

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

POLÍTICAS PÚBLICAS DA UNIÃO EUROPÉIA NA
PROMOÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SETOR
ELÉTRICO: O CASO DA ENERGIA EÓLICA NA
ALEMANHA DE 1989 AOS DIAS DE HOJE

JULIANA MONIZ FREIRE MESQUITA

matrícula nº: 107385559

ORIENTADOR: Prof. Hélder Queiroz Pinto Jr.

JUNHO 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

POLÍTICAS PÚBLICAS DA UNIÃO EUROPÉIA NA
PROMOÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SETOR
ELÉTRICO: O CASO DA ENERGIA EÓLICA NA
ALEMANHA DE 1989 AOS DIAS DE HOJE

JULIANA MONIZ FREIRE MESQUITA

matrícula nº: 107385559

ORIENTADOR: Prof. Hélder Queiroz Pinto Jr.

JUNHO 2011

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade da autora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me apoiaram durante essa jornada na qual me aventurei e que tenho muito orgulho em estar concluindo.

Ao meu orientador, Helder Queiroz, pela paciência, generosidade e por ter ajudado na realização de um sonho. Obrigada!

Aos professores do Instituto de Economia da UFRJ, em especial à professora Lucia Kubrusly pela confiança e carinho.

Agradeço à minha família em especial ao meu pai, minha avó, ao Marcus Tulio, à minha mãe, por seu amor incondicional e por ser o pilar da minha vida e à minha irmã pelo amor, amizade, força e por ter me dado os maiores tesouros da vida: Pedro e Alice.

Agradeço aos meus amigos e principalmente àqueles que são os melhores que alguém pode sonhar em ter: Si, Paulinha, Ciça, Cecílinha, Flávio, Dri, Paula Sonic: a família que escolhi!

Agradeço também aos amigos tão queridos que fiz na faculdade e de quem certamente jamais me esquecerei: Cássia, Natassja, Thauan e Lunna. Muito sucesso para vocês!

Agradeço à vida por ter sido sempre tão generosa comigo!!!

RESUMO

Durante os últimos anos, diferentes governos nacionais vêm seguindo uma tendência mundial e se mobilizando para criar estruturas a fim de promover as fontes renováveis de energia. O cenário atual mundial é de combate ao aquecimento global conseqüente das crescentes emissões de gases oriundos da queima de combustíveis fósseis e de possibilidade de escassez dessas fontes convencionais de energia num futuro próximo. Com esta motivação, o presente trabalho tem como objetivo elencar as principais medidas e políticas supranacionais de incentivo ao uso de fontes renováveis no setor de eletricidade na União Européia (UE) e avaliar como a energia eólica foi desenvolvida na Alemanha a partir da tradução destas políticas internamente e seus resultados até o presente momento.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO I - MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA	9
1.1 - O FENÔMENHO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	9
1.2 - FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA E SEU PAPEL NO SETOR DE ELETRICIDADE.....	12
1.2.1 - Hidráulica	13
1.2.2 - Solar	14
1.2.3 - Biomassa	16
1.2.4 - Geotérmica	16
1.2.5 - Eólica	17
CAPÍTULO II: POLÍTICAS SUPRANACIONAIS DA UNIÃO EUROPÉIA PARA INCENTIVO AO USO DE FONTES RENOVÁVEIS NO SETOR DE ELETRICIDADE	22
2.1 - O CONTEXTO ENERGÉTICO EUROPEU	22
2.2 - POLÍTICAS SUPRANACIONAIS DA UNIÃO EUROPÉIA NA PROMOÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA	24
2.2.1 - Os Livros Verde e Branco: “Energia para o Futuro: Fontes Renováveis de Energia” de 1996 e 1997.....	28
2.2.2 - A Diretiva relativa à promoção da eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da eletricidade de 2001	30
2.2.3 - Livro Verde: “Estratégia Européia para uma energia sustentável, competitiva e segura” e Roteiro para Energias Renováveis de 2006	32
2.2.4 - Diretiva “Promoção do uso de energia a partir de fonte renováveis” de 2009	35
CAPÍTULO III – INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA O INCENTIVO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	38
3.1 - INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA PROMOÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	39
3.1.1 - Tarifa feed – in	40
3.1.2 - Prêmio feed-in	42
3.1.3 - Sistema de Cotas/Certificados Verdes.....	42
3.1.4 - Sistema de Leilão.....	43
3.1.5 - Incentivos aos investimentos	45
3.1.6 - Incentivos fiscais	45
CAPITULO IV – A EXPERIÊNCIA ALEMÃ NO DESENVOLVIMENTO DE ENERGIA EÓLICA DE 1989 AOS DIAS DE HOJE.....	46
4.1 - PRINCIPAIS MARCOS REGULATÓRIOS E INSTRUMENTOS ADOTADOS NA ALEMANHA PARA PROMOÇÃO DE ENERGIA EÓLICA – 1989 A 2010	46
4.1.1 - O Programa 100/ 250 MW.....	46
4.1.2 - A Lei Feed In de Eletricidade de 1991	47
4.1.3 - Lei das Energias Renováveis de 2000.....	49
4.2 - ANÁLISE DA EFETIVIDADE DOS INSTRUMENTOS ADOTADOS NA ALEMANHA PARA A PROMOÇÃO DE ENERGIA EÓLICA	52
4.3 - O FUTURO DA ENERGIA EÓLICA NA ALEMANHA	55
CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

INTRODUÇÃO

O atual padrão de consumo do mundo moderno industrializado é possível, em grande parte, pela disponibilidade de energia elétrica. Assegurar um fornecimento confiável é de extrema importância na pauta das políticas energéticas nacionais.

O mundo de hoje é dependente dos combustíveis fósseis, onde o setor de transportes, por exemplo, é quase que totalmente movido por derivados de petróleo. O setor de geração de eletricidade ainda depende enormemente de carvão para funcionar e muitos especialistas acreditam que os padrões atuais desta atividade não são sustentáveis no longo prazo, devido à extinção desses combustíveis.

Entretanto, não é somente a segurança de suprimento que preocupa os especialistas. A questão ambiental vem se tornando cada vez mais presente na agenda internacional. A queima de combustíveis fósseis para movimentar carros, máquinas e turbinas lançam uma quantidade muito grande de gases de efeito estufa, como o CO₂ na atmosfera. Há diversos estudos que mostram o aumento progressivo da temperatura do planeta e suas drásticas conseqüências para o meio ambiente, como anomalias climáticas, o derretimento das calotas polares, com conseqüente aumento do nível dos oceanos, períodos de secas e de chuvas intensos, resultados do fenômeno chamado efeito estufa.

Diante desse quadro, tornou-se mais do que urgente a busca por novas tecnologias capazes de garantir o suprimento confiável de energia e que auxiliem na redução da emissão de gases de efeito estufa.

Por essas razões, este trabalho tem como objetivo analisar a evolução histórica referente às principais medidas de incentivo ao uso de fontes renováveis na geração de eletricidade na União Européia e avaliar, como estudo de caso, de que forma a Alemanha incorporou tais políticas internamente e seus resultados até o presente momento.

O primeiro capítulo inicia-se com a contextualização do fenômeno das mudanças climáticas, detalhando suas características, causas e conseqüências. Ademais, visa

introduzir as principais fontes renováveis de energia e como estas são utilizadas no processo de geração de eletricidade, com ênfase à tecnologia eólica.

O capítulo II tem como objetivo fazer uma recapitulação dos principais marcos regulatórios supranacionais da União Europeia referentes à promoção das fontes renováveis de energia.

No capítulo seguinte, uma breve descrição dos principais instrumentos utilizados em um nível nacional para a promoção das fontes renováveis de energia nos Estados- membros da União Europeia é realizada, uma vez que faz-se altamente necessário o apoio do governo na difusão destas novas tecnologias para que possam tornar-se competitivas com as fontes convencionais.

Por último, os instrumentos adotados pela Alemanha na promoção de energia eólica e uma breve análise dos resultados destas iniciativas são apresentados. Esse país foi escolhido como estudo de caso, pois se destaca como líder no desenvolvimento desta fonte energética na União Europeia.

CAPÍTULO I - MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Este capítulo tem como objetivo introduzir a problemática das mudanças climáticas, suas características, causas e conseqüências para a o meio ambiente e para a sociedade. Além disso, visa introduzir os conceitos de fontes renováveis de energia como alternativas para a redução da emissão de gases de efeito estufa, tomados como os principais causadores desse fenômeno.

1.1 - O fenômeno das mudanças climáticas

O fenômeno das mudanças climáticas é um dos maiores desafios que a humanidade terá de enfrentar nos próximos anos. Segundo o IPCC (*International Painel of Climate Changes*), ele é caracterizado por uma variação estatisticamente significativa em um parâmetro climático (como temperatura, precipitação ou ventos) médio ou na sua variabilidade, durante um período extenso (que pode durar de décadas a milhões de anos) (IPCC, 2007).

De acordo com a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), o ano de 2010, juntamente com 2005, apresentou recorde na temperatura da superfície global, em uma série histórica que começa em 1880. O ano de 2010 foi o 34º consecutivo com temperaturas globais acima da média do século XX. (NOAA, 2011)

O aquecimento global, conseqüência do fenômeno conhecido como efeito estufa, e as mudanças no padrão climático mundial associadas a ele, têm sido aceitos como a maior ameaça à humanidade no século XXI. Os riscos ambientais e para a saúde humana em larga escala em nível global inclui mudança climática, depleção da camada de ozônio, perda de biodiversidade, mudanças nos sistemas hidrológicos e no fornecimento de água potável, degradação da terra e problemas nos sistemas de produção de alimentos. Os níveis de poluição atmosférica nas cidades mais populosas do mundo são altos e continuam a crescer. (SAIDUR *et al.* 2010)

O efeito estufa consiste no aquecimento do planeta devido ao excesso dos gases de efeito estufa (GEE) como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), o vapor d'água, ozônio (O₃) óxido nitroso (N₂O), clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos

(HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF_6) na atmosfera. (SIMIONI, 2006). Esses gases permitem a entrada do calor, mas impedem a saída do mesmo para o espaço, como os painéis de vidro de uma estufa. (Figura 1)

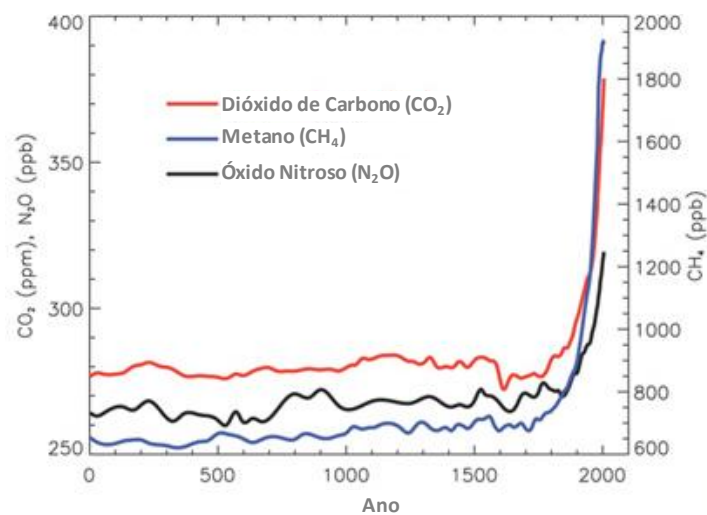
Figura 1 - O efeito estufa



Fonte: CEPAC, 2011

De acordo com o IPCC, as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera têm crescido progressivamente desde o final do século XIX (Figura 2)

Figura 2 - Concentrações de GEE do ano 0 a 2005



Fonte: IPCC, 2007

As causas associadas às mudanças climáticas são um assunto amplamente discutido e podem ser divididas em duas categorias: causas naturais e causas antropogênicas. (Climate Change Challenge, 2011)

O clima da terra é influenciado e modificado por causas naturais como erupções vulcânicas, correntes oceânicas, mudanças na órbita da terra e variações solares. As erupções vulcânicas lançam uma grande quantidade de dióxido de enxofre, vapores d'água, poeira e cinzas na atmosfera e esse grande volume de gases pode influenciar os padrões climáticos por anos ao aumentar a refletividade do planeta causando resfriamento atmosférico. As correntes oceânicas são os maiores componentes do sistema climático e desempenham um papel fundamental na concentração de CO₂ na atmosfera. Mudanças na órbita terrestre também levam a pequenas, mas importantes mudanças climáticas na força das estações. Já pequenas alterações no fornecimento de energia solar em um extenso período podem levar à mudanças climáticas. (Climate Change Challenge, 2011)

Já dentre as causas antropogênicas destacam-se: (i) o uso em larga escala de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão) na produção de energia, responsável pela emissão de gases de efeito estufa; (ii) o desmatamento para a agropecuária e uso do solo; (iii) a utilização industrial de gases fluoretados e (iv) a decomposição de lixo em aterros sanitários. (EEAa, 2011)

O IPCC afirma que “É provável que a maior parte do aumento das temperaturas médias globais desde a metade do século XX seja devido ao aumento observado das emissões antropogênicas de GEE”. (IPCC, 2007)

O setor de eletricidade contribui para aproximadamente um quarto das emissões de gases de efeito estufa no mundo. Três quartos da energia usada no setor de eletricidade advêm de combustíveis fósseis, sendo o carvão o mais utilizado. A América do Norte contribuí, de longe, com a maior parte das emissões no setor de eletricidade (3 gigatons de dióxido de carbono), seguida da China (1.7 gigatons), União Européia (1.6 gigatons) e de economias em transição (1.4 gigatons) (World Bank, 2008).

Por essa razão, as fontes renováveis são consideradas um fator chave na mitigação das mudanças climáticas globais no futuro.

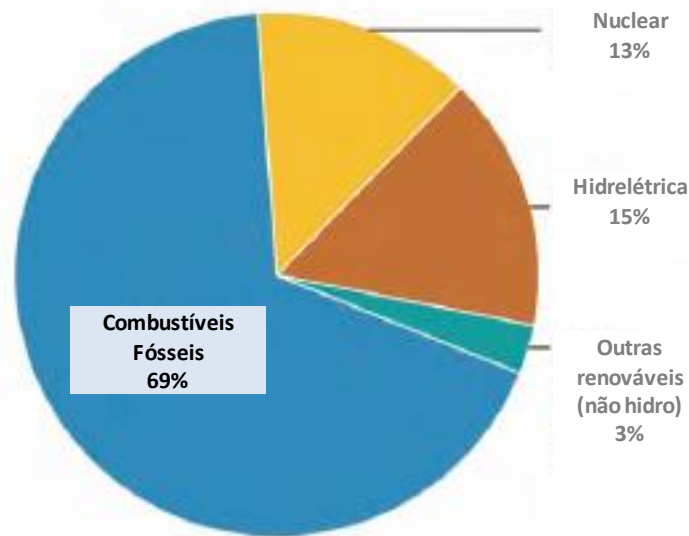
1.2 - Fontes renováveis de energia e seu papel no setor de eletricidade

Segundo Januzzi (1997), a princípio nenhuma fonte pode ser considerada absolutamente inesgotável. Todavia, fontes de energia são consideradas renováveis se seu uso pela humanidade não causa uma variação significativa nos seus potenciais e se suas reposições em curto prazo são relativamente certas.

