

Gonsalves, John B.. An assesment of Biofuels Industries in Índia. In: United Nations Conference on Trade and Develpoment, Geneva, 18 October, 2006. Disponível em: <http://unctad.org/en/docs/ditcted20066_en.pdf>. Acesso em: agosto de 2012.

Gorgulho, G.. Depósito de Patentes do Brasil no Exterior cresceu 17% em 2011. UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), Agência de Inovação. Campinas, 12 de março de 2012. Disponível em: <http://www.inovacao.unicamp.br/noticia.php?id=1143>. Acesso em: agosto de 2012.

Greg Pahl, "Biodiesel– Growing a New Energy Economy", 2nd edition, Chelsea GreenPublishing Company White River Junction, Vermont, 2008, pp. 136, 142;

Gritsevskyi , A..Renewable vs. non-renewable energy sources, forms and technologies. 13th Meeting of the London Group on Environmental Accounting – IAEA- 29 September - 3 October 2008. Brussels, Belgium. *<http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13_13a.pdf>. Acesso em: dezembro de 2012.*

HAmza, V.M., Gomes, A.J.L., and Ferreira, L.E.T. Status Report on Geothermal Energy Developments in Brazil.In: World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005. Disponível em: <http://www.geothermalenergy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2005/0149.pdf>. Acesso em: junho de 2012.

HARTFORD, Conn. United Technologies sells wind power business to help finance Goodrich acquisition. The Washington Post Published. Washington, August 8, 2012. Disponível em: <http://www.washingtonpost.com/business/technology/united-technologies-sells-wind-power-business-to-help-finance-goodrich-acquisition/2012/08/07/d8aeb9f0-e0d2-11e1-8d48-2b1243f34c85_story.html>. Acesso em: agosto de 2012.

Hitachi. Disponível em: <http://www.hitachipowersystems.us/products/hydroelectric/index.html>. Acesso em: julho de 2012.

Hogan, M. German biodiesel output collapses. Reuters, Hamburg, Jan 15, 2008. Disponível em: <http://www.reuters.com/article/2008/01/15/us-biofuel-summit-biodiesel-idUSL1589672020080115>. Acesso em: julho de 2012.

INPI. Diretoria de Articulação e Informação Tecnológica – DART. Centro de Divulgação, Documentação e Informação Tecnológica – CEDIN. Divisão de Estudos e Programas – DIESPRO. Mapeamento Tecnológico do Biodiesel e Tecnologias Correlatas sob o Enfoque dos Pedidos de Patentes. Maio de 2008. Disponível em: <http://www.wipo.int/export/sites/www/patentscope/en/programs/patent_landscapes/documents/biodiesel_vol2_brasil.pdf>. Acesso em: outubro de 2011.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Special Report on Emissions Scenarios. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group III [Nakicenovic, N., Swart, R. (eds.)]. IPCC, 2000, Genebra, ISBN 92-9169-113-5.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Technologies, policies and measures for mitigating climate change. IPCC Technical Paper I. 1996. Disponivel em: <http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.I(E).pdf >. Acesso em: setembro de 2011.

“Italy Nuclear: Berlusconi Accepts Referendum Blow,” BBC News (June 14, 2011). Disponível em: <www.bbc.co.uk/news/worldeurope-13741105>. Acesso em: dezembro de 2011.

J.Irvine, B.R.Martin, Research Foresight:Creating the Future, Netherlands Ministry of Education and Science, Zoertermeer, The Netherlands, 1989.

Japan Atomic Energy Agency (JAEA). 2012. Disponível em: <http://www.jaea.go.jp/english/>. Acesso em: junho de 2012.

Jenssen, Holly. US Ethanol Enters Global Market Place. Energy Tribune. . Houston, 18 October, 2010. Disponível em: <http://www.energytribune.com/articles.cfm/5594/US-Ethanol-Enters-Global-Market-Place>. Acesso em: junho de 2012.

