

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Estudo do uso de mecanismos de  
incentivo a autoprodução e a produção  
independente de energia por meio de  
fontes renováveis**

**FELIPE ALVES CALLIARI BAHIA**

São Carlos  
2014



**FELIPE ALVES CALLIARI BAHIA**

**Estudo do uso de mecanismos de  
incentivo a autoprodução e a produção  
independente de energia por meio de  
fontes renováveis**

*Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de  
Engenharia de São Carlos da  
Universidade de São Paulo, para  
conclusão do curso de Graduação  
em Engenharia Elétrica – Ênfase  
em sistemas de energia e  
automação.*

**Orientador: Prof. Assoc. Frederico Fábio Mauad**

São Carlos  
2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

B151ae Alves Calliari Bahia, Felipe  
Estudo do uso de mecanismos de incentivo a  
autoprodução e a produção independente de energia por  
meio de fontes renováveis / Felipe Alves Calliari  
Bahia; orientador Prof. Frederico Fábio Mauad . São  
Carlos, 2014.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2014.

1. Energia renovável. 2. mecanismos de incentivo.
  3. PROINFA. 4. Feed-in tariff. I. Título.

# FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Felipe Alves Calliari Bahia

Título: "Análise do uso de mecanismos de incentivo a autoprodução e a produção independente de energia por meio de fontes renováveis"

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado  
em 28/11/2014,

com NOTA 8,0 (oito, zero), pela Comissão Julgadora:

*Prof. Associado Frederico Fabio Mauad - (Orientador - SHS/EESC/USP)*

*Prof. Assistente Carlos Goldenberg - (SEL/EESC/USP)*

*Mestre Julio Issao Kuwajima - (Doutorando - SHS/EESC/USP)*

Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica - EESC/USP:  
Prof. Associado Homero Schiabel

## Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, pelo  
amor e carinho que nunca me faltaram.

## Resumo

BAHIA, F. A. C. (2014). **Estudo do Uso de Mecanismos de Incentivo a Autoprodução e a Produção Independente de Energia por Meio de Fontes Renováveis.** Monografia (Graduação) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

As fontes alternativas de energia estão cada vez mais delineando seu espaço na matriz elétrica brasileira, e parte desta evolução pode ser atribuída aos mecanismos regulatórios, fiscais e financeiros desenvolvidos para auxiliar tais fontes nessa trajetória. A presente dissertação vislumbra analisar e quantificar o impacto que tais mecanismos proporcionam na atratividade de investimentos em fontes alternativas e na sustentabilidade do movimento de inserção destas fontes na matriz elétrica nacional. A necessidade de expansão da nossa matriz energética, coloca em foco a discussão do uso de outras fontes de energia renováveis e da geração descentralizada, atividades estas que causam impactos menores ao meio ambiente e minimizam a necessidade da construção de grandes empreendimentos. Este trabalho apresenta os principais mecanismos de promoção de fontes alternativas e renováveis de geração de eletricidade tanto sob o ponto de vista teórico quanto através da apresentação e análise de resultados obtidos da experiência internacional. Também é feita a análise do contexto atual do setor elétrico brasileiro e mundial, especialmente da evolução das políticas implementadas para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia.

**Palavras-chave:** Energia renovável; mecanismos de incentivo, PROINFA, Feed-in-tariff.

## Abstract

BAHIA, F. A. C. (2014). **Study of Renewable Sources Self-Production and Independent Power Production inducement mechanisms** . Monograph (Graduation) – Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2014.

Alternative energy sources are increasingly outlining their space in the Brazilian energy matrix, and part of that can be attributed to regulatory, financial and fiscal mechanisms. This study aims to analyze and to quantify the impact that these mechanisms have in the investments attractiveness and in the insertion movement sustainability of these sources in the Brazilian electrical matrix. The need to expand our energy matrix brings into focus the discussion on the use of other renewable energy sources and decentralized generation, Which causes minor impacts to the environment and minimize the need to build large projects. This work describes the main incentives for fostering renewable energy sources for electricity generation both under a theoretical point of view and through an analysis of the international experience in this field. It also present an analysis of the new Brazilian electric power sector, especially of the evolution of the politics for renewable power sources.