Essas fontes são também chamadas de energias limpas, pois, diferentemente das fontes fósseis de energia, não emitem gases de efeito estufa. As tecnologias atualmente mais desenvolvidas são as seguintes: eólica (*onshore e offshore*), hidráulica, maremotriz, biomassa, solar e geotermal e são utilizadas nos setores de transporte, aquecimento e refrigeração, assim como na geração de eletricidade.

A capacidade existente de eletricidade instalada de fontes renováveis no mundo alcançou aproximadamente 1230 GW em 2009, o que representa um aumento de 7% com relação a 2008. As energias renováveis compõem cerca de um quarto da capacidade de geração de eletricidade global (estimada em 4800 GW em 2009) e fornecem cerca de 18% da produção de eletricidade (Figura 3). Dentre as renováveis, a energia eólica foi a que mais cresceu em 2009 em 38 GW. A energia hidráulica vem crescendo anualmente 30 GW e a capacidade solar fotovoltaica cresceu mais de 7 GW em 2009.

Figura 3 - Participação das Energias Renováveis na Eletricidade Global, 2010



Fonte: REN 21, 2010

O principal obstáculo à difusão do uso das fontes renováveis são os preços relativos dessas formas de energia quando comparadas as fontes convencionais de energia (combustíveis fósseis) na geração de eletricidade. Isso porque os preços das fontes fósseis não internalizam os custos gerados pelos danos saúde e ao meio ambiente (custos externos). Se esses custos fossem incluídos, os preços da eletricidade na UE oriunda do carvão dobrariam e do gás aumentariam em 30%. (World Nuclear Association, 2011)

As fontes de energia renováveis vêm se destacando como um fator chave na redução da emissão de gases de efeito estufa, além de contribuírem para a segurança do fornecimento, ao reduzirem a dependência de fontes externas de energia.

As principais fontes renováveis utilizadas na geração de eletricidade são:

1.2.1 - Hidráulica

A água constantemente se move através de um complexo ciclo global, evaporando de lagos e oceanos, formando nuvens, precipitando na forma de chuva e neve e voltando novamente para os corpos d'água. A energia do ciclo da água, que é orientado pelo sol, pode ser explorada para produzir eletricidade ou para tarefas mecânicas, como a moagem de grãos. A energia hidráulica utiliza um combustível – a água – que não é

reduzida ou consumida nesse processo. Pelo fato do ciclo da água ser infinito, a energia hidráulica é considerada uma fonte renovável. (EERE, 2011)

O princípio básico do funcionamento das turbinas hidráulicas é transformar a energia potencial gravitacional da água represada em um reservatório elevado em energia cinética do movimento das pás das turbinas. Nas usinas hidráulicas, a água represada, ao cair, faz girar as turbinas que irão acionar o gerador: nesse caso, a água represada é a fonte para a geração de energia elétrica. A quantidade de energia gerada é proporcional a dois fatores: a massa de água e a altura da queda. (BURATTINI, 2008).

As emissões das hidrelétricas são insignificantes, pois não há queima de combustíveis. Entretanto, se há uma grande quantidade de vegetação no leito do rio quando uma barragem é construída, esta pode se decompor quando o lago for criado, causando acúmulo e liberação de metano, um potente gás de efeito estufa. (EPA, 2011)

Apesar da energia hidráulica não gerar impactos na qualidade do ar, a construção e operação de barragens podem afetar significativamente os sistemas naturais dos rios, assim como a população de peixes e fauna local. (EPA, 2011)

A construção da hidrelétrica também pode alterar grandes porções de terras quando são construídas as barragens e são criados os lagos, já que há a inundação de áreas que podem servir de habitat para espécies e áreas de produção agrária. (EPA, 2011)

Em 2008, a energia hidráulica foi responsável pelo fornecimento de 15% da produção global de eletricidade. Uma capacidade estimada de 31 GW foi adicionada em 2008 e mais 31 GW em 2009. A capacidade global das hidrelétricas alcançou uma capacidade estimada de 980 GW ao final de 2009, que incluem 60 GW de energia oriundas de pequenas centrais hidrelétricas (PCH). (REN 21, 2010)

1.2.2 - Solar

A energia solar é a energia obtida através da conversão direta da luz do sol em energia elétrica, mecânica ou para aquecimento. (CRESESB, 2011).

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares. (ANEEL, 2005)

As principais vantagens da energia solar são:

- O uso da energia solar não emite nenhum tipo de gases de efeito estufa;
- As centrais necessitam de manutenção mínima;
- A tecnologia vem sendo bastante desenvolvida ao longo dos anos, com a redução progressiva dos custos, tornando-a econômica viável, e o desenvolvimento de painéis mais potentes;
- A energia solar consegue alcançar facilmente zonas de difícil acesso onde as redes tradicionais de energia têm mais dificuldade de chegar.

Entretanto, a energia solar ainda apresenta um custo por unidade de kWh superior a outras fontes renováveis, como a eólica e hidráulica, tornando-a menos competitiva e dificultando a difusão de sua implementação. (Tabela 1),

Tabela 1- Status das Tecnologias Renováveis, Características e Custos

Tecnologia	Características	Custos de energia típicos (centavos US\$/ kWh)
Grande hidrelétrica	Tamanho da planta: 10 (MW)–18,000 MW	3–5
Pequena hidrelétrica	Tamanho da planta 1–10 MW	5–12
Eólica Onshore	Tamanho da turbina: 1.5–3.5 MW Diâmetro da pá: 60–100 metros	5–9
Eólica Offshore	Tamanho da turbina: 1.5–5 MW Diâmetro da pá: 70–125 metros	10–14
Biomassa	Tamanho da planta: 1–20 MW	5–12
Geotermal	Tamanho da planta: 1–100 MW;	4–7
Solar PV	Capacidade do pico: 2–5 kW-pico	20–50
Solar PV Utility-scale	Capacidade do pico: 200 kW to 100 MW	15–30

Fonte: Adaptado de REN 21, 2010

Mesmo tendo um custo superior às demais fontes alternativas, de acordo com o relatório da *European Photovoltaic Industry Association* (EPIA, 2011), no ano de 2010, a capacidade adicionada aumentou de 7.2 GW instalados em 2009 para 16.6 GW. A capacidade total instalada no mundo é de 40 GW que produzem em torno de 50 TWh de energia elétrica todos os anos. O maior aumento está relacionado ao rápido crescimento tanto nos mercados da Alemanha quanto da Itália.

1.2.3 - Biomassa

De acordo com a Diretiva de Energias Renováveis de 2009 (2009/28/EC), a definição de biomassa é “a fração biodegradável de produtos, resíduos de origem biológica da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da silvicultura e indústrias correlatas, incluindo a pesca e aqüicultura, assim com a porção biodegradável de resíduos industriais e municipais”. Alguns exemplos de fontes primárias são: lenha, cana de açúcar, resíduos florestais, casca de côco, etc.

A principal vantagem da biomassa está na eliminação de resíduos diversos, diminuindo a necessidade de sua deposição em aterros. (SIMIONI, 2006). A geração de eletricidade a partir da biomassa vem da queima direta de biomassa sólida em plantas de geração que utilizam somente biomassa ou plantas de co-combustão em plantas de carvão.

A Agência do Meio Ambiente britânica (*Environment Agency*, 2009) em 2009 publicou o relatório “*Biomass: Carbon sink or carbon sinner?*” que comparou as emissões de gases de efeito estufa na produção de eletricidade utilizando biomassa, carvão e gás natural. Desse relatório foi concluído que as emissões de gases de efeito estufa utilizando biomassa são geralmente, mas não sempre, menores do que as dos combustíveis fósseis. Além disso, a co-geração com biomassa é uma boa medida de curto prazo para reduzir as emissões, mas, a não ser que mecanismos de captura de carbono sejam implementados, essa tecnologia não terá um papel no longo prazo.

1.2.4 - Geotérmica

A maior parte das plantas de geração precisam de vapor para produzir eletricidade. O vapor roda a turbina que ativa o gerador que, por sua vez, gera eletricidade. Muitas plantas de geração de energia ainda utilizam combustíveis fósseis para aquecer água

para gerar vapor. Plantas de energia geotérmicas utilizam vapor produzidos em reservatórios de águas quentes localizadas abaixo da superfície terrestre.

Áreas extensas de recursos hidrotermais que ocorrem naturalmente são chamadas reservatórios geotérmicos. A maioria dos reservatórios encontra-se no subsolo, porém há fontes que podem ser encontradas na superfície nas formas de vulcões e fumarolas, e gêiseres.

Existem três tipos de plantas geotérmicas de geração de energia: vapor seco, e ciclos binários e plantas vaporizadas, sendo estas as mais comuns. Elas utilizam reservatórios geotérmicos de água com temperaturas acima de 182° C. Essa água quente flui através de poços para a superfície utilizando sua própria pressão. Enquanto flui para cima, a pressão diminui e a água quente aquece para a forma de vapor. O vapor é então separado da água e utilizado na turbina/ gerador.

No fim de 2009, havia plantas de eletricidade geotérmicas operando em 29 países com capacidade total de 10.7 GW gerando mais de 67 TWh de eletricidade anualmente. Aproximadamente 88% desta capacidade concentram-se em sete países: Estados Unidos (3,150 MW), Filipinas (2,030 MW), Indonésia (1,200 MW), México (960 MW), Itália (840 MW), Nova Zelândia (630 MW), e Islândia (580 MW) que gera cerca de 25% de toda sua energia utilizando esta fonte. (REN 21, 2010)

1.2.5 - Eólica

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cata-ventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água. Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é utilizada há milhares de anos com as mesmas finalidades, a saber: bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo (década de 1970), é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial. (ANEEL, 2005)

As turbinas modernas são classificadas em dois grupos: as variedades de eixo horizontal e as de eixo vertical. As escalas das turbinas variam de tamanho de 100 kW até turbinas que produzem MW, instaladas juntas em fazendas eólicas que fornecem energia em volume para a rede elétrica. As turbinas menores, abaixo de 100 kW, são de uso doméstico utilizadas em locais remotos sem acesso à rede elétrica em conjunto com geradores a diesel, baterias e sistemas fotovoltaicos.

Muito do aumento do suprimento da energia renovável no mundo é oriunda da energia eólica. Dos 4.5 trilhões de KWh do aumento da geração de renováveis num período de projeção de 2007 – 2035, 1.2 trilhões de KWh (26%) são atribuídos ao vento. (EIA, 2010) e estima-se que o desastre nuclear no Japão e o vazamento de petróleo no Golfo do México terão um impacto de longo prazo no desenvolvimento da energia eólica. (WWEA, 2010)

O potencial bruto de energia eólica no mundo é estimado em 500.000 TWh por ano. Devido às restrições sociais e ambientais, apenas 53.000 TWh (cerca de 10%) são considerados tecnicamente aproveitáveis. Esse potencial líquido corresponde a quatro vezes o consumo de eletricidade mundial. (Tabela 2) (ANEEL, 2005)

Tabela 2 – Estimativas do potencial eólico mundial

Região	Porcentagem de terra ocupada	Potencial Bruto (TWh/ ano)	Densidade Demográfica (hab/ km ²)	Potencial líquido (TWh/ ano)
África	24	106.000	20	10.600
Áustralia	17	30.000	2	3.000
América do Norte	35	139.000	15	14.000
América Latina	18	54.000	15	5.400
Europa Ocidental	42	31.400	102	4.800
Europa Oriental & ex-URSS	29	106.000	13	10.600
Ásia	9	32.000	100	4.900
MUNDO	23	498.400	-	53.000

Fonte: GRUBB *et al apud* In: ANEEL, 2005

A energia eólica possui custos de operação e manutenção insignificantes, mas alto custo de capital. Aproximadamente 75% do custo total da energia que vem dos ventos é relativo a custos adiantados como o custo da turbina, fundação, equipamento elétrico e a

ligação à rede. As flutuações nos custos de combustíveis não impactam os custos de geração. Uma turbina eólica é capital intensiva se comparada com tecnologias de queima de combustíveis fósseis convencionais, como plantas de gás natural, onde entre 40% – 70% dos custos estão relacionados com combustível e com operação e manutenção (EWEA, 2009).

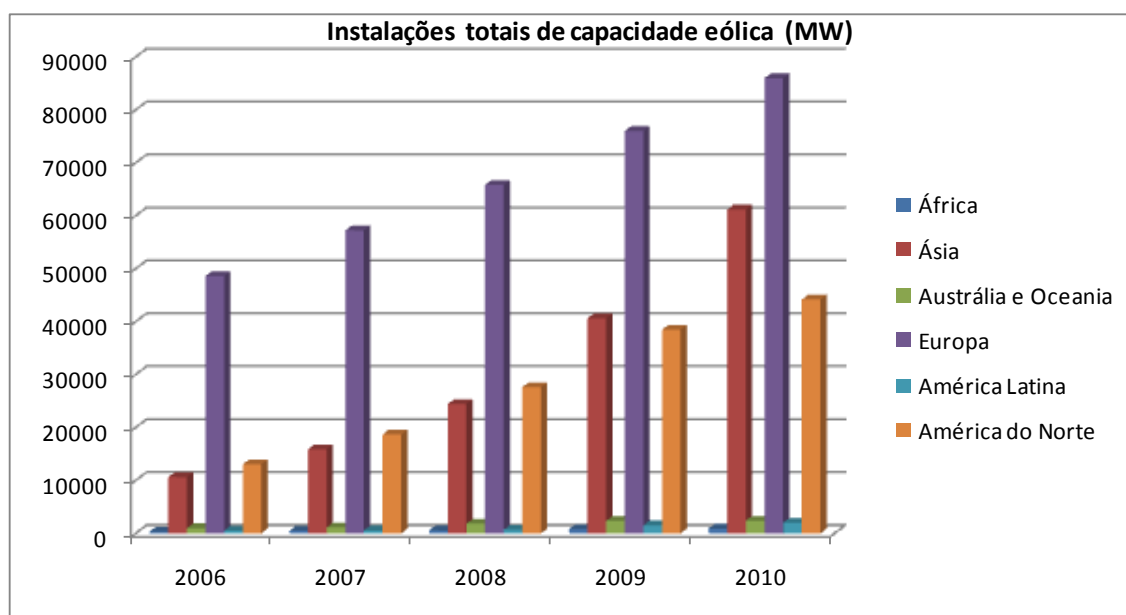
O uso da energia eólica possui diversas vantagens, dentre as quais se destacam: a não emissão de CO₂ e resíduos nucleares, a possibilidade em se utilizar áreas juntamente com agronegócio, sem a necessidade de expropriação das terras e o não consumo de água como elemento motriz ou como fluido de refrigeração.