Jones, G., Loubna, B.. Historical Trajetories and Corporate Competences in Wind Energy. Working Paper 11-112. Harvard Business School. Boston, 2011. Disponível em: <http://www.hbs.edu/research/pdf/11-112.pdf>. Acesso em: julho de 2012.

Jungmann, Diana de Mello; Bonetti, Esther Aquemi - Inovação e propriedade intelectual: guia para o docente. Brasilia: SENAI, 2010.

K. Pavitt - R&D, patenting and innovative activity: a statistic exploration- Research Policy, 11 (1) (1983), pp. 33–51.

Kanter,James “Switzerland Decides on Nuclear Phase-Out,” *New York Times* (May 25, 2011). Disponível em: <www.nytimes.com/2011/05/26/business/global/26nuclear.html,Acesso em: dezembro de 2011>.

Katayama, Shusaku. Research & Development of Bio-fuel in Japan. In: International Federation of Agricultural Journalists (IFAJ) Congress, 2007. Disponível em: <http://jaef.la.coocan.jp/ifaj/eng/document/tua/slide/5-1.pdf>. Acesso em: maio de 2012.

Kimura, O.; Suzuki, T.. 30 years of solar energy development in Japan: co-evolution process of technology, policies, and the market. In: Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change- Resource Policies: Effectiveness, Efficiency, and Equity, 17-18 November 2006, Berlin.

Kolon Industries, Inc. Disponível em: <http://www.kolon.com/english/business/constuction_leisure_service/kolon_enc.asp. >Acesso em: abril de 2012.

Koplow, D. BIOFUELS - AT WHAT COST ?. Government support for ethanol and biodiesel in the United States. International Institute for Sustainable Development (IISD), October 2007, Geneva, Switzerland. Disponível em: <http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/brochure_-_us_update.pdf>. Acesso em: abril de 2012.

Korean Solar Energy Set to Explode due to the Greenest Government and Chaebols Hanwha,Hyundai,Posco,Samsung,LG. Green World Investor, 14 March, 2011. Disponível em:< http://www.greenworldinvestor.com/2011/03/14/korean-solar-energy-set-to-explode-due-to-the-greenest-government-and-chaebols-hanwhahyundaiposcosamsunglg/*>. Acesso em:março de 2012.*

Krewitt, W., K.Nienhaus, C. Klessmann, C. Capone, E.Stricker, W.Graus, M. Hoogwijk, N. Supersberg, U. von Winterfeld, and S.Samadi,(2009), Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply, Federal Enviroment Agency, Dessau-Rosslau, Germany. Disponível em: <http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/portal_news/newsarchiv2009_6/cc_18_2009_RE_EE_Summary.pdf>. Acesso em: março de 2012.

Kutscher, Joachim. Experiences in the Development of Wind Energy in Germany. In: IEA-OAO "InterRAO EES" Renewable Expert Meeting. Moscow, 21 June 2011. Disponível em: <http://www.iea.org/work/2011/OAO/Kutscher.pdf>. Acesso em: dezembro de 2011.

Kyodo. Oil-yielding algae show promise as domestic, export energy trove. The Japan Times, Jan. 7, 2012. Disponível em: <http://www.japantimes.co.jp/text/nn20120107f2.html>. Acesso em: maio de 2012.

L. Soete- Inventive activity, industrial organization and international trade- D.Phil. thesisUniversity of Sussex (1978).

L. Soete, S. Wayatt- The use of foreign patenting as an international comparable science and technology output indicator- Scientometrics, 5 (1) (1983), pp. 31–54

Lee, T. Handbook of energy-saving and economic statistics in Korea. Korea Energy Management Corporation. Seoul (2009).

Lima, P.C.R.. Os carros Flex Fuel no Brasil. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Março, 2009. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1314/carros_flexfuel_lima.pdf?sequence=1>. Acesso em: junho de 2012.