**Keywords:** Renewable energy, inducements mechanisms, PROINFA, Feed-in-tariff.

## **Listas de Figuras**

Figura 1 - Representatividade das PCHs.....	19
Figura 2 - Inicio da Adoção de Políticas de Pesquisa e Desenvolvimento por diversos países.....	34
Figura 3 - Políticas para o Desenvolvimento de Mercados de Geração Renovável de Energia Elétrica.....	35
Figura 4 - Inicio da Aplicação dos Diversos Mecanismos de Políticas de Incentivo a Fontes Renováveis de Energia Elétrica em Diversos Países.....	36
Figura 5 - Políticas adotadas pelos países Europeus em 2006.....	37
Figura 6 - Evolução das Leis de Incentivos a Fontes Renováveis na Alemanha.....	39

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Empreendimentos a partir de Energia Eólica.....	17
Tabela 2 - Regras para a Produção de Energia Elétrica por autoprodutores e Produtores Independentes.....	28
Tabela 3 - Regras para a Comercialização de Energia Elétrica entre Autoprodutores, Produtores Independentes e Consumidores Livres. ....	29
Tabela 4 - Autoprodutores e Produtores de Energia Elétrica a Partir de Energias Renováveis - Unidades em Operação.....	30
Tabela 5 - Autoprodutores e Produtores Independentes de Energia Elétrica a partir de Energias Renováveis - Unidades em Construção.....	31
Tabela 6 - Autoprodutores e Produtores Independentes de Energia Elétrica a partir de Energias Renováveis – Outorgadas (Construção não Iniciada) .....	31
Tabela 7 - Potência Contratada por Fonte. ....	43
Tabela 8 - Potência Contratada e Energia Contratada por Região .....	43
Tabela 9 - Resultado das 144 Usinas Contratadas pelo PROINFA.....	44

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte no Brasil.....	14
Gráfico 2 - Evolução da Capacidade Instalada de Autoprodutores em MW entre os anos de 1974 e 2006.....	32

## Article I. Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. OBJETIVO .....	17
1.2. MÉTODO.....	17
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
2. AS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS.....	19
2.1. EÓLICA .....	19
2.2. HIDRÁULICA.....	20
2.3. SOLAR .....	22
2.4. BIOMASSA .....	23
3. POLÍTICAS DE INCENTIVO AS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA .....	23
3.1. SISTEMAS FEED-IN .....	25
3.2. SISTEMA DE LEILÃO .....	26
3.3. SISTEMA DE COTAS/CERTIFICADOS VERDES.....	26
3.4. OUTROS MECANISMOS .....	27
3.4.1. SUBSÍDIOS E MEDIDAS FISCAIS .....	27
3.4.2. INTERNALIZAÇÃO DE CUSTOS SÓCIO-AMBIENTAIS .....	28
3.5. QUADRO COMPARATIVO DOS MECANISMOS DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE FAES DE GERAÇÃO RENOVÁVEL.....	29
4. INSTRUMENTOS POLÍTICOS PARA PROMOÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL .....	29
4.1. O PROINFA.....	29
4.2. PANORAMA DA PRODUÇÃO INDEPENDENTE E AUTOPRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS .....	30
4.2.1. MARCO REGULATÓRIO PARA AUTOPRODUÇÃO E PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL .....	31
4.2.2. PANORAMA DA AUTOPRODUÇÃO E PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL .....	33
5. INSTRUMENTOS POLÍTICOS PARA PROMOÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO.....	37
5.1. PANORAMA MUNDIAL DAS POLÍTICAS DE INCENTIVOS A FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA ELETRICA .....	37
5.2. CONTEXTO POLÍTICO EUROPEU.....	41
5.3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ADOTADOS PELA ALEMANHA.....	42
5.3.1. PROGRAMAS DE 100 MW E 250 MW .....	44
5.3.2. ELECTRICITY FEED ACT – FEED-IN LAW .....	44
5.3.3. LEI DE ENERGIA RENOVÁVEL – ERNEUERBARE ENERGIEN GESETZ (EEG).....	45