Entretanto, fontes tradicionais são mais estáveis devido à possibilidade de estocagem de combustível e material de geração. Também pode produzir ruídos altos impactando o ecossistema e interferindo na fauna local. As hélices podem interferir nas transmissões de rádio e televisão como resultado de interferências eletromagnéticas (TOMALSQUIM, 2003). Além disso, um estudo de 2009 concluiu que cada MW de energia eólica instalado destrói 4.27 postos de trabalho. (CALZADA ÁLVAREZ *et al*, 2009).

A Europa apresentou, em termos absolutos, a maior capacidade instalada de eólica no mundo com 86000 MW em 2010, seguida da Ásia com 61000 MW e da América do Norte com 44000 MW. No outro extremo, verifica-se a baixa participação da América Latina (2000 MW), Austrália e Oceania (2400 MW) e África (1000 MW) na geração de eletricidade por eólica, no ano de 2010 (Figura 4)

Esses dados também mostram que, enquanto a Europa menos que dobrou a capacidade instalada de 2006 para 2010 (de 47000 MW para 86000 MW, respectivamente), a Ásia multiplicou em 5.5 vezes sua capacidade eólica instalada no mesmo período (de 11000 MW para 61000 MW).

Figura 4 - Instalações acumuladas totais de capacidade eólica (MW), 2006 - 2010



Fonte: Elaboração própria com dados do WWEA, 2010

Além disso, em termos percentuais, a participação da Europa na capacidade instalada global caiu de 66% para 44% de 2006 para 2010, enquanto que a Ásia apresentou aumento de 14% para 31% no mesmo período, conforme mostrado na Tabela 3:

Tabela 3- Participação da energia eólica na capacidade instalada global (%)

	2006	2007	2008	2009	2010
África	0%	1%	0%	0%	0%
Ásia	14%	17%	20%	26%	31%
Austrália e Oceania	1%	1%	2%	1%	1%
Europa	66%	61%	55%	48%	44%
América Latina	1%	1%	1%	1%	1%
América do Norte	18%	20%	23%	24%	23%

Fonte: Elaboração própria com dados de WWEA, 2010

Em 2010, pela primeira vez, as instalações de novas capacidades de energia eólica de países em desenvolvimento superaram os mercados eólicos tradicionais da OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*). Esse crescimento se deu principalmente pelo *boom* econômico da China que, atualmente, é o país com maior capacidade de energia eólica instalada no mundo. Em uma escala menor, o mercado

eólico indiano impulsionou a produção doméstica e 17 empresas produzem equipamentos para energia eólica. (WWEA, 2010)

De acordo com IHS (IHS Emerging Energy Research, 2011), a China irá contribuir com pelo menos 79% dos MW instalados na Ásia e aproximadamente 38% instalados no mundo até 2025. A Índia irá continuar liderando a segunda frente do mercado eólico asiático no mesmo período.

CAPÍTULO II: POLÍTICAS SUPRANACIONAIS DA UNIÃO EUROPÉIA PARA INCENTIVO AO USO DE FONTES RENOVÁVEIS NO SETOR DE ELETRICIDADE

Neste capítulo serão apresentados os principais marcos regulatórios adotados pela União Européia desde a década de 70, quando ocorreram os choques do petróleo, até o presente momento. Esses marcos estabelecem estratégias, diretrizes, metas, planos de ações, etc. a fim de promover o uso de fontes renováveis de energia na geração e consumo de eletricidade na União Européia.

2.1 - O contexto energético europeu

A União Européia é a segunda maior consumidora de energia do mundo. Em 2009, cerca de 30% do consumo energético mundial foi atribuído ao bloco. Entretanto, é bastante pobre em recursos naturais e possui, segundo um relatório da British Petroleum (British Petroleum, 2010), apenas 0.5% das reservas provadas de petróleo e gás natural. Por essa razão, é a maior importadora de energia do mundo, onde mais da metade da energia consumida vem de países não membros do bloco. Essa proporção vem crescendo ao longo dos anos e sua dependência aumentou de 47% no final dos anos 90 para aproximadamente 55% em 2008 (Tabela 4). A importação de petróleo cru passou, de 1998 a 2008, de 76% para 84.2% e a de gás natural, de 45.6% para 62.3%. No caso dos combustíveis sólidos, dentre os quais se encontra o carvão mineral, a principal fonte na geração de eletricidade da União Européia, as importações passaram de 26.6% em 1998 para 44.9% em 2008.

Tabela 4 - % de dependência energética da UE-27 (% da importação líquida no consumo bruto) em Mtoe

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Todos os produtos	46.1	45.2	46.8	47.5	47.6	49.0	50.3	52.6	53.8	53.1	54.8
Combustível sólido	26.6	27.8	30.7	33.8	33.1	34.9	38.1	39.9	41.1	41.5	44.9
Petróleo cru	76.0	73.0	74.5	76.7	75.4	77.7	80.0	81.6	83.2	82.9	84.2
Gás natural	45.6	47.9	48.9	47.3	51.2	52.5	54.0	57.7	60.8	60.3	62.3

Fonte: Eurostat, 2010

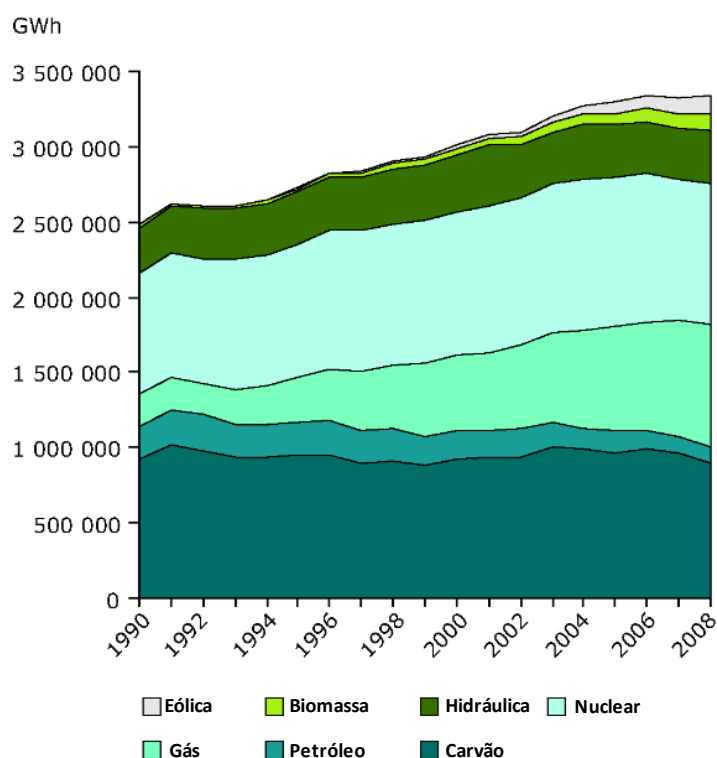
A segurança no abastecimento de energias primárias da UE-27¹ pode ser ameaçada se grandes proporções das importações ficarem concentradas em poucos parceiros, como tem ocorrido ultimamente. Mais de dois terços (68%) da importação de gás natural da UE-27 em 2008 vieram da Rússia, Noruega e Argélia. Uma análise similar mostrou que 52.4% das importações de petróleo cru da UE-27 vieram da Rússia, Noruega e Líbia, enquanto que 51.4% das importações de carvão vieram da Rússia, África do Sul e Estados Unidos. (Eurostat, 2010)

Na União Européia, os combustíveis fósseis são a principal fonte de geração de eletricidade. Juntos, o petróleo, o carvão mineral e o gás natural representam aproximadamente 50% dos combustíveis utilizados no consumo de eletricidade. (Figura 5).

Desde o início dos anos 90, o carvão aparece como a principal fonte com cerca de 30% de participação no consumo de eletricidade da UE-27. Em segundo lugar, o gás natural, que contribuía com 200 GWh em 1990, em 2008 apresentou uma participação de 700 GWh no consumo dos Estados- membros.

¹ A União Européia é atualmente constituída por 27 países (UE-27), que transferiram parte da sua soberania e competências legislativas para as respectivas instituições e são eles: Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polônia, Portugal, Romênia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia e Reino Unido.

Figura 5 - Consumo bruto de eletricidade e energia primária por combustível na UE-27, 1990–2008



Fonte: EEA, 2011b

A fim de contornar essas questões, desde a década de 70 do século XX, quando ocorreram os choques do petróleo, a União Européia vem se destacando na implantação de medidas e políticas a fim de incentivar o uso de fontes renováveis na geração e consumo nos setores de eletricidade, transportes e aquecimento e refrigeração.

2.2 - Políticas supranacionais da União Européia na promoção de fontes renováveis de energia

Os objetivos considerados mais relevantes na elaboração das políticas energéticas na União Européia são (i) a segurança no abastecimento, (ii) a competitividade da economia e (iii) as questões ambientais.

A competitividade é buscada pela liberalização do mercado europeu de eletricidade e gás ao separar as atividades de produção, transporte e distribuição. A Comissão

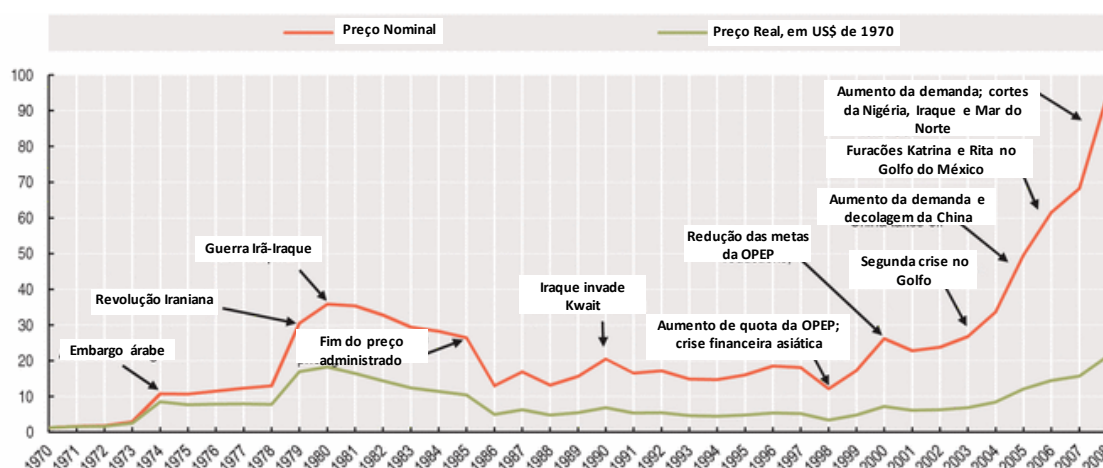
Européia visa um único mercado europeu que requer a integração dos mercados individuais europeus que engloba o mercado das fontes renováveis. (JANSEN, 2003)

A segurança do suprimento se reflete na preocupação gerada pelo aumento da dependência na importação de energia, principalmente de petróleo e gás, cujas fontes encontram-se a grandes distâncias da Europa em áreas politicamente instáveis. As fontes renováveis de energia têm um papel importante na redução da importação de energia e, por consequência, na segurança de abastecimento.

As questões ambientais, por sua vez, estão diretamente ligadas às questões do aquecimento global e ao cumprimento das metas de redução da emissão dos GEE estabelecidas em Quioto. O Protocolo de Quioto, adotado em 1997 durante a terceira sessão da Convenção das Partes – COP, entrou em período de vigência em março de 2005. Este protocolo estabelece um compromisso específico de redução de emissões líquidas de gases de efeito estufa para os principais países desenvolvidos e em economias de transição (COSTA, 2006).

O primeiro choque do petróleo ocorreu em 1973, devido ao embargo declarado pela Arábia Saudita em resposta à ajuda militar americana aos israelenses na guerra do Yom Kippur. Esse embargo elevou o preço do petróleo de US\$ 1,77 (1972) para US\$ 11,65 (novembro de 1973). Após cinco anos com o preço estabilizado nesse patamar, um novo choque, agora causado pela Revolução Iraniana que levou à queda do Xá da Pérsia, elevou o preço do barril a valores superiores a US\$ 35,00. (Figura 6)

Figura 6 - US\$ por barril, 1970 – 2008



Fonte: OECD, 2010

Essas crises levaram vários países a começarem a explorar fontes alternativas de energia. A dependência energética dos Estados – membros na importação de energia e a vulnerabilidade às altas dos preços e à possibilidade de escassez conduziram medidas que visavam à restrição da demanda por energia (especialmente petróleo) e à promoção de um mix mais diverso de energia. (European Information Association, 2007)

Em 1974, a União Européia lançou o programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração (RD&D). Este programa consistiu em financiar projetos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que tivessem potencial de prover os consumidores com fontes alternativas de energia em um ambiente altamente dependente de combustíveis fósseis, reduzindo a vulnerabilidade dos países em situações de escassez de energia.

Em Setembro de 1986, a União Européia divulgou a “Comunicação da Comissão para orientação comunitária de desenvolvimento de fontes de energia novas e renováveis” (União Européia, 1986) Segundo esse documento, a principal motivação por trás do aumento do uso das renováveis era a segurança e o aumento do suprimento de energia. Preocupações ambientais também foram listadas, juntamente com questões ligadas à geração de emprego, desenvolvimento industrial, regiões menos favorecidas e problemas do terceiro mundo (GJØLBERG, 2004).

Em 1993, a União Européia adotou o Programa ALTENER (1993 – 1997) (União Européia, 1993) que foi substituído em 1998 pelo ALTENER II (1998 – 2002) (União

Européia, 1998). O ALTENER de 1993 foi o primeiro instrumento financeiro adotado pelo Conselho para promover fontes renováveis de energia ao incentivar investimentos públicos e privados. Além disso, estabeleceu que a contribuição dessas fontes no consumo da UE-12 deveria aumentar de 4 % em 1991 para 8 % em 2005. A meta estabelecida para a capacidade de produção elétrica a partir das fontes renováveis, foi de 8 GW e 25 TWh em 1991 para 27 GW e 80 TWh em 2005 (exceto as grandes centrais hidroelétricas).