Lund, J.W.; Freeston, D.H.; Boyd, T.L..Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review. Geothermics, v.40, Issue 3, September 2011, p. 159-180.

M. Trajtenberg - A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations- RAND Journal of Economics, 21 (1) (1990), pp. 172–187

Medina, Humberto. Com reservatórios baixos, geração térmica é recorde. Folha de São Paulo, Brasília, 10/08/2010. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/780590-com-reservatorios-baixos-geracao-termica-e-recorde.shtml>. Acesso em: abril de 2012.

Ministério das Minas e Energia (MME), 2009. Linha do tempo. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/pre_sal/Linha_do_tempo.pdf.> Acesso em: março de 2012.

Ministério das Minas e Energia (MME), 2012. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Disponível em:<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias_Renovaveis.htm>. Acesso em : janeiro de 2012.

Mitusubishi Heavy Industries, Ltd. Geothermal Power. Disponível em: <http://www.mhi.co.jp/en/products/detail/geothermal_power_plant_01.html>. Acesso em: março de 2012.

Montalvão, Edmundo; Faria, Ivan Dutra; Abbud, Omar Alves. Ambiente e Energia : Crença e Ciência no Licenciamento Ambiental - Parte IV: A Opção de Geração Hidroelétrica no Brasil. Textos para Discussão107. Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado Federal. Fevereiro/2012

Nalco Company. Disponível em: <http://www.nalco.com/industries/biodiesel.htm>. Acesso em: maio de 2012.

National Petroleum Council (NPC). Electric Generation Efficiency. NPC Global Oil & Gas Study, Topic Paper # 4, July 18,2007. Disponível em: <http://www.npc.org/study_topic_papers/4-dtg-electricefficiency.pdf>. Acesso em: janeiro de 2012.

Nelson, A.J. (2009). “Measuring knowledge spillovers: what patents licenses and publications reveal about innovation diffusion”. *Research Policy* 38(6), 994-1005.

Nippon Shokubai. Catalysts & Green Energy Materials Business. Disponível em: <http://www.shokubai.co.jp/en/products/environment/>. Acesso em: maio de 2012.

O’Kray, C., Wu,K.. Biofuels in China: Development Dynamics, Policy Imperatives, and Future Growth. In: Energy Forum - International Association for Energy Economics (IAEE), Rio de Janeiro, 6-9 June,2010. Disponível em: <www.iaee.org/cn/publications>. Acesso em: abril de 2012.

OCDE. Manual de Oslo - Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre Inovação. 3ª ed., Tradução FINEP, 2007, Disponível em: <www.finep.org.br>. Acesso em: dezembro de 2011.

OCDE-FAU Agricultural Outlook 2007-2016. Paris, 2011. Disponível em: <http://www.oecd.org/trade/agriculturaltrade/assessingagriculturalmarkets/38893266.pdf>. Acesso em: dezembro de 2011.

Office of the Gas and Electricity (OFGEM). United Kingdom. 2012. Disponível em: <http://www.ofgem.gov.uk/Sustainability/Environment/RenewablObl/Pages/RenewablObl.aspx>. Acesso em: março de 2012.

Organização das Nações Unidas (ONU). Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (*UNFCCC*). Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <http://unfccc.int/2860.php>. Acesso em: _____.

Organização das Nações Unidas (ONU). Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (*UNFCCC*). 1992. Disponível em: agosto de 2011.

Organização das Nações Unidas (ONU). World Investment Report – Transnational Corporations and Infrastructure Chalenge – United Nations Conference on Trade and Development. New York and Geneva , 2008.Disponível em: <http://unctad.org/en/docs/wir2008_en.pdf>. Acesso em: agosto de 2011.

Organização Internacional do Trabalho (OIT). Tendencias Mundiales del Empleo 2011: El desafío de la recuperación del empleo / Oficina Internacional del Trabajo. - Ginebra OIT, 2011. Disponível em: <http://www.oitbrasil.org.br/sites/default/files/topic/youth_employment/doc/tme_2011_inf_389.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2012.

Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Classificação Internacional de Patentes. Guia. 8ª Ed., Vol. 5, 2006.

Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Final Report on National Experiences with the Legal Protection of Expressions of Folklore. Intergovernmental Committe on Intellectual Property and Genetic Resources, Traditional Knowledge and Folklore. Third Session. Geneva, June 13 to 21, 2002. Disponível em: <www.wipo.int/globalissues/igc/documents/index-fr.html>. Acesso em: agosto de 2011.

Ormat Technologies, Inc. Geothermal Development & Generation. Disponível em: <http://www.ormat.com/>. Acesso em: junho de 2012.

Ouriques, H.R., Vierira,P.A., e Ariente. P.F.F. AS CONSEQÜENCIAS DA ASCENSÃO DA CHINA PARA A ECONOMIA-MUNDO CAPITALISTA: o papeldo fundo soberano chinêscomo instrumento de estratégia e desenvolvimento. In:III Encontro Nacional ABRI –Workshop sobre BRICS. São Paulo.19 a 22 de julho de 2011

Palo Alto research Center (PARC). 2012. Disponível em: <http://www.parc.com/>. Acesso em: junho de 2012.

Passos, Maria de Fátima Salles Abreu. Gasoduto Bolívia-Brasil. Revista Economia e Energia. Brasília, 10 de setembro de 1998. Ano II, No. 10. Setembro/Outubro de 1998. Disponível em: <http://ecen.com/eee10/gasp.htm>. Acesso em: abril de 2012.

Petrobras recebe parecer favoravél para usina solar. InfoExame. Rio de Janeiro, 04 de abril de 2012. Disponível em: <http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/petrobras-recebe-parecer-favoravel-para-usina-solar-04042012-47.shl.> Acesso em: junho de 2012.

Petrobras. Apresentação Institucional. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/perfil/atividades/exploracao-producao-petroleo-gas/>. Acesso em: março de 2012.

PLÁ, J. A. Histórico do biodiesel e suas perspectivas. Julho de 2003. Disponível em<http://www.ufrgs.br/decon/hp/publionline/textosprofessores/pla/biodiesel.pdf> Acesso em: janeiro de 2012.

Proença, E.R..O processo de internacionalização no Brasil – Um estudo exploratório na Dedini. In: VII SemeAD- Seminários em Administração da Faculdade de

Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2004, São Paulo. Anais eletrônicos ...São Paulo: 2004, USP. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Adm%20Geral/ADM19-_O_processo_de_internacionaliza%E7%E3o_no_Brasil.PDF>**.** Acesso em: abril de 2012.

Rehau Unlimited Polymer Solutions. Geothermal Energy. Disponível em: <http://www.rehau.com/US_en/Construction/Geothermal/>. Acesso em: maio de 2012.

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). *Renewables 2011: global status report.* Paris, julho 2011.
Disponível em:
<http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf>. Acesso em: julho de 2012.

Repower Systems. Disponível em: <http://www.repower.de/fr/about-us/>. Acesso em: junho de 2012.

Robert J.Watts and Alan Porter- Inovation Forecasting- Technological Forecasting And Social Change, 56, 25-47 (1997).

ROCHA, E. M. P. ; DUFLOTH, S. C. . Análise comparativa regional de indicadores de inovação tecnológica empresarial: contribuição a partir dos dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 14, p. 192-208, 2009.

Romanowicz, Goska. "Profits soar for top wind turbine maker". *Environmental Data Interactive Exchang. March 21, 2007. Disponível em:* <http://www.edie.net/news/news_story.asp?id=12798&channel=0>. Acesso em: fevereiro de 2012.

Rybach, L.,Mongillo,M.. “Geothermal Sustainability: A Review with Identified Research Needs”, *GRC Transactions*, Vol. 30, 2006.