6.	DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
6.1.	RESULTADOS DO PROINFA .....	47
6.2.	OBSTÁCULOS PARA IMPLANTAÇÃO DO PROINFA .....	49
6.3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	50
7.	REFERÊNCIAS .....	52
8.	ANEXO .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da humanidade vem garantindo melhores índices de conforto e longevidade por influência do avanço, por exemplo, da agricultura, da medicina, etc. A partir destes avanços, juntamente com o aumento da densidade populacional, a procura por mais recursos energéticos vem causando diversos impactos ambientais que, paradoxalmente, diminuem a qualidade de vida (LOPES, GABRIEL, 2009).

Após a revolução industrial, o modelo adotado para suportar o desenvolvimento econômico foi pautado no atendimento da demanda energética através de combustíveis fósseis não renováveis, em um contexto onde não havia priorização de restrições ambientais. (LOPES, GABRIEL, 2009).

Atualmente, este modelo não condiz mais com o ideal. Não é razoável aceitar a continuidade da dependência de combustíveis fosseis não renováveis como fator propulsor do desenvolvimento de uma nação, visto que estes insumos tornam-se progressivamente mais escassos, comprometendo o equilíbrio entre oferta e demanda, gerando riscos à segurança do suprimento. (LOPES, GABRIEL, 2009).

Entretanto, considerando o processo evolutivo do setor elétrico, nota-se cada vez mais a necessidade de planejarmos esta evolução em tópicos como a diversificação da nossa matriz energética, vislumbrando não apenas a segurança no suprimento de energia, mas também, a expansão de um setor crucial para o desenvolvimento.

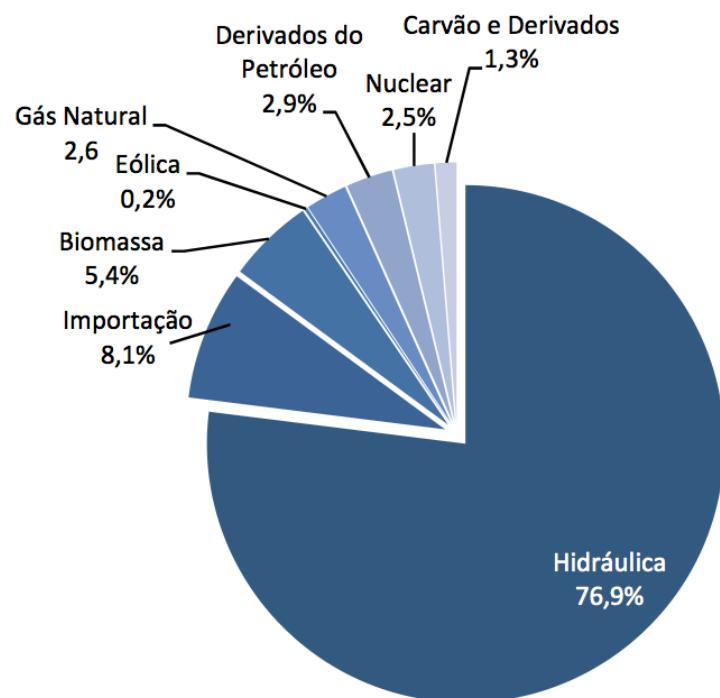
O Brasil possui uma grande oferta de recursos naturais renováveis para o aproveitamento energético, onde os recursos hídricos se destacam pois seu aproveitamento representa mais de 70% de toda a energia elétrica produzida no país, seguido dos biocombustíveis e da biomassa. Tais fatores fazem do Brasil um dos países com a matriz energética mais limpas do mundo, ainda assim, observa-se uma participação inexpressiva de fontes de energia como a eólica e solar (Plano Nacional de Energia, 2007; Balanço Energético Nacional, 2010).