Em 1995, foi divulgado o Livro Branco “Política Energética para a União Européia” (União Européia, 1995) que estabeleceu uma gama de princípios que deveriam ser contemplados nos desenhos das políticas energéticas da União Européia. Estas deveriam ser parte dos objetivos gerais das políticas econômicas da Comunidade baseadas em integração do mercado, desregulamentação, limitação da intervenção pública, desenvolvimento sustentável, proteção do consumidor e coesão econômica e social. (JANSEN, 2003). A política energética deveria visar o aumento da competitividade econômica da Europa, a segurança de suprimento e contribuir para a realização dos objetivos mais amplos relacionados à geração de empregos e proteção ambiental, consagrada como um dos três fatores chave na política energética da União Européia.

Com relação às fontes renováveis, este documento ressalta o esforço da comunidade européia em desenvolver o potencial de dessas fontes ao “apoiar programas de pesquisa, estimular a cooperação do desenvolvimento e a disseminação de tecnologias novas e competitivas, introduzir padrões apropriados para os diversos equipamentos e estabelecer uma estrutura da Comunidade para incentivos fiscais nacionais e de outras naturezas a fim de traduzir os avanços tecnológicos em produtos comerciáveis”.

Em 1996, a liberalização do setor elétrico já era um processo em andamento em todos os Estados – membros da União Européia desde a Diretiva 96/92/EC (União Européia, 1996a) sobre as regras comuns para o mercado de eletricidade interno. (CIARRETA *et al*, 2009). Até esse momento, em muitos países da União Européia, o estado (central, regional ou local) ou era o dono de algumas empresas ou detinha o monopólio do setor elétrico. A liberalização foi concentrada na abertura dos mercados de geração e comercialização, onde os consumidores teriam o direito de gradualmente escolher seus fornecedores.

Essa Diretiva estabeleceu regras comuns para a geração, transmissão e distribuição de eletricidade e regras para a organização e funcionamento do setor elétrico, acesso ao mercado, critérios e procedimentos aplicáveis para a convocação de leilões, a concessão de autorizações e a operação dos sistemas. Era esperado que os serviços de energia fossem desenvolvidos, que as emissões de gases de efeito estufa fossem reduzidas e que os preços caíssem devido ao aumento da competitividade.

Com relação às fontes renováveis de energia, esse documento estabeleceu que os Estados – membros poderiam obrigar o operador do sistema, no momento do despacho da geração, a dar prioridade aos geradores que utilizassem fontes de energias renováveis ou de resíduos ou produção combinada de calor e eletricidade.

A primeira política exclusivamente voltada para a promoção das fontes renováveis de energia foi o Livro Branco “Energia para o Futuro: Fontes Renováveis de Energia” publicado em 1997. Este documento, assim como outros marcos principais relativos às fontes renováveis, serão descritos a seguir.

2.2.1 - Os Livros Verde e Branco: “Energia para o Futuro: Fontes Renováveis de Energia” de 1996 e 1997

O Livro Branco “Energia para o Futuro: Fontes Renováveis de Energia” (União Européia, 1997) foi publicado em 1997, um ano após o lançamento do Livro Verde homônimo. (União Européia, 1996b)

O Livro Verde teve por objetivo abrir o debate para as medidas a serem tomadas relacionadas às fontes renováveis de energia e sugeriu o aumento na contribuição das renováveis no balanço energético da Comunidade onde sua participação no consumo energético interno bruto deveria ser de 12% em 2010, o que permitiria a criação líquida de mais de 500000 postos de trabalho.

Em 1997, a Comissão publicou o Livro Branco que foi direcionado pela necessidade da descarbonização do setor de energia e pelo aumento da dependência da importação de

combustíveis fósseis que girava em torno de 50% naquela época, com estimativas de aumento para 70% em 2020 e foi considerado um marco na adoção de políticas públicas para a promoção de fontes renováveis de energia.

Esse documento também comentou sobre a exploração desigual de fontes renováveis de energia nos diferentes Estados-membros e reconheceu o papel dessas fontes como um dos passos necessário ao cumprimento das metas de redução de gases de efeito estufa, que na época estavam em negociação para o Protocolo de Quioto. (COSTA, 2006)

Dessa forma, foi estabelecido um objetivo norteador para a Comunidade onde a participação de fontes renováveis de energia no consumo bruto de energia deveria aumentar para 12% até 2010. A produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, por sua vez, deveria ir de 14.3% para 23.5% (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção de eletricidade atual e projetada por fontes renováveis (TWh) para 2010

Tipo de Energia	Atual em 1995		Projetada para 2010	
	TWh	% do total	TWh	% do total
Total	2,366		2,870 (Pré Quioto)	
1.. Eolica	4	0.2	80	2.8
2. Total Hidrelétrica	307	13	355	12.4
2.a Grandes hidrelétricas	-270		-300	
2.b Pequenas	-37		-55	
3. Fotovoltaicas	0.03		3	0.1
4. Biomassa	22.5	0.95	230	8.0
5. Geotermal	3.5	0.15	7	0.2
Total Energias Renováv	337	14.3	675	23.5

Fonte: União Européia, 1997

São listadas também as principais medidas relacionadas aos mercados internos que deveriam ser tomadas em nível nacional a fim de favorecer o mercado das fontes renováveis e alcançar o objetivo estabelecido até 2010. Essas medidas eram:

- Promover o acesso justo da eletricidade oriunda de fontes renováveis ao mercado elétrico a preços justos;
- Medidas fiscais e financeiras como, flexibilização da depreciação dos investimentos em energias renováveis, tratamento fiscal favorável à terceira parte financiadora das fontes renováveis, subsídios para novas plantas geradoras, incentivos financeiros para consumidores na compra de equipamentos e serviços relacionados à fontes renováveis.
- Iniciativas para promoção de bioenergia para transporte, eletricidade e aquecimento, sendo o incentivo ao uso de biogás direcionado para o setor elétrico
- Melhora na regulação da construção civil impactando no planejamento de cidades e países, ao incentivar o uso de energia solar para diversos fins.

Nele também foram estimados os potenciais de exploração de cada uma das fontes renováveis, e foram pontuados os planos de ação para cada Estado-membro no desenvolvimento dessas fontes.

Com relação à energia eólica, este documento sugere a montagem de parques eólicos com capacidade de 10000 MW, num primeiro momento, que representaria 25% da meta estabelecida para 2010 (40 GW). Ele comenta sobre a competitividade desta tecnologia e sobre seu potencial principalmente offshore, mas destaca a necessidade de se criar um ambiente de acesso justo às redes dos geradores eólicos.

2.2.2 - A Diretiva relativa à promoção da eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da eletricidade de 2001

A Diretiva relativa à promoção da eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da eletricidade (2001/77/CE) (União Européia, 2001) segue o Livro Branco de 1997 que estabeleceu o objetivo de que as energias renováveis teriam que representar 12% do consumo nacional bruto de energia na UE-15 para o ano de 2010 e a eletricidade gerada a partir dessas fontes, 22,1%. Em 2004, quando oito países da Europa Central e Oriental (Estônia, Eslováquia, Eslovênia, Hungria, Letônia,

Lituânia, Polônia e República Checa) aderem à União Européia, o objetivo global da UE - 25 passava a ser 21%.

Essa Diretiva afirma que as fontes renováveis de energia são subutilizadas na União Européia e reconhece a necessidade de promovê-las para contribuir à proteção do meio ambiente, geração de empregos, coesão social, segurança no suprimento e nos objetivos do Protocolo de Quioto sobre a redução das emissões dos gases de efeito estufa, constituindo-se uma parte importante das medidas necessárias para cumprir os compromissos feitos pela União Européia nesse acordo.

Esse documento estabeleceu metas para cada Estado-membro em relação ao consumo de eletricidade a partir de fontes renováveis (apresentadas na Tabela 6); e, comentava a necessidade da simplificação dos procedimentos nacionais para autorização dessas fontes e da garantia de acesso à rede dos produtores de energia renovável. Além disso, determinava que cada Estado-membro estabelecesse um sistema de garantias de origem da energia renovável. (COSTA, 2006)

Ela não incluí, entretanto, quais instrumentos políticos seriam favoráveis, deixando a cargo dos Estados – membros decidir sobre qual mix de instrumentos seria mais interessante para estimular as fontes renováveis de energia.

Tabela 6- Valores de referência para a determinação das metas indicativas nacionais relativas a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia

	Eletricidade de fontes renováveis (TWh) 1997	Eletricidade de fontes renováveis 1997 %	Eletricidade de fontes renováveis 2010 %
Bélgica	0,86	1,1	6
Dinamarca	3,21	8,7	29
Alemanha	24,91	4,5	12,5
Grécia	3,94	8,6	20,1
Espanha	37,15	19,9	29,4
França	66	15	21
Irlanda	0,84	3,6	13,2
Itália	46,46	16	25
Luxemburgo	0,14	2,1	5,7
Países Baixos	3,45	3,5	9
Áustria	39,05	70	78,1
Portugal	14,3	38,5	39
Finlândia	19,03	24,7	31,5
Suécia	72,03	49,1	60
Reino Unido	7,04	1,7	10
Comunidade	338,41 1	3,90%	22%

Além disso, esta Diretiva comenta sobre a avaliação dos marcos legais e regulatórios existentes aplicáveis a centrais geradoras de eletricidade, de forma a reduzir barreiras à entrada, reduzir a burocracia e assegurar clareza e transparência.

2.2.3 - Livro Verde: “Estratégia Europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura” e Roteiro para Energias Renováveis de 2006

No Livro Verde “Estratégia Europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura” (COM(2006) 105) (União Europeia, 2006a), a Comissão propõe uma política energética europeia comum que permita a Europa enfrentar desafios de (i) suprimento, coordenando melhor a oferta e demanda de energia dentro de um contexto internacional, (ii) sustentabilidade, ao atuar ativamente no combate às mudanças climáticas ao incentivar fontes renováveis de energia e (iii) competitividade, ao melhorar a eficiência da rede europeia de energia criando um mercado interno verdadeiramente competitivo.

No âmbito das fontes renováveis, comenta sobre o grande potencial de crescimento que deve ser apoiado por uma estrutura política que estimule o aumento da competitividade.

O “Roteiro Energias Renováveis no Século XXI: construir um futuro mais sustentável” (COM(2006) 848) (União Européia, 2006b) que se seguiu ao Livro Verde de 2006 faz parte da “*Strategic European Energy Review*” que visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa e aumentar a garantia do suprimento energético. Esse documento estabeleceu uma visão de longo prazo das fontes de energia renováveis na União Européia, uma vez que os objetivos estabelecidos em no Livro Branco de 1997 e corroborados pela Diretiva de 2001 (12% de participação de fontes renováveis no consumo nacional bruto de energia) não seriam alcançados. Algumas razões são elencadas abaixo para tal resultado:

- O elevado custo de investimento e a não inclusão de custos externos nos preços confere vantagens aos combustíveis fósseis frente aos renováveis;
- Discriminação no acesso à rede;
- Informação assimétrica para fornecedores, clientes e instaladores.

Neste documento, a Comissão estabeleceu um objetivo obrigatório de 20% para a participação das fontes renováveis no consumo de energia até 2020 para os setores de eletricidade, biocombustíveis e aquecimento e resfriamento.

Para o setor de eletricidade, como já discutido anteriormente, de acordo com a Diretiva de 2001, todos os Estados-membros adotaram metas nacionais para a proporção do consumo de eletricidade oriunda de fontes renováveis de energia. Se todos os Estados-membros alcançassem esse objetivo, 21% do consumo de eletricidade da União Européia seriam produzidos de fontes renováveis até 2010. Entretanto, apesar de alguns Estados-membros estarem no caminho de cumprir as metas, a maioria dos Estados estava atrasada o que levaria a União Européia a gerar 19% da eletricidade de fontes renováveis até 2010. (IEA, 2011a)

Apesar do objetivo global para a eletricidade não ter sido totalmente alcançado, a energia eólica, em particular, ultrapassou a meta de 40 GW para 2010 estabelecida em 1996. Por essa razão, a EWEA (*European Wind Energy Association*) ajustou a meta para 75 GW em 2010.

Especificamente para a energia eólica, em Outubro de 2006 foi lançada a Plataforma Europeia Tecnológica para Energia Eólica. Essa iniciativa visou desenvolver e implementar uma visão comum para determinado setor ou área tecnológica ao desenhar um programa de longo prazo para a pesquisa e desenvolvimento tecnológico numa certa plataforma tecnológica.

Em 2007, os líderes da União Europeia aprovaram uma abordagem integrada para as políticas climáticas e energéticas e se comprometeram a transformar a Europa em uma economia de baixo carbono, altamente eficiente energeticamente. (European Commission, 2011). Essa abordagem reiterou o compromisso acordado de 20% de energias renováveis até 2020.

Seu objetivo era combater as mudanças climáticas e impulsionar a segurança energética e competitividade europeia.

- Reduzir a emissão de GEE em ao menos de 20% (comparado aos níveis de 1990) até 2020;
- Aumentar a eficiência energética em 20% até 2020;
- Aumentar a participação das energias renováveis para 20% até 2020
- Aumentar o nível de bicomustíveis no setor de transporte em 10% até 2020

Em 2008, a Comissão Europeia propôs uma estrutura legal para as renováveis na União Europeia, incluindo a distribuição dos 20% entre os Estados – membros e planos de ação nacionais contendo metas para os setores de eletricidade, aquecimento e refrigeração e transporte. A fim de alcançar a meta de 20% para as fontes renováveis, a Comissão espera que 34% da eletricidade venham de fontes renováveis até 2020 e acredita que a energia eólica possa contribuir com 12% da eletricidade da União Europeia até 2020. (Wind Facts, 2009)

Esses acordos vêm sendo implementados através de um pacote de legislações.

2.2.4 - Diretiva "Promoção do uso de energia a partir de fonte renováveis" de 2009

A Diretiva “Promoção do uso de energia a partir de fonte renováveis” de abril de 2009 (2009/28/EC) (União Européia, 2009) revogou as Diretivas de 2001 (União Européia, 2001) e de 2003 sobre biocombustíveis (2003/30/EC) e continua atualmente em vigor.

Essa Diretiva confirmou a meta global estabelecida no Roteiro de 2006 de 20% de participação das fontes renováveis na matriz energética da União Européia até 2020. Além disso, a melhora da eficiência energética é um objetivo chave e visa alcançar 20% de aumento até 2020.