Secretaria de Comunicação Social da Presidência da República (SECOM). Produção de Petróleo em 2011 foi a maior da história. Disponível em: <http://www.secom.gov.br/sobre-a-secom/acoes-e-programas/comunicacao-publica/em-questao/edicoes-anteriores/fevereiro-2012/boletim-1463-03.02/producao-de-petroleo-em-2011-foi-a-maior-da-historia/impressao_view>. Acesso em: junho de 2012.

Seksui Chemical Co., Ltd. Roofing Materials. Disponível em: <http://www.sekisuichemical.com/product/building/roofing/index.html>. Acesso em: maio de 2012.

SHARP. Sharp Solar. Disponível em: <http://www.sharp-solar.com/en/>. Acesso em: maio de 2012.

Sheahan, M., Hack. J..Siemens cuts outlook on delayed wind projects. Reuters. FRANKFURT/MUNICH, Apr 25, 2012. Disponível em: <http://uk.reuters.com/article/2012/04/25/uk-siemens-outlook-idUKBRE83O06J20120425>. Acesso em: julho de 2012.

SINOPEC (China Petrochemical Corporation). Energy Supply. Disponível em: <http://www.sinopecgroup.com/english/Pages/Energysupply.aspx>. Acesso em: julho de 2012.

Sissel, K.. Du Pont, Genencor Form JV to Produce Cellulosic Ethanol. HIS Chemical Week, Vol. 170, Issue 15, dez. 2008. Disponível em: <http://www.chemweek.com/sections/top_of_the_week/DuPont-Genencor-Form-JV-to-Produce-Cellulosic-Ethanol_11899.html>. Acesso em: junho de 2012.

SK Chemicals. Disponível em: <http://www.sk.com/happychannel/news/news_view.asp?id=557>. Acesso em: junho de 2012.

STIGLITZ, J. *Globalization and Its Discontents*. Nova York: W.W. Norton, 2001.

STIGLITZ, J. *The Roaring Nineties*. Nova York: W.W. Norton, 2003.

Takenaka, K.. Japan's Matsushita to switch name to Panasonic. Reuters. Tokyo, 10 Jan, 2008. Disponível em: <http://www.reuters.com/article/2008/01/10/matsushita-panasonic-idUST26693320080110>. Acesso em: abril de 2012.

The Federation of Electric Power Companies in Japan (FEPC). Profile of Japan's Major Power Generation Sources, 2012. Disponível em: <http://www.fepc.or.jp/english/energy_electricity/electric_power_sources/index.html.> Acesso em: maio de 2012.

Toshiba.Disponível em:<http://www3.toshiba.co.jp/power/english/hydro/products/equipment/index.htm>. Acesso em: abril de 2012.

Trevi Group. Trevi Group Enters The Renewable Energy Sector. Disponível: <http://www.trevigroup.com/viewdoc.asp?co_id=559>. Acesso em: maio de 2012.

Twidell, J., Weir, T..Renewable Energy Resources, 2nd Edition. New York: Taylor & Francis, *2006.*

Unisys. Company History. Disponível em: <http://www.unisys.com/unisys/about/company/history.jsp?id=209&pid=201>. Acesso em: julho de 2012.

United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agriculture Service. Japan to Focus on Next Generation Biofuels. Global Agriculture Information Network, Number JA9044, Tokyo, 1 june, 2009. Disponível em: <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/General%20Report_Tokyo_Japan_6-1-2009.pdf>. Acesso em: agosto de 2012.

United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agriculture Service. France- First Generation Biofuels Gain Credibility – Next generation Projects. Global Agriculture Information Network, Number FR9042, Paris, 21 May, 2010. Disponível em:<http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/First%20Generation%20Biofuels%20Gain%20Credibility%20Next%20Generation%20Projects_Paris_France_5-21-2010.pdf>. Acesso em: agosto de 2012.