A participação das fontes renováveis na produção de energia no mundo é de 13,5%, incluindo a hidráulica, enquanto isso no Brasil, esta participação corresponde a 47%. Por meio da Lei numero 10.438/02, o governo brasileiro instituiu o Programa de Incentivo as Fontes Alternativas d Energia Elétrica, motivado pelo crescimento da demanda de energia elétrica, a manutenção da matriz limpa e evitar a penetração das fontes não renováveis, este programa aumentaria a segurança no abastecimento e valorizaria as características e potenciais regionais no Brasil (Plano Nacional de Energia, 2007).

O gráfico 1, a seguir, nos mostra como a matriz energética brasileira está dividida em relação as fontes de energia. Podemos notar a participação significativa das fontes renováveis, também nota-se como as fontes eólica (0,2%) e solar ainda apresentam participação inexpressiva.

Gráfico 1 Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte no Brasil

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2010



Políticas e mecanismos que incentivam a produção de energia renovável são uma das alternativas que podem mudar esse cenário.

A alta carga tributária, altos preços dos equipamentos, a falta de mão de obra especializada e as condicionantes ambientais, são fatores que dificultam os micro e pequenos produtores de energia a se estabelecerem no mercado de energia brasileiro. (Plano Nacional de Energia, 2007).

Este trabalho busca estudar casos onde a implementação de algumas dessas políticas e mecanismos alavancaram este tipo de produção de energia em outros países e analisar o que tem sido realizado no Brasil comparando os resultados obtidos e observar oportunidades de melhoria.

## **1.1. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo estudar os mecanismos de incentivo a autoprodução e a produção independente de energia por fontes renováveis no Brasil. Como objetivo secundário serão analisados casos internacionais que obtiveram sucesso, como o caso da Alemanha, e como se deu a implementação destas políticas e mecanismos de incentivo à este tipo de geração e os principais resultados quanto a diversificação e crescimento significativo na produção de energia.

## **1.2. MÉTODO**

Para a realização deste trabalho foram feitas revisões bibliográficas, onde foram buscadas referencias teóricas sobre a geração de energia por meio de fontes renováveis e fundamentos relacionados a indústria de energia elétrica.

Foi realizado também uma pesquisa documental qualitativa onde foi levantado documentos, relatórios e atlas pertencentes ao governo brasileiro. Neste levantamento foram pesquisados leis, decretos e resoluções normativas com o

objetivo de analisar o modelo institucional do setor de eletricidade brasileiro, da legislação que envolve autoprodutores, produtores independentes e energias renováveis.

Para realizar a revisão dos mecanismos de incentivo foram analisados sistematicamente a legislação vigente dos órgãos competentes que regulam a geração energética como o Ministério de minas e energia, Agência Nacional de Energia Elétrica, Operador Nacional do Sistema Elétrico, entre outros.

Desta revisão buscou-se apontar os resultados e dificuldades enfrentadas na experiência nacional e compará-las a mercados mais experientes como o alemão, a fim de apontar estratégias bem sucedidas que poderiam ter efeitos no Brasil.

### **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho foi organizado nos seguintes capítulos:

No capítulo segundo, será apresentado uma breve introdução sobre as fontes alternativas de energias renováveis.

No capítulo 3 serão abordados as diferentes modalidades de políticas de incentivo a produção de energia elétrica por meio de fontes renováveis de energia quanto as suas características, com o objetivo de proporcionar um embasamento teórico sobre as mesmas para que nos demais capítulos possamos estudar os casos onde algumas dessas políticas foram aplicadas e analisar seus resultados.

No capítulo 4 será exposto o panorama geral da produção independente e a autoprodução de energia por meio de fontes renováveis no Brasil . Neste caso será analisado o PROINFA, como este programa representou um primeiro esforço no sentido de alavancar o mercado de energias renováveis na matriz elétrica brasileira

O capítulo 5 foi destinado ao estudo dos mecanismos de incentivo adotados no mundo, expondo suas características, resultados e dificuldades enfrentadas por estas políticas. E por fim uma análise do caso alemão, descrevendo a posição da União Europeia frente a questão das energias renováveis e como a Alemanha se enquadrou nessa política.

O sexto capítulo será destinado as discussões e considerações finais. Será exposto os resultados dos casos estudados, e a partir destes, Concluiremos o trabalho.