Ela estabeleceu objetivos obrigatórios para os Estados – membros da União Européia para a participação das fontes renováveis de energia no consumo bruto final de energia até 2020 (Tabela 7). Nacionalmente, os Estados-membros deveriam desenvolver e submeter seus Planos de Ação Nacionais as Energias Renováveis (NREAP), estabelecendo metas para os setores de transporte, eletricidade e aquecimento e resfriamento para 2020 e uma trajetória de como os países deveriam alcançá-los.

Tabela 7 - Objetivos nacionais para a % de participação das fontes renováveis de energia no consumo final bruto em 2010

	Participação de energia de fonte renováveis no consumo final bruto de energia , 2005	Objetivo de energia de fonte renováveis no consumo final bruto de energia , 2020
Bélgica	2,2 %	13 %
Bulgária	9,4 %	16 %
República Tcheca	6,1 %	13 %
Dinamarca	17,0 %	30 %
Alemanha	5,8 %	18 %
Estônia	18,0 %	25 %
Irlanda	3,1 %	16 %
Grécia	6,9 %	18 %
Espanha	8,7 %	20 %
França	10,3 %	23 %
Itália	5,2 %	17 %
Chipre	2,9 %	13 %
Letônia	32,6 %	40 %
Lituânia	15,0 %	23 %
Luxemburgo	0,9 %	11 %
Hungria	4,3 %	13 %
Malta	0,0 %	10 %
Países Baixos	2,4 %	14 %
Áustria	23,3 %	34 %
Polônia	7,2 %	15 %
Portugal	20,5 %	31 %
Romênia	17,8 %	24 %
Eslovênia	16,0 %	25 %
República Eslovaca	6,7 %	14 %
Finlândia	28,5 %	38 %
Suécia	39,8 %	49 %
Reino Unido	1,30%	15%

Fonte: União Européia, 2009

Em 2011, a Comunicação “Energias Renováveis: Progredindo em direção ao objetivo de 2020” (COM(2011) 31) (União Européia, 2011) apresentou um panorama do setor das energias renováveis na Europa. Esse estudo apresentou os seguintes resultados:

- Países com progresso já realizado entre 67% - 100% para a meta de 2020: Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Hungria, Irlanda, Holanda, Suécia;

- Países com progresso já realizado entre 34% - 66% para a meta de 2020: Bulgária, Rep. Checa, Lituânia, Polónia, Portugal e Espanha;
- Países com progresso já realizado entre 0% - 33% para a meta de 2020: Áustria, Chipre, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Itália, Letónia, Malta, Luxemburgo, Romênia, Eslováquia, Eslovênia e Reino Unido

Esse documento afirma que os objetivos para 2020 podem ser alcançados, e até superados, se os Estados-membros implementarem integralmente seus planos de ação e se os instrumentos de financiamento forem melhorados. Também salienta a necessidade da maior cooperação entre os Estados-membros e uma melhor integração das energias renováveis dentro de um único mercado europeu de energia. Ele estima que a adoção de tais medidas poderiam levar a uma economia de € 10 bilhões anualmente.

CAPÍTULO III – INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA O INCENTIVO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

A fim de assegurar o desenvolvimento das tecnologias de energias renováveis, o envolvimento do governo é essencial na fase inicial para protegê-las da competição direta com as tecnologias convencionais. Sem esse apoio, as forças do mercado agindo sozinhas resultariam na difusão limitada das fontes renováveis em alguns poucos nichos de mercado. A difusão não seria suficiente para que essas tecnologias se beneficiassem dos efeitos da aprendizagem dinâmica e se tornarem competitivas com as tecnologias existentes. (MENANTEAU *et al*, 2003)

As políticas energéticas são a maneira e a estratégia de um país na qual uma dada entidade (frequentemente o governo) decide tratar de questões relacionadas ao desenvolvimento energético juntamente com o desenvolvimento da indústria de energia a fim de manter seu crescimento, incluindo produção, distribuição e consumo. Os atributos das políticas energéticas podem incluir dimensões legislativas, tratados internacionais, incentivos ao investimento, a meta de um país para a geração de energia, diretrizes para a conservação de energia, estratégias para estimular a indústria de energia, tributação e outras técnicas assim como o foco nas novas (usualmente renováveis) fontes de energia. (SAIDUR *et al*, 2010)

Diferentes padrões de portfólio de renováveis nos diferentes países possuem variações consideráveis nos objetivos da política e em seu desenho. A maior parte dos objetivos das políticas visa facilitar a diversificação dos mixes de geração de eletricidade, aumentar a implementação de renováveis, reduzir a dependência dos Estados nos combustíveis fósseis e ajudar as fontes de energia renováveis a tornarem-se mais competitivas em custo quando comparadas às fontes convencionais. (CARLEY, 2009)

Devido às diferentes naturezas dos vários esquemas de políticas, os efeitos destes instrumentos no desenvolvimento tecnológico, a difusão do mercado de fontes renováveis e a evolução dos custos de geração assim como os custos para a sociedade diferem significativamente. (RAGWITZ *et al*, 2006)

As novas tecnologias são obrigadas a competir com as tecnologias convencionais de geração de energia. Dentre outras dificuldades, as energias renováveis são muito intensivas em capital, necessitam mobilizar efeitos de produção em massa ao invés de efeitos de economia de escala devido as limitações de seu tamanho e, em alguns casos, a impossibilidade de gerar energia de uma forma contínua. (MENANTEAU *et al*, 2003)

3.1 - Instrumentos de política para promoção de energias renováveis

Os instrumentos de política utilizados pelos países a fim de incentivar e desenvolver as tecnologias de energia renováveis nascentes são classificados em diretos e indiretos. Os instrumentos de política diretos podem ser medidas financeiras ou de regulação e visam estimular a instalação de tecnologias de fontes renováveis de energia imediatamente. Os instrumentos indiretos são ações tomadas em outros setores que podem influenciar o uso de energias renováveis. A Tabela 8 mostra um resumo dos instrumentos diretos, mais freqüentemente utilizados na União Européia.

Tabela 8 - Classificação dos instrumentos diretos de promoção das fontes de energia renováveis

Mecanismos baseados em preço	Mecanismos baseados em quantidade
Tarifa <i>feed-in</i>	Sistema de Cota/ Certificados Verdes
Prêmio <i>feed-in</i>	Sistema de leilão
Incentivos fiscais	
Subsídios para investimento	

Fonte: Elaboração própria

Nos sistemas baseados em preço, os geradores de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia recebem um apoio financeiro em termos de subsídio por kW de capacidade instalada ou pagamento por kWh produzido e vendido.

Nos mecanismos baseados em quantidade, os produtores são obrigados pelo governo a produzirem uma parte de energias renováveis que é fixa pelo governo. Esse apoio é determinado através de mecanismos de competição. Dois diferentes mecanismos

operam no presente: os sistemas de cotas de certificados verdes (RPS - *Renewable Portfolio Standards*) e os sistemas de leilão (CIARRETA *et al*, 2010).

A seguir, será dada uma breve descrição destes mecanismos.

3.1.1 - *Tarifa feed – in*

Esse sistema permite que geradores independentes de eletricidade vendam seus produtos a uma tarifa fixa por um período determinado de tempo. A principal vantagem desse sistema é a certeza em longo prazo de um recebimento fixo que reduz os riscos de investimentos. Os custos de capital para investimentos em energias renováveis observados em países que adotaram esse esquema provaram ser significativamente menores do que em países que adotaram outros instrumentos que envolvem riscos maiores no retorno futuro dos investimentos. (Ecofys, 2011) Outra vantagem é a possibilidade da difusão de mercados recentes de tecnologias menos maduras.

Entretanto, Ragwitz (RAGWITZ *et al*, 2004) destaca que esse sistema foi freqüentemente criticado por não estimular a competição entre os geradores de eletricidade a um grau suficiente capaz de diminuir os custos de investimentos das tecnologias renováveis.

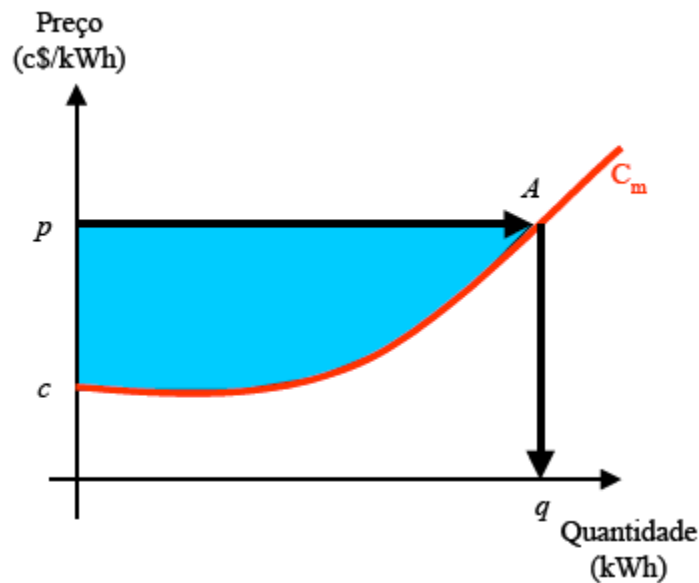
A fim de classificar uma tarifa como sendo *feed – in*, o instrumento deve conter pelo menos as duas características seguintes: uma obrigação de compra e um pagamento de tarifa estável garantido por um longo período de tempo. Primeiro, a obrigação de compra obriga o operador de rede mais próximo a comprar toda a eletricidade de fonte renovável – independente da demanda de eletricidade. Em segundo lugar, ao produtor de energia renovável é garantida uma certa quantia de dinheiro por unidade de eletricidade que é produzida. Em terceiro lugar, esse pagamento é garantido por um longo período de tempo (de 15 a 20 anos), o que aumenta a segurança no investimento e permite a amortização do custo (JACOBS, 2010).

Essa tarifa é regulada pelo governo federal ou provincial. Esse mecanismo mostrou-se um dos mais efetivos no início da produção e da adoção das energias renováveis ao

recompensar pequenos e médios produtores assim como produtores de escala industrial de energia verde. (SAIDUR *et al*, 2010)

No caso simples da adoção de uma tarifa uniforme, todos os produtores que apresentarem uma curva de custo marginal inferior à tarifa estabelecida pelo *feed-in* terão um pagamento adicional representado pela diferença entre a tarifa p e o ponto equivalente da curva do custo marginal. Em uma análise estática, esta representa uma renda diferencial que pode ser garantida aos produtores que, no caso da energia eólica, instalem seus projetos de melhor potencial eólico (locais estes melhores do que aqueles calculados para definição da tarifa). Esta renda diferencial é representada pela área (cAp) que está entre a curva dos custos marginais (C_m) e a tarifa p . (DUTRA, 2007) (Figura 8)

Figura 7 – Sistema *Feed-In*: Tarifas fixas



Fonte: DUTRA, 2007

Esse sistema está sendo utilizado pelos seguintes países: França, Alemanha, Espanha, Grécia, Irlanda, Luxemburgo, Áustria, Hungria, Portugal, Bulgária, Chipre, Malta, Lituânia, Letônia e Eslováquia.

3.1.2 - Prêmio *feed-in*

Nesse esquema, um prêmio garantido é pago aos produtores adicionalmente à renda que eles recebem da venda da eletricidade de fontes renováveis no mercado elétrico.

Ele fornece um retorno seguro adicional para os produtores, enquanto são expostos ao risco dos preços da eletricidade. Quando comparada à tarifa *feed-in*, o prêmio oferece menos garantia aos investidores aumentando os valores dos prêmios de risco e o custo total do capital. O nível dos prêmios é baseado nas expectativas futuras em relação aos custos de geração da eletricidade de fontes renováveis e à renda média do mercado elétrico. Esse sistema aumenta o risco de indução de custos adicionais para a sociedade e lucros extraordinários para os produtores quando os custos são superestimados ou quando os preços da eletricidade e taxas de crescimento são subestimadas pelos responsáveis pelas diretrizes políticas. (Ecofys, 2011)

Esse sistema tem ganhado espaço nos últimos anos e está sendo utilizado na Dinamarca e Países Baixos. Na Espanha, República Tcheca, Estônia e Eslovênia, os prêmios existem em paralelo com os sistemas de tarifa *feed-in*. Esses países introduziram a possibilidade de escolha entre tarifas *feed-in* e prêmios para uma seleção de tecnologias. (Ecofys, 2011)

3.1.3 - Sistema de Cotas/Certificados Verdes

Esquemas de cotas baseados em certificados verdes negociáveis se tornaram um instrumento de política bastante popular para promover a expansão de geração elétrica de fontes renováveis de energia e foi adotado por diversos países como Suécia, Inglaterra, Itália e Bélgica, Romênia e Polônia.

Em países com obrigações de cotas, os governos através de mecanismos legais obrigam fornecedores (lado da oferta) ou usuários (lado da demanda) a prover uma certa porcentagem de eletricidade de fontes renováveis até um dado ano.

Nesse sistema, os valores das energias renováveis da geração são separados da eletricidade subjacente. Essa separação de valores é aplicada a “certificados” que

representam o valor da eletricidade de fontes renováveis num dado período. Esses certificados são utilizados para rastrear o cumprimento das metas e são comercializados entre fornecedores de eletricidade.

A venda dos certificados garante aos produtores de eletricidade de fontes renováveis um valor adicional em relação ao valor da venda da eletricidade no mercado. (COSTA, 2006). Além disso, os fornecedores que não conseguem ou decidem não instalar sua própria capacidade de geração renovável pode cumprir sua obrigação ao comprar certificados de algum fornecedor que tenha excedente. (GIPE, 2006)

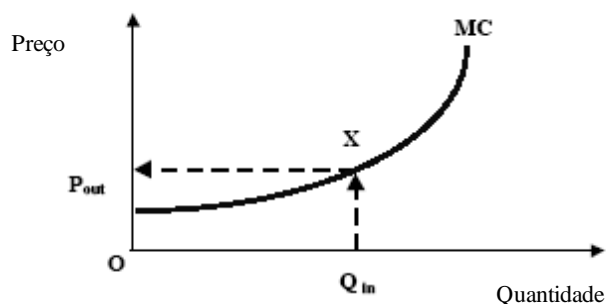
Uma vantagem desse sistema quando comparado à tarifa *feed-in* e ao sistema de prêmio é o fato de que o suporte é automaticamente eliminado uma vez que a tecnologia torna-se competitiva. Quando os custos das tecnologias renováveis diminuem através de aprendizado, há o ajuste do preço dos certificados. Por outro lado, isso pode ser um desafio para plantas já em operação que não se beneficiaram de aprendizado tecnológico. A incerteza sobre o preço corrente e futuro dos certificados aumenta os riscos financeiros dos investidores e tem um impacto negativo na disposição para investir. Já que os produtores não vendem somente sua eletricidade no mercado, mas também seus certificados, o risco do mercado dos certificados é adicionado ao risco do mercado elétrico aumentando o risco do capital. Como esses custos são geralmente transferidos para os consumidores, os custos sociais do suporte à eletricidade renovável geralmente são maiores do que nos esquemas de tarifa *feed-in* e prêmios *feed-in*. (Ecofys, 2011)

3.1.4 - Sistema de Leilão

Consiste em um processo de leilão organizado pelo regulador ou autoridade em que uma quantidade de eletricidade a ser produzida de fontes renováveis é previamente definida. A competição foca o preço do kWh proposto durante o processo de licitação. As propostas são classificadas em ordem crescente de custo até que toda a quantidade seja contratada. Cada gerador selecionado é premiado com um contrato de longo termo para fornecer eletricidade ao preço final do leilão.