United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agriculture Service. Peoples Republic of China, Biofuels Annual. Global Agriculture Information Network, Number 12044, Washington D.C., 9 July, 2012. Disponível em: <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-9-2012.pdf>. Acesso em: agosto de 2012.

US Department of Energy (DOE). A History of Geothermal Energy in the United States. Washington DC, September, 2010. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/geothermal/history.html>. Acesso em: maio de 2012.

US Department of Energy (DOE). Alternative Fuels Data Center. Washington D.C., 2012b. Disponível em: <http://www.afdc.energy.gov/fuels/laws/3251/US>. Acesso em: julho de 2012.

US Department of Energy (DOE). Federal Incentives and Laws for Biodiesel . 2012,c. Disponível em: <http://www.afdc.energy.gov/fuels/laws/3251/US>. Acesso em: julho de 2012.

US Department of Energy (DOE). The history of solar. Washington D.C., 2002. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf>. Acesso em: maio de 2012.

US Department of Energy(DOE). Database of State Incentives for Renewable and Efficiency. Washington DC, 2012a. Disponivel em: <http://dsireusa.org/incentives/incentive.cfm?Incentive_Code=US13F>*. Acesso em: abril de 2012.*

US Department Of Energy. Energy Efficiency &Renewable Energy. 2006 Renewable Energy Databook. Disponível em: <http://www.nrel.gov/analysis/pdfs/51680.pdf>. Acesso em: janeiro de 2012.

V. Lauerman, “Japan: Energy Mix Fallout,” *Energy Compass*, Vol. 22, No. 12 (March 25, 2011), p. 7. Disponível em:

<www.energyintel.com/PublicationHomePage.asp?publication_id=1>. Acesso em: junho 2011

Vidal, John. "Vestas gives away energy prize winnings to runners-up". *The Guardian*. Jan. 19, 2011. Disponível em: <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/jan/19/vestas-zayed-energy-prize-money>. Acesso em: abril de 2012.

W. Comanor, F.M. Scherer – “Patent statistics as measures of technical change - Journal of Political Economy, 77 (3) (1969), pp. 392–398

Wakabayashi, D..Sanyo Deal Hits Panasonic Results. The Wall Street Journal. New York, 05/02/2010. Disponível em: <http://www.toshiba.co.jp/env/en/energy/solar.htm; http://www.samsung.com/us/business/solarmodules/introductiontosamsungsolarenergy>. Acesso em: abril de 2012.

White Energy Company. Historical Coal Prices. Disponível em: <http://www.whiteenergyco.com/investor/investor-tools/historical-coal-prices.php>. Acesso em: setembro de 2011.

White, B..Unocal Accepts Chevron's Raised BID. The Washington Post. Washington, July 21, 2005. Disponível em: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/07/20/AR2005072002476.html>**.** Acesso em: junho de 2012..

WILSON, R. M. Patent analysis using online databases – I. technological trend analysis. *World Patent Information*, v. 9, n. 1. p. 18-26, 1987.

Woodyard, C..End of ethanol subsidy will raise the price of gas. USA TODAY, Atlanta, 3 de Janeiro de 2012. Disponível em: <http://www.usatoday.com/money/industries/energy/story/2012-01-03/ethanol-subsidy-gas-prices/52355056/1>. Acesso em: março de 2012.

World Coal Association (WCA). Coal Statistics.2011. Disponível em: <http://www.worldcoal.org/resources/coal-statistics/>. Acesso em: outubro de 2011.

WTRG Economics. Oil Prices History and Analysis. Disponível em: <http://www.wtrg.com/prices.htm>. Acesso em: agosto de 2011.

YERGIN, D. ; STANISLAW, J. *The Commanding Heights: The Battle For the World Economy.* USA: Simon & Schuster, 2002.

YERGIN, D. *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money and Power*. USA: Simon & Schuster, 1994.

ANEXO 1

ANEXO 1- Detalhamento das Classes e Subclasses da Classificação Internacional de Patentes (8ª edição) contidas no presente estudo.