## **2. AS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS**

As energias renováveis correspondem a um grande número de tecnologias que podem disponibilizar serviços de energia, na forma de eletricidade, aquecimento e arrefecimento e soluções de transporte sustentável. A promoção e utilização deste tipo de fontes alternativas não devem concentrar-se apenas em uma estrutura centralizada ou descentralizada, ou em uma tecnologia renovável que se afirmará no futuro. Devem ser considerados todos os tipos de energia renováveis de forma interdependente, de modo a permitir a diversificação da matriz energética, a mitigação das alterações climáticas e a garantia do desenvolvimento sustentável (CASTRO, 2011).

Em seguida serão abordadas as tecnologias com maior relevância para o presente estudo.

### **2.1. EÓLICA**

A energia eólica, além de ser renovável e ambientalmente limpa, apresenta, pelo menos, quatro fatores simultâneos que justificam uma atenção especial, visando efetivá-la como fonte complementar à geração hídrica no parque gerador brasileiro : o vasto potencial eólico nacional; sua distribuição geográfica que se estende também pelo interior do país em áreas socialmente carentes; a possibilidade de complementação da energia produzida pela geração eólica com as hidrelétricas; e, a importância de o Brasil acompanhar o desenvolvimento que vem ocorrendo em nível internacional dessa tecnologia de geração (EPE,2009).

Segundo MILLER (2006), a energia do vento tem mais benefícios e menos prejuízos que qualquer outra das energias renováveis, de tal forma que hoje é

reconhecida, como uma energia vasta e benigna em termos ambientais que tanto pode fornecer electricidade como hidrogénio para células a custo menor.

Segundo Dados do Banco de Informações de Geração da ANEEL(2010), existem, atualmente, apenas 36 unidades geradoras a partir da energia eólica em operação no país, ou seja, 0,52% do total instalado. Na Tabela 1 percebe-se que 54 empreendimentos estão em construção, ou já foram outorgados. Isto é maior do que a quantidade que está em operação e, portanto, pode-se afirmar que esta fonte está aumentando a sua participação no mercado nacional, ainda que de forma tímida.

Tabela 1 - Empreendimentos a partir de Energia Eólica Fonte: ANEEL,  
2010

Central Geradora Eolielética			
Fase	Quantidade	Potência (KW)	%
Operação	36	602.284	20,19
Construção	10	257.150	8,61
Outorga	44	2.124.793	71,2
Total	90	2.984.227	100

## 2.2. HIDRÁULICA

O Brasil possui o terceiro maior potencial hidroelétrico do mundo, cerca de 258.000 MW, hoje aproveitamos 28% deste potencial. Esta fonte de energia é renovável, competitiva e explorada com tecnologia nacional. Até 2030, planeja-se um acréscimo de cerca de 100.000 MW, dos quais 60.000 MW estão na região Amazônica (MME, 2007).

Apesar de ser considerada como uma fonte renovável e ser conhecida por libertar concentrações de CO<sub>2</sub> quase nulas para a atmosfera, os impactos

ambientais e alguns socio-económicos são superiores e devem ser considerados (MILLER, 2006).

Com o advento do processo de industrialização no início dos anos de 1900, e o crescente aumento no ritmo de produção nacional, havia necessidade de se buscar alternativas que suprissem à crescente demanda energética dos processos, e dada às limitações existentes, em termos de tecnologias e disponibilidade de fontes primárias de energia, os pequenos aproveitamentos hidrelétricos ganhavam força no cenário nacional (TIAGO, 2006).

A Resolução da ANEEL nº 652, de 9 de dezembro de 2003, considera como sendo uma PCH o aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km<sup>2</sup>. Outros empreendimentos que mantiverem a potência dentro do estabelecido, mas que extrapolarem o tamanho do reservatório, ainda poderão ser classificados como PCHs desde que atendam a algumas especificações que são definidas no artigo 4º da resolução mencionada (ANEEL, 2003).