O custo marginal (P_{out}) é o preço pago pelo último projeto selecionado que permite a quantidade Q_{in} ser alcançada (Figura 8). Os subsídios implícitos atribuídos a cada gerador correspondem ao preço de compra e o preço de atacado do mercado.

Figura 8 – Sistema de leilão competitivo



Fonte: MENANTEAU *et al.*, 2003

O custo geral de alcançar o objetivo é dado pela área situada abaixo da curva de custo marginal. Neste caso, os produtores não recebem nenhuma renda diferencial como na possibilidade apresentada no sistema de tarifa *feed-in*. (MENANTEAU *et al.*, 2003)

Por outro lado, esse sistema desestimula o desenvolvimento tecnológico. Segundo Dutra (DUTRA, 2007), quando ocorre um desenvolvimento tecnológico deslocando a curva dos custos marginais, os máximos preços praticados antes do desenvolvimento tecnológico são automaticamente substituídos por preços menores. Este processo cancela automaticamente o potencial de renda extra proveniente do desenvolvimento tecnológico.

Esse sistema direciona dois elementos de desenvolvimento: acesso e preço. Ao premiar um contrato de longo prazo, a instituição ofertante fornece acesso e pagamento baseado na proposta vencedora. (GIPE, 2006)

Podem existir leilões separados por tipos de tecnologias e as empresas de energia são obrigadas normalmente a comprar a eletricidade pelo preço proposto pelo ganhador do contrato (às vezes apoiado por um fundo governamental). Esse mecanismo foi utilizado no Reino Unido, França.

3.1.5 - Incentivos aos investimentos

Estabelece um incentivo como uma porcentagem sobre os custos totais ou como uma quantia pré definida de € por kW instalado. O nível de incentivo é usualmente específico para cada tecnologia. (RAGWITZ *et al*,2006)

A principal vantagem desse mecanismo é reduzir o montante de capital inicial próprio necessário para iniciar o projeto. (DUTRA, 2007)

3.1.6 - Incentivos fiscais

São instrumentos de política flexíveis e poderosos que incluem um dado nível de subsídio ou dedução de impostos para promover o desenvolvimento de tecnologias em expansão, como reembolso de taxas para eletricidade verde; redução de impostos; benefícios fiscais para aqueles que investirem em fontes de energia renovável; que criam uma fonte de renda (custo evitado) para o projeto ao longo do período do benefício fiscal.

Geralmente são utilizados como complementos a outros tipos de políticas e, por essa razão, é difícil avaliar os resultados desse instrumento na promoção das fontes renováveis. (ANDREEA, 2009)

CAPITULO IV – A EXPERIÊNCIA ALEMÃ NO DESENVOLVIMENTO DE ENERGIA EÓLICA DE 1989 AOS DIAS DE HOJE

As políticas de energias renováveis na Alemanha começaram em 1974, após a primeira crise do petróleo. (SAIDUR *et al*, 2010). Por uma década e meia, essa política consistiu em quase que exclusivamente na promoção de pesquisa de treinamento de pessoal para o desenvolvimento de protótipos e produção de laboratório. Em 1974, o gasto anual começou em € 10 milhões, atingiu seu ápice em 1982 com € 153 milhões e declinou até seu ponto mínimo em 1986 com € 83 milhões. Um exemplo do resultado de tais investimentos é que ao final dos anos 80, turbinas eólicas confiáveis, que já haviam passado pelo estágio de protótipo, estavam disponíveis na Alemanha.

Os principais marcos regulatórios adotados pelo governo alemão a partir do final da década de 80 e que foram responsáveis pela rápida difusão das fontes renováveis, em especial da capacidade eólica, são o objetivo deste capítulo e serão apresentados a seguir.

4.1 - Principais marcos regulatórios e instrumentos adotados na Alemanha para promoção de energia eólica – 1989 a 2010

4.1.1 - O Programa 100/ 250 MW

O “Programa Eólico 100 MW”, que foi iniciado em Junho de 1989 e estendido para “Programa Eólico 250 MW” em fevereiro de 1991, fornecia subsídios para a instalação e operação de turbinas eólicas.

O principal objetivo do programa foi aumentar a implantação de energia eólica na Alemanha e obter dados estatísticos da operação prática dessas turbinas. Durante um período de 10 anos, turbinas eólicas de um grande número de diferentes fornecedores foram instaladas e testadas em vários locais e para uma variedade de aplicações.

Os fatores chave para a aprovação dos projetos eólicos eram a maturidade tecnológica dos tipos de equipamentos, a necessidade da demonstração dos projetos em locais relevantes, a estrutura de gestão e o potencial de inovação. (HEMMELSKAMP, 1998)

A avaliação contínua e a publicação dos resultados desse programa apoiaram o desenvolvimento posterior da tecnologia eólica e sua integração com o fornecimento de energia alemão.

O programa forneceu subsídios de investimentos de € 102 por kW. Além disso, foram fornecidos subsídios de até 60% do total do investimento até o máximo de € 46000. Alternativamente, o programa forneceu prêmios de € 0.041 até 1991 e € 0.031 após 1991 baseados na operação para cada kWh alimentado na rede pública por um período de 10 anos. Esses prêmios eram somados à remuneração dos projetos eólicos que os operadores recebiam das concessionárias de energia pela sua produção de eletricidade. Após a Lei *Feed-In* de Eletricidade, que estabeleceu um esquema maior de remuneração para energia eólica em Dezembro de 1990, o prêmio de operação foi reduzido para € 0.031 em 1991. (LANGNISS, 2006)

Ele foi muito importante para reduzir a distância entre a pesquisa pura e aplicada, apoiar a implantação no mercado propriamente dita e colocar a Alemanha na liderança do desenvolvimento desta tecnologia.

4.1.2 - A Lei *Feed In* de Eletricidade de 1991

A primeira lei de *feed-in* real na Alemanha foi a Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) introduzida em 1990 e iniciada em 1991, também conhecida como a Lei *Feed-In* de Eletricidade. Essa lei foi a progenitora do desenvolvimento da energia eólica na Alemanha em 1991.

Esse esquema estabeleceu que empresas de fornecimento públicas comprassem eletricidade gerada de renováveis a 90% do preço médio da eletricidade cobrada aos consumidores finais do ano anterior. (BUTLER *et al*, 2008)

Essa tarifa assegurava um negócio lucrativo para geradores de energia eólica situados em boas localidades, mas não foi suficientemente alta para permitir plantas solares fotovoltaicas para operar lucrativamente nem incluiu tarifas garantidas para outras fontes de energias renováveis, como a biomassa. Como a tarifa era calculada em sistema de porcentagem, quando houve a liberalização do setor em 1998 e os preços da eletricidade caíram, simultaneamente houve redução da renda dos produtores de energias renováveis. (E-Parliament, 2011).

Ademais, quando a Lei *Feed-in* de Eletricidade começou a ter impacto na difusão das turbinas eólicas, as grandes empresas de energia atacaram tanto politicamente, quando juridicamente, refletindo mais do que a pura oposição à geração de menor escala e descentralizada. Primeiramente, nenhuma provisão foi feita para repartir equitativamente os encargos da lei em termos geográficos, o que só veio a ocorrer em 2000. Em segundo lugar, as concessionárias estavam marcadas pela experiência de subsídios impostos politicamente para o carvão utilizado na geração de eletricidade. (JACOBSSON, 2006)

Mesmo assim, esses incentivos estimularam a formação de mercados e levaram à expansão da energia eólica de 20 MW em 1989, para mais de 1,100 MW em 1995. (MEZ, 2004)

Em 1997, o Código de Construção Federal incluiu turbinas eólicas como “projetos de construção privilegiados” e representa um ponto chave na regulação para o desenvolvimento da energia eólica na Alemanha. Ao categorizada como “projetos privilegiados”, as autoridades locais devem designar prioridades específicas ou zonas específicas para projetos eólicos. Entretanto, elas também podem restringir construções a zonas específicas. (GWEC, 2006)

Em 1998, a Alemanha formulou um objetivo nacional para a penetração das fontes renováveis de energia. O objetivo era:

- Dobrar a participação das fontes renováveis no consumo de energia primário de 2 para 4% até o ano de 2010;

- Aumentar a participação das fontes renováveis no consumo de energia primário para 25% até 2030 e para 50% em 2050;
- Dobrar a participação das fontes renováveis na produção de eletricidade de 5 para 10 % até 2010

4.1.3 - Lei das Energias Renováveis de 2000

A Lei *Feed-In* de Eletricidade foi modificada em diversas maneiras em Abril de 1998 com a adoção do *Energy Supply Industry Act* e em 2000, com o *Erneuerbare-Energien-Gesetz* (Lei das Energias Renováveis), também conhecido como o Ato de Fontes Renováveis de Energia (*Renewable Energy Sources Act*) introduzido em resposta a liberalização do mercado de eletricidade alemão em 1998 e devido a vários problemas com a Lei *Feed-In* de Eletricidade. Essa Lei representou uma atualização, refinamento e substituição da política energética alemã. (E-Parliament, 2011)

Essa nova lei contemplava várias fontes de energia como a eólica, fotovoltaica, geotermal, pequenas hidrelétricas (< 5 MW) e certas formas de plantas de biomassa. A eletricidade gerada de parques eólicos *offshore*, geotérmicas e de gás de minas também foi coberta.

Esse documento seguiu as diretrizes do Livro Branco de 1997 que estipulou para o país aumentar de 4.5% (em 1997) para 12.5% a participação de tecnologias renováveis na geração de eletricidade até 2010.

Esse Ato suprimiu a Lei *Feed-In* de Eletricidade de 1990, mas manteve a característica essencial: tarifas *feed-in* para estimular o desenvolvimento de eletricidade de fontes renováveis. (MEZ, 2004)

Ela criou um marco legal e econômico estável capaz de sustentar o crescimento das renováveis no setor de eletricidade, garantindo a conexão de todos os produtores de eletricidade de fontes renováveis de energia à rede elétrica, assim como permitia que eles se “alimentassem” e vendessem a eletricidade por um período de 20 anos pelas taxas mínimas especificada no Ato. (HINRICHS-RAHLWES *et al*,2009)

Se algum produtor tivesse interesse em alimentar a rede com eletricidade renovável, o operador de rede era obrigado a otimizar, estimular e expandir a rede de acordo com a melhor tecnologia disponível a fim de garantir a compra, transmissão e distribuição da eletricidade. (§ 9 par. 1 EEG). O operador de rede era obrigado a expandir sua rede, caso fosse economicamente viável, de forma a permitir a conexão das instalações planejadas ao ponto mais próximo e mais adequado econômica e tecnicamente.

Além disso, o operador que se encontrasse mais próximo da localização da instalação da fonte tinha a obrigação de pagar pela tarifa. A eletricidade de uma fonte renovável deveria ser transportada e cobrada do consumidor final e os preços pagos eram baseados em um esquema de preço fixo combinado com o decréscimo do elemento do preço.

A Lei das Energias Renováveis mudava a obrigação do acesso à rede das plantas renováveis e o pagamento da eletricidade a um preço prêmio das concessionárias de energia para os operadores de rede. (IEA, 2011b)

No caso da eólica, para instalações que datavam de 2000 ou 2001, essa tarifa foi estabelecida em 9.1 c/ kWh pelos primeiros 5 anos de operação e em 6.19 c/ kWh para os 15 anos subsequentes. Para os primeiros anos de operação, isso significou um aumento de mais de 10% da taxa aplicada no sistema anterior em 1998 e 1999. (HIRSCHL *et al.*, 2002 *apud* In: JACOBSSON, 2006). A tarifa também variava com a qualidade da localização das plantas e com a performance da turbina.

Para turbinas instaladas em 2002, essa tarifa seria 1.5% mais baixa, com um declínio contínuo a uma taxa anual (somente para novas instalações) para os anos subsequentes, reforçada pela inflação, já que as taxas não estavam ajustadas para considerar essa variável. (STAISS, 2003 *apud* in: JACOBSON).

Em 21 de julho de 2004 a Lei das Energias Renováveis passou por uma revisão onde novas fontes de energias renováveis foram incluídas. A Alemanha também se comprometeu a aumentar a participação das energias renováveis no total da capacidade de fornecimento para 12.5% em 2010 e 20% ao menos em 2020. As tarifas passaram

para €0.0539 por kWh de eletricidade gerada por eólica e €0.5953 para eletricidade solar de pequenos sistemas. (E-Parliament, 2011)

Em Dezembro de 2006 começou a vigorar o “*Infrastructure Planning Acceleration Act*” para conexão de geradores eólicos *offshore* à rede. Esse Ato “obriga os operadores da rede a assegurar a conexão à rede para todas as plantas eólicas offshore para construções que tenham começado antes de 31 de Dezembro de 2011. Nesta ata, as fazendas eólicas offshore com uma produção de 1500 MW poderiam ser instaladas e a capacidade de produção deveria ter expandido suficientemente para permitir níveis altos de crescimento anual regular de 2011 em diante”. Esse Ato se deveu ao fato de mais de 30% dos custos das fazendas eólicas offshore serem de conexão à rede. (ALBERS, 2007)

Em Janeiro de 2009, outra revisão da Lei das Energias Renováveis entrou em vigor. Além de visar o aumento da participação das fontes renováveis no consumo bruto total para ao menos 30% em 2020, ela também forneceu uma tarifa *feed-in* maior para a energia eólica e outras medidas para estimular o desenvolvimento tanto da eólica *onshore* quanto da *offshore*.