Seção	Classes	Subclasses	Grupo
SEÇÃO C — QUÍMICA; METALURGIA	C07- Química Orgânica	C07C- Compostos acíclicos ou carbocíclicos	C07C-031 Compostos saturados tendo grupos hidroxila ou O-metal ligados a átomos de carbono acíclicos
	C12- Bioquímica; cerveja; álcool; vinho; vinagre; microbiologia; enzimologia; engenharia genética ou de mutação.	C12P- Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica.	C12P-007 Preparação de Compostos orgânicos contendo oxigênio
SEÇÃO E — CONSTRUÇÕES FIXAS	E02- Engenharia Hidráulica; Fundações; Terraplenagem	E02B- Engenharia Hidráulica	E02B-007Barragens ou vertedouros; Traçado, construção, métodos ou dispositivos para sua construção
			E02B-009 Usinas hidrelétricas; Layout, construção ou equipamento, métodos ou dispositivos para sua realização
SEÇÃO F— ENGENHARIA MECÂNICA; ILUMINAÇÃO; AQUECIMENTO; ARMAS; EXPLOSÃO	F03- Máquinas ou motores para líquidos; motores movidos a vento, molas, pesos ou outros; produção de força mecânica ou de empuxo propulsivo por reação, não incluída em outro local.	F03B- Máquinas ou motores para líquidos	F03B-013/00 Adaptações de máquinas ou motores para fins especiais; Combinações de máquinas ou motores com aparelhos acionadores ou

			acionados
		F03D- Motores movidos a vento	F03D-001Motores a vento com o eixo de rotação sensivelmente na direção do vento
			F03D-005/00 Outros motores a vento
			F03D-007/00 Controle dos motores a vento
		F03G-Motores movidos à mola, peso, inércia ou similares; dispositivos ou mecanismos produtores de força mecânica, não incluídos em outro local ou que utilizam fontes de energia não incluídas em outro local.	F03G-004/00 Dispositivos para produzir energia mecânica a partir de energia geotérmica.
			F03G-006/00 Dispositivos para produzir energia mecânica a partir da energia solar.
			F03G-007/00 Mecanismos produtores de força mecânica não incluídos em outro local ou que utilizam fontes de energia não incluídas em outro local

SEÇÃO F— ENGENHARIA MECÂNICA; ILUMINAÇÃO; AQUECIMENTO; ARMAS; EXPLOSÃO	F24- Aquecimento; Fogões; Ventilação	F24J_Produção de calor, utilização de calor não incluído em outro local.	F24J-002 Utilização de calor solar, por ex., coletores de calor solar .
			F24J-003_Outra produção ou utilização de calor, não derivada da combustão
SEÇÃO H — ELETRICIDADE	H01- Elementos Elétricos Básicos	H01L-_Dispositivos semicondutores; Dispositivos elétricos de estado sólido não incluídos em outro local.	H01L-031 Dispositivos semicondutores sensíveis à radiação infravermelha, luz, radiação eletromagnética de comprimento de onda mais curto ou radiação corpuscular e especialmente adaptados para a conversão da energia de tal radiação em energia elétrica ou para controle de energia elétrica por meio de tal radiação; Processos ou aparelhos especialmente adaptados para manufatura ou tratamento do mesmo ou de suas partes integrantes; Detalhes dos mesmos.

			H01L-025 Montagens, consistindo de vários dispositivos semicondutores individuais ou outros dispositivos de estado sólido
	H02- Produção, conversão ou distribuição de energia elétrica	H02N_Máquinas elétricas não incluídas em outro local.	H02N-006 Geradores em que a radiação luminosa é convertida diretamente em energia elétrica
		H02P_Controlo ou regulagem de motores, geradores elétricos, ou conversores dínamo-elétricos; controle de transformadores, reatores ou bobinas de reatância.	H02P-009Disposições para o controle de geradores elétricos com o propósito de obtenção de uma saída desejada.