A tarifa *onshore* foi aumentada de € 8.03 para € 9.2 centavos/kWh para os primeiros 5 anos de operação e € 5.02 centavos/kWh após isso. Essa tarifa seria diminuída todos os anos para novas instalações em 1%, ao contrário dos 2% estabelecidos anteriormente. (IEA, 2011b)

A tarifa para eólicas *offshore* foi aumentada para € 13 centavos /kWh mais um bônus adicional de € 2 centavos /kWh para projetos que começassem a operar antes do fim de 2015. Os € 15 centavos /kWh seriam pagos por um período de 12 anos com redução de 5% ao ano.

A Lei também estabeleceu um bônus para a melhora da compatibilidade da rede para novas turbinas. Isso permitiu um aumento de € 5 centavos/ kWh a ser pago na remuneração inicial. (BWE, 2010)

Os operadores da rede são obrigados a aceitar a eletricidade produzida de fonte renováveis e comprar a um preço mínimo dentro da sua área de fornecimento. Ademais, a emenda obrigou operadores da rede não só a aumentar a rede existente, mas como otimizar e melhorá-la. (BWE, 2010)

Também em Janeiro 2009, o Programa KfW para Energias Renováveis (KfW Renewable Energies Programme) de investimentos para projetos de fontes renováveis de energia começou a vigorar. Seu escopo incluí projetos pequenos a grandes para:

- Eletricidade de fontes solar, biomassa, biogás, eólica, hidráulica e geotermal e
- Eletricidade e aquecimento de fontes renováveis geradas em estações combinadas de calor e eletricidade

4.2 - Análise da efetividade dos instrumentos adotados na Alemanha para a promoção de energia eólica

Uma das formas de se avaliar o sucesso dos instrumentos adotados para a promoção das fontes renováveis de energia é quantificar o aumento da capacidade instalada de determinada tecnologia num período de tempo.

O Programa 100/250 MW, que vigorou de 1989 a 2006, promoveu 1560 turbinas eólicas com um total de capacidade de 362 MW.

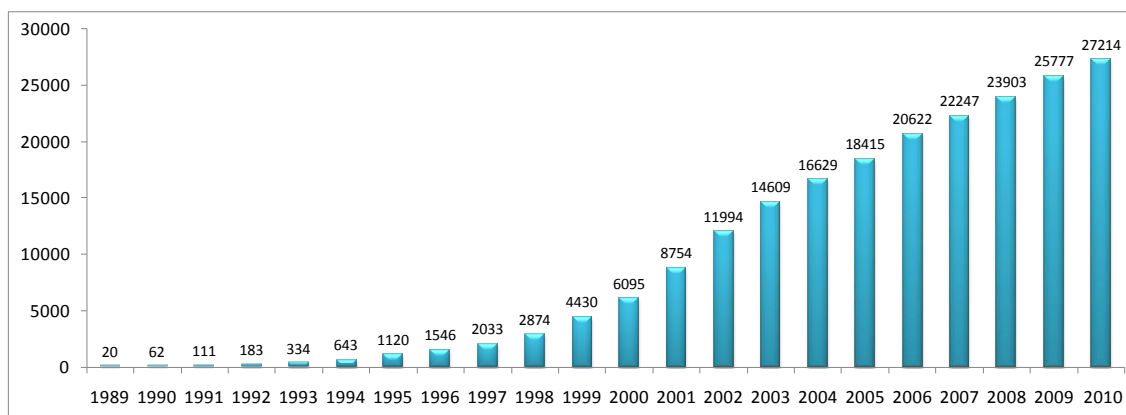
Os principais resultados observados deste programa foram: (i) uma melhora geral no desenvolvimento da tecnologia eólica, (ii) um aumento na disponibilidade de turbinas eólicas na Alemanha de 98%, (iii) ganhos relevantes de *know-how* na manutenção e operação, (iv) contribuição para o contexto internacional de avanços sobre a energia eólica.

Entre 1990 e 2000, quando a Lei *Feed-in* de Eletricidade vigorou na Alemanha, a capacidade total instalada de energia eólica passou de 62 MW em 1990 para 4430 MW ao fim de 1999, com uma média de 500 MW instalados ao ano. (Figura 9)

Dentro deste período, após a inclusão no Código de Construção Federal das turbinas eólicas como “projetos de construção privilegiados”, em três anos (de 1997 ao fim de 1999), a capacidade total instalada cresceu 2200 MW (de 2033 MW em 1997 para 4430 ao fim de 1999) contra os 2000 MW totais instalados nos sete anos anteriores.

Desde 2000, quando a Lei *Feed-in* de Eletricidade foi revogada e a Lei de Energias Renováveis passou a vigorar, a capacidade instalada cresceu de 6095 MW de 2000 para 27214 MW em 2010, com uma média instalada de 1920 MW por ano, o que representa uma média 4 vezes maior do que no período anterior.

Figura 9 – Capacidade total instalada de energia eólica na Alemanha (MW), 1989 - 2010



Fonte: Elaboração própria com dados da Eurostat

Em uma visão recente mais aprofundada, ao final de 2010, a Alemanha continuou na liderança da UE-27 em capacidade total instalada com 27215 MW (Tabela 9) valor correspondente a 32.3% de toda capacidade da União Européia (UE-27), gerando 37.3 TWh de eletricidade e suprimindo 6.2 % do consumo total de eletricidade do país. Ela foi seguida pela Espanha que chegou ao fim de 2010 com 20676 MW de potencial eólico instalado que correspondeu a 24.5% do total instalado na UE-27. A Itália aparece em terceiro lugar com 5797 MW instalados (6,87% do total instalado na União Européia) e, em quarto lugar, o Reino Unido, com 5204 MW (6.17% do total instalado na União Européia). Juntos, esses quatro países representaram 69.87 % da capacidade eólica instalada na União Européia ao final de 2010.

Em termos de capacidade instalada no ano, a Espanha instalou, em 2010, 1516 MW contra 1493 MW instalados na Alemanha. Também é interessante notar que a capacidade instalada pela Alemanha em 2010 foi menor que a capacidade instalada no ano anterior (1917 MW).

É provável que os efeitos positivos introduzidos pelo aumento da tarifa eólica *onshore* e *offshore* na emenda de Janeiro de 2009 da Lei de Energias Renováveis e o novo programa de financiamento também de Janeiro de 2009 ainda não tiveram tempo de produzir os resultados desejados. Esse fato teria sido agravado pela crise financeira mundial, e por conta de uma insegurança de investimento criada pelas decisões do governo em 2010 para prolongar a vida das plantas nucleares na Alemanha.

Tabela 9: Capacidade instalada de eólica na UE-27 (MW), 2009 e 2010

País/ Capacidade MW	Instalado em 2009	Fim de 2009	Instalado em 2010	Fim de 2010
Áustria	0	995	16	1,011
Bélgica	149	563	359	911
Bulgária	57	177	198	375
Chipre	0	0	82	82
República Tcheca	44	192	23	215
Dinamarca	334	3,465	327	3,752
Estônia	64	142	7	149
Finlândia	4	147	52	197
França	1,088	4,574	1,086	5,66
Alemanha	1,917	25,777	1,493	27,214
Grécia	102	1,087	123	1,208
Hungria	74	201	94	295
Irlanda	233	1,31	118	1,428
Itália	1,114	4,849	948	5,797
Letônia	2	28	2	31
Lituânia	37	91	63	154
Luxemburgo	0	35	7	42
Malta	0	0	0	0
Países Baixos	39	2,215	32	2,237
Polônia	180	725	382	1,107
Portugal	673	3,535	363	3,898
Romênia	3	14	448	462
Eslováquia	0	3	0	3
Eslovênia	0,02	0,03	0	0,03
Espanha	2,459	19,16	1,516	20,676
Suécia	512	1,56	604	2,163
Reino Unido	1,077	4,245	962	5,204
Total EU -27	10,486	75,09	9,295	84,278
Total EU -15	10,025	73,516	7,997	81,406
Total EU -12	461	1,574	1,298	2,872
Das quais offshore e "near shore"	582	2,064	883	2,946

Fonte: EWEA, 2010

4.3 - O futuro da energia eólica na Alemanha

A Associação de Energia Eólica Alemã (BWE) estima que, em 2020, a Alemanha, pode chegar a 45000 MW de capacidade *onshore* e 10000 MW *offshore* gerando aproximadamente 150 TWh/ ano e suprindo cerca de 25% do consumo de eletricidade do país. Esses números indicam que a energia eólica seria então responsável por 62.5% da meta estimada pelo governo alemão para a eletricidade de fontes renováveis em 2020.

Além disso, o atual governo liberal-conservador havia adotado um novo conceito de energia em 2010, que revertia uma decisão do governo anterior de terminar com a energia nuclear na Alemanha ao prolongar a vida de diversas plantas nucleares no país. A indústria eólica temeu que esse passo pudesse prejudicar o desenvolvimento desta tecnologia no futuro, uma vez que as renováveis teriam que competir com a energia nuclear na rede elétrica. Entretanto, o desastre de Fukushima no Japão no início de 2011 levou o governo a declarar o fechamento de todas as usinas nucleares até 2022, criando nova expectativa para o setor eólico.

O GWEC (Conselho Global de Energia Eólica) afirma que o *repowering* (troca de aerogeradores usados por equipamentos mais novos e mais potentes) terá um papel importante no futuro e será capaz de dobrar a quantidade de capacidade eólica *onshore* e triplicar a geração com menos turbinas instaladas. Entretanto, o *repowering* tem ganhado fôlego vagarosamente, pois, na maioria dos casos, só é economicamente viável para turbinas em operação há mais de 15 anos. Apenas 183 MW foram instalados em 2010 via *repowering*, mas essa taxa deve aumentar significativamente e, até 2015, 6000 MW que terão mais de 15 anos estarão prontos para o *repowering*.(GWEC, 2010)

O setor eólico *offshore* também tem um peso importante quando se fala em tendências futuras desta tecnologia. A Alemanha chegou ao fim de 2010 com uma capacidade instalada de 108.3 MW colocando-a em 7º lugar no mundo, atrás de países como Reino Unido (1341 MW instalados), Dinamarca (854 MW) e Holanda (249 MW). O motivo para esse resultado está nas características das fazendas eólicas *offshore* alemãs que se encontram a grandes distâncias da costa e em águas profundas, o que aumenta seus custos de capital e de operação e manutenção. Além disso, a indústria eólica *offshore* mundial ainda está no início da sua curva de aprendizado e não possui maturidade tecnológica e economias de escala. Por outro lado, a Alemanha inaugurou o primeiro parque eólico *offshore* com fins comerciais (Báltico 1) em Maio de 2011 e, de acordo com o governo, “foi o primeiro de muitos projetos”.

CONCLUSÃO

O mundo tem presenciado um aumento significativo da participação de fonte renováveis na produção de energia, em especial no setor de eletricidade. Num mundo ainda dominado pelos combustíveis fósseis, elas estão cada vez mais disseminadas e competitivas. Nesse novo cenário, a energia eólica se destaca como uma possibilidade ainda incipiente, mas real, da redução do uso e dependência de combustíveis fósseis.

A União Européia aparece na vanguarda desta tendência mundial. Desde o final do século XX, tem estruturado regras e diretrizes que norteiam os Estados-membros no desenvolvimento dessas tecnologias. Recentemente, estabeleceu uma meta ousada para 2020: seu consumo de energia deve ser suprido em 20% por fontes renováveis e as emissões de gases de efeito estufa devem se reduzidas em 20%. Essa política busca uma economia de baixo carbono e menos dependente de importações de energia. Entretanto, o ano de 2010 apresentou uma menor instalação de renováveis devido a queda da demanda de energia causada pela crise financeira de 2008. Os obstáculos que tem de ser enfrentados para o aumento do desenvolvimento destas tecnologias incluem o aumento da complexidade no acesso ao capital, regulações legais, dificuldades em achar capital humano com competências técnicas, a baixa velocidade de expansão da rede elétrica, empecilhos políticos de governos locais

Os instrumentos utilizados para a promoção das fontes renováveis são diversos, mas estudos apontam que o mais eficiente tem sido a tarifa *feed-in*. Nos países onde tem sido adotada, a implementação de fontes renováveis tem sido significativamente superior aos países que adotaram outros mecanismos, como o sistema de cotas/certificados verdes.

Atualmente, a Alemanha é a líder na União Européia na promoção de renováveis, com destaque para a energia eólica, e tem a meta de promover 38.6% de eletricidade de fontes renováveis até 2020. De acordo com uma comunicação da Comissão Européia de Janeiro de 2011, a Alemanha encontra-se na faixa “67 – 100% de progresso feito para os objetivos de 2020” no tocante à geração de eletricidade.

O futuro também parece promissor. As decisões tomadas com relação ao fechamento das usinas nucleares se, por um lado causaram preocupação uma vez que a energia

nuclear fornece 23% da energia consumida do país, por outro lado, criaram uma nova expectativa para o setor eólico como um candidato viável para a substituição da energia nuclear. Somado a isso, é esperado que a recente atualização da Lei das Energias Renováveis, que aumentou as tarifas do setor *onshore* e *offshore*, o processo de *repowering* e o sistema de financiamento introduzido em 2009 impulsionem o crescimento do setor nos anos que virão.

Em suma, o país tem aumentando gradualmente a ênfase em programas de implementação de energias renováveis dentro do seu portfólio de políticas energéticas e tecnológicas. As políticas e instrumentos adotados têm sido bastante eficazes no incentivo das tecnologias renováveis e existe uma grande possibilidade da Alemanha ir além dos objetivos estabelecidos para 2020 no tocante à geração de eletricidade por fontes renováveis. Ademais, a retomada do crescimento econômico nacional, a redução dos custos devido ao crescente aprendizado e progresso técnico, aliados aos acontecimentos internacionais são de grande importância para o aumento da expectativa de uma tendência sustentada do desenvolvimento desta tecnologia no futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERS, H. 2007. **German Offshore Wind Development – Final “Go!” in 2009?**. Disponível em http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen_A-Z/Offshore/HA_BWE_EOW_2007.pdf. Acesso em 1 de junho de 2011
- ANEEL, 2005. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.html>. Acesso em 11 de Janeiro de 2011
- ANDREEA, Z. 2009. **MANAGING RENEWABLE ENERGY IN THE EUROPEAN UNION**. Disponível em <http://steconomice.uoradea.ro/anale/volume/2009/v4-management-and-marketing/99.pdf>. Acesso em 4 de junho de 2011
- British Petroleum. 2010. **BP Statistical Review of World Energy June 2010**. Disponível em http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2010_downloads/statistical_review_of_world_energy_full_report_2010.pdf. Acesso em 8 de junho de 2011
- BURATTINI, M.P.T.C. 2008. **Energia: uma abordagem multidisciplinar**. Editora Livraria da Física. 2008.
- BUTLER, L., NEUHOFF, K. 2008. **Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development**. *Renewable Energy* 33 (2008) 1854–1867
- BWE. 2010. **Wind energy in Germany – an energy source with a fantastic future**. Disponível em http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/English/Broschueren/BWE_Image_ENG_070610.pdf. Acesso em 4 de junho de 2011
- CALZADA ALVAREZ, G., JARA, RM., JULIAN, JRM. 2009. **Study of the Effects on Employment of Public Aid to Renewable Energy Sources**. Disponível em [59](http://eco-</div><div data-bbox=)

efficiency.management.dal.ca/Files/NSREC/Study_of_the_effects_on_employment_of_public_aid_to_renewabl.pdf. Acesso em 2 de junho de 2011

- CARLEY, S. 2009. **State Renewable Energy Electricity Policies: An Empirical Evaluation of Effectiveness**. Energy Policy, Vol. 37, No. 8, pp. 3071-3081, 2009
- CEPAC. 2011. **Efeito Estufa e Mudanças climáticas**. Disponível em http://www.pucrs.br/cepac/?p=efeito_estufa. Acesso em 4 de junho de 2011
- CIARRETA, A., GUTIERREZ-HITA C. 2009. **Entering Renewable Energy Sources in the Spanish Electricity Market: The Effects of Regulatory Reforms**. Disponível em www.iaee.org/en/publications/newsletterdl.aspx?id=76. Acesso em 5 de junho de 2011
- CIARRETA, A., GUTIERREZ-HITA C., GEORGANTZÍSZ N. 2010. **Renewable Sources, Technology mix, and Competition in Liberalized Electricity Markets: The case of Spain**. Disponível em <http://www.usaee.org/usaee2010/submissions/Presentations/USAEE2010-Ciarreta-Gutierrez-Georgantzis.pdf>. Acesso em 5 de junho de 2011
- Climate Change Challenge. 2011. Disponível em http://www.climatechangechallenge.org/Resource%20Centre/Climate-Change/3-what_causes_climate_change.htm#2. Acesso em 17 de Janeiro de 2011
- COSTA, CV. 2006. **Políticas de promoção de fontes novas e renováveis para geração de energia elétrica: lições da experiência europeia para o caso brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006
- CRESESB. 2011. **Tutorial de energia solar**. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/>. Acesso em 17 de Janeiro de 2011
- DUTRA, R.,M. 2007. **Propostas de políticas específicas para energia eólica no Brasil após a primeira fase do PROINFRA**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007
- Ecofys. 2011. **Financing Renewable Energy in the European Energy Market**. Disponível em http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2011_financing_renewable.pdf. Acesso em 5 de junho de 2011

- EEA. 2011a. **Sobre as alterações climáticas.** Disponível em <http://www.eea.europa.eu/pt/themes/climate/about-climate-change>. Acesso em 31 de outubro de 2010.
- EEA. 2011b. Disponível em <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>. Acesso em 3 de junho de 2011
- EERE. 2011. **How Hydropower Works.** Disponível em http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/hydro_how.html. Acesso em 3 de junho de 2011
- European Information Association. 2007. **News and views from the European Information Association.** Disponível em <http://www.eia.org.uk/finding/0711-energy.pdf?PHPSESSID=ae527959ce119bde32347af7c779daf7>. Acesso em 4 de junho de 2011
- Environment Agency. 2009. **Biomass: Carbon sink or carbon sinner?** Disponível em http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Biomass__carbon_sink_or_carbon_sinner_summary_report.pdf. Acesso em 2 de junho de 2011
- European Comission. 2011. Disponível em http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm. Acesso em 5 de junho de 2011
- EPA. 2011. **Hydroelectricity.** Disponível em <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/hydro.html> . Acesso em 17 de Janeiro de 2011
- E-Parliament. 2011. **Success story: Feed-In Tariffs Support renewable energy in Germany.** Disponível em <http://www.e-parl.net/eparlimages/general/pdf/080603%20FIT%20toolkit.pdf>. Acesso em 3 de junho de 2011
- EPIA. 2011. **Global market outlook for photovoltaics until 2015.** Disponível em <http://www.epia.org/publications/photovoltaic-publications-global-market-outlook.html> . Acesso em 1 de junho de 2011
- Eurostat. Disponível em <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>. Acesso em 1 de junho de 2011

- Eurostat. 2010. **Energy production and imports**. Disponível em http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports. Acesso em 15 de junho de 2011
- EWEA, 2009. **The Economics of Wind Energy**. Disponível em <http://www.ewea.org/index.php?id=178>. Acesso em 11 de Janeiro de 2011
- GIPE, P. 2006. **Renewable Energy Policy Mechanisms**. Disponível em www.wind-works.org. Acesso em 6 de junho de 2011
- GRUBB, M. J; MEYER, N. I. **Wind energy: resources, systems and regional strategies**. In: JO-HANSSON, T. B. *et. al.* Renewable energy: sources for fuels and electricity. Washington, D.C.: Island Press, 1993. In: ANEEL, 2005. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.html>. Acesso em 11 de Janeiro de 2011
- GJØLBERG M. 2004. **The EU and Renewable Energy Sources – Main policies and documents**. Disponível em http://www.prosus.uio.no/english/pub_gov/susten/RES-Epaper_010604.pdf. Acesso em 1 de maio de 2011
- GWEC. 2006. **Global Wind Report 2006**. Disponível em http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/gwec-2006_final_01.pdf. Acesso em 3 de junho de 2011
- GWEC. 2010. **Global Wind Report. Annual market update 2010**. Disponível em http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/Global_Wind_2007_report/GWEC%20Global%20Wind%20Report%202010%20low%20res.pdf. Acesso em 2 de junho de 2011
- HEMMELSKAMP J. 1998. **Wind Energy Policy and their Impact on Innovation – An International Comparison**. Disponível em <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur18689en.pdf>. Acesso em 5 de junho de 2011
- HINRICHS-RAHLWES R., BJÖRN P. 2009. **National Renewable Energy Industry Roadmap**. Disponível em http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2010/100201_IndustryRoadmapDEeng_FINAL.pdf

- HIRSCHL, B., HOFFMANN, E., ZAPFEL, B., HOPPE-KILPPER, M., DURSTEWITZ, M., BARD, J., 2002. **Markt- und Kostenentwicklung erneuerbarer Energien. 2 Jahre EEG—Bilanz und Ausblick.** Erich Schmidt Verlag, Berlin. In: JACOBSSON, S., LAUBER, V. 2006. **The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology.** Energy Policy 34 (2006) 256–276
- IEA. 2011a. Disponível em <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&id=4258&action=detail>. Acesso em 4 de junho de 2011
- IEA. 2011b. **2009 Amendment of the Renewable Energy Sources Act –EEG.** Disponível em <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=cc&action=detail&id=4054>. Acesso em 4 de junho de 2011
- IEA 2010. Key World Energy Statistics. Disponível em http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf. Acesso em 5 de junho de 2011
- IHS Emerging Energy Research. 2011. **Asia Pacific Wind Energy Market Forecast: 2011-2025.** Disponível em <http://www.emerging-energy.com/Content/Document-Details/Wind/Asia-Pacific-Wind-Energy-Market-Forecast-20112025/1041.aspx>. Acesso em 6 de junho de 2011
- IPCC. 2007. **IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007.** Disponível em http://ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml. Acesso em 17 de maio de 2011
- JACOBS, D. 2010. **Introduction to feed-in tariffs.** Disponível em <http://www.renewableenergyfocus.com/view/13313/introduction-to-feedin-tariffs/>. Acesso em 3 de junho
- JACOBSSON, S., LAUBER, V. 2006. **The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology.** Energy Policy 34 (2006) 256–276
- JANNUZZI GM, SWISHER JN. 1997. **Planejamento integrado de recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis.** Editora Autores Associados. 1997

- JANSEN, J.C. 2003. **Policy Support For Renewable Energy In The European Union. A review of the regulatory framework and suggestions for adjustment.** Disponível em <http://www.ecn.nl/publications/>. Acesso em 4 de junho de 2011
- LANGNISS, O. 2006 **The German 250-MW-Wind-Program.** Disponível em http://www.efchina.org/csepupfiles/report/200762911200540.0925320001102.pdf/German_250MW%20Wind%20Prog_Ole%20Langniss.pdf. Acesso em 9 de junho de 2011
- MENANTEAU, P., FINON, D., LAMY, M.L. 2003. **Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy.** Energy Policy 31 (2003) 799–812
- MEZ, L. 2004. **Renewable energy policy in Germany – institutions and measures promoting a sustainable energy system.** Disponível em http://www.worldfuturecouncil.org/fileadmin/user_upload/Miguel/FIT.History.Metz.pdf. Acesso em 4 de junho de 2011
- NOAA. 2011. **NOAA: 2010 Tied For Warmest Year on Record.** Disponível em http://www.noaanews.noaa.gov/stories2011/20110112_globalstats.html Acesso em 20 de maio de 2011
- OECD. 2010. **OECD Factbook 2010: Economic, Environmental and Social Statistics.** Disponível em <http://www.oecd-ilibrary.org/sites/factbook-2010-en/05/02/03/05-02-03-g1.html?contentType=&itemId=/content/chapter/factbook-2010-44-en&containerItemId=/content/serial/18147364&accessItemIds=&mimeType=text/html>. Acesso em 4 de junho de 2011
- RAGWITZ, M., SCHLEICH, J., HUBER, C., FABER, T., VOOGT, M., RUIJGROK, W. and BODO, P. 2004. **Analysis of the renewable energy's evolution up to 2020,** FORRES 2020, Fraunhofer IRB Verlag.
- RAGWITZ, M., RESCH, G., FABER, T., HUBER, C. 2006. **Summary report. Monitoring and evaluation of policy instruments to support renewable electricity in EU Member States.** Disponível em http://www.feed-in-cooperation.org/wDefault_7/index.php. Acesso em 1 de junho de 2011

- REN 21. 2010. **Renewables 2010 Global Status Report**. Disponível em http://documents.rec.org/topic-areas/REN21_GSR_2010.pdf. Acesso em 4 de junho de 2011
- SAIDUR, R., ISLAM, M.R., RAHIM, N.A., SOLANGI, K.H. 2010. “**A review on global wind energy policy**”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 1744–1762
- SIMIONI, C.A. 2006. **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2006
- STAISS, F (ed). 2003, **Jahrbuch Erneuerbare Energien 02/03**. Biebrstein, Radebeul. In: JACOBSSON, S., LAUBER, V. 2006. **The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology**. *Energy Policy* 34 (2006) 256–276
- TOLMASQUIM, MT. 2003. **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Editora Interciência. 2003.
- União Européia. 1986. Resolução Do Conselho de 26 de Novembro de 1986 relativa a uma orientação comunitária de desenvolvimento de fontes de energia novas e renováveis. (86/C 241/01) Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31986Y1209%2801%29:PT:HTML> Acesso em 2 de maio de 2011
- União Européia. 1993. **Decisão do Conselho, de 13 de Setembro de 1993, relativa à promoção das energias renováveis na Comunidade (programa Altener)**. (93/500/CEE). Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993D0500:PT:HTML>. Acesso em 4 de junho de 2011
- União Européia. 1995. **Livro Branco: Uma política energética para a União Européia**. Disponível em http://europa.eu/documentation/official-docs/white-papers/pdf/energy_white_paper_com_95_682.pdf. Acesso em 2 de junho de 2011
- União Européia. 1996a. Diretiva 96/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Dezembro de 1996 que estabelece regras comuns para o mercado interno da eletricidade revogada pela Diretiva 2003/54/CE do

- Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de Junho de 2003. Disponível em http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=396L0092&model=guichett. Acesso em 1 de junho de 2011
- União Européia. 1996b. **Comunicação da Comissão - Energia para o futuro: fontes renováveis de energia - Livro Verde para uma estratégia comum.** COM(96) 576. Novembro de 1996. Disponível em http://europa.eu/documentation/official-docs/green-papers/index_en.htm. Acesso em 2 de junho de 2011
 - União Européia. 1997. **Comunicação da Comissão - Energia para o futuro: fontes de energia renováveis - Livro Branco para uma Estratégia e um Plano de Acção comunitários.** (COM(97) 599), Novembro de 1997. Disponível em http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_pt.pdf. Acesso em 2 de junho de 2011
 - União Européia. 1998. **Decisão do Conselho de 18 de Maio de 1998 relativa a um programa plurianual de promoção das fontes renováveis de energia na Comunidade (Altener II).** (98/352/CE). Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998D0352:PT:HTML>. Acesso em 4 de junho de 2011
 - União Européia, 2001. **Diretiva 2001/77/CE Do Parlamento Europeu E Do Conselho relativa à promoção da eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da eletricidade de 27 de Setembro de 2001.** Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0077:PT:HTML>. Acesso em 3 de junho de 2011
 - União Européia. 2006a. **Livro Verde - Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura de 8 de Março de 2006** (COM(2006) 105). Disponível em http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=pt&type_doc=COMfinal&an_doc=2006&nu_doc=105. Acesso em 5 de junho de 2011

- União Européia. 2006b. "Roteiro Energias Renováveis no Século XXI: construir um futuro mais sustentável" (COM(2006) 848). Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:PT:HTML>
- União Européia. 2009. Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis (2009/28/CE). Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:pt:PD>
Acesso em 1 de junho de 2011
- União Européia, 2011. Comunicação "Energias Renováveis: Progredindo em direção ao objetivo de 2020" (COM(2011) 31). Disponível em http://ec.europa.eu/energy/renewables/reports/reports_en.htm. Acesso em 4 de junho de 2011
- VDKI. 2010. ANNUAL REPORT. Facts and Trends 2009/2010. Disponível em www.euracoal.org. Acesso em 16 de junho de 2011
- Wind Facts. 2009. **Wind Energy - The Facts**. Disponível em <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/>. Acesso em 4 de junho de 2011
- World Bank. 2008. **World development indicators**. International Economics Dept. Development Data Group.
- World Nuclear Association. 2011. **The Economics of Nuclear Power**. Disponível em <http://www.world-nuclear.org/info/inf02.html>. Acesso em 4 de junho de 2011
- WWEA. 2011. **World Wind Energy Report 2010**. Disponível em <http://www.wwindea.org/home/index.php>. Acesso em 3 de junho de 2011
- _____, Geothermal Electricity Production. Disponível em <http://www.renewableenergyworld.com/rea/tech/geoelectricity>. Acesso em 17 de Janeiro de 2011