As PCHs se apresentam como uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, visando a suprir a crescente demanda verificada no mercado nacional. Por suas características, esse tipo de empreendimento possibilita um melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, complementando o fornecimento realizado pelo sistema interligado (Tolmasquim, 2004).

Atualmente, existem 397 projetos de PCH em operação no Brasil, representando uma potência instalada de 3.584 MW, ou aproximadamente 3% do total da capacidade instalada nacional e 4% do total da capacidade instalada hidrelétrica nacional. ( BIG ANEEL, 2011). A partir da Figura 1 podemos observar que as PCHs representam uma parcela muito pequena da capacidade instalada hidrelétrica.

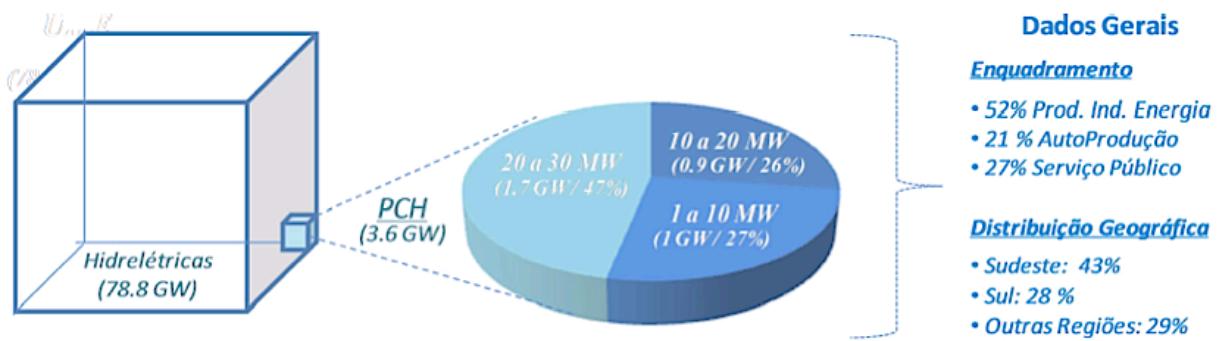


Figura 1 - Representatividade das PCHs. Fonte: BIG ANEEL, 2011

Ressalva-se que, apesar de as PCHs representarem apenas 3% da matriz elétrica nacional, elas possuem extrema importância no atendimento descentralizado de carga, especialmente para as indústrias em regime de autoprodução (TIAGO, 2006).

### 2.3. SOLAR

O Brasil, além de possuir grande potencial para geração de energia solar fotovoltaico, também apresenta regiões onde esta tecnologia é a solução mais adequada (técnica e economicamente) para o abastecimento de energia elétrica. Na região Norte e parte da região Nordeste, devido ao baixo consumo local, à grande dispersão dos usuários, dificuldade de acesso e restrições ambientais, a implantação de painéis solares fotovoltaico é a solução mais indicada (ANEEL, 2007).

Devido ao problema da intermitência da energia solar e para evitar o uso de baterias, a implantação de painéis solares fotovoltaico é indicada para a formação de sistemas híbridos, visando economizar óleo diesel. Este sistema é especialmente recomendado para comunidades isoladas, nas quais seria inviável levar as redes de transmissão e distribuição do SIN (MME ANEEL, 2007).

Apesar de todo potencial existente no Brasil, devido aos custos, até o ano de 2007 havia apenas uma Central Geradora Solar Fotovoltaica, com potência

outorgada de 20 kW situada no estado de Rondônia, na região Norte do país (ANEEL, Atlas, 2008). Em 2011, registros do Banco de Informação de Geração apontam que no Brasil havia cinco empreendimentos em operação, perfazendo um total de 87 kW de potência instalada e um empreendimento em construção de 5.000 kW no Ceará, região Nordeste (BIG ANEEL, 2011).

## 2.4. BIOMASSA

A biomassa pode ser entendida como toda matéria orgânica que pode ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica, e pode ser classificada, como recurso energético, nas seguintes categorias, biomassa florestal, biomassa agrícola e rejeitos urbanos e industriais (ANEEL, Atlas, 2008).

A utilização da biomassa tem crescido no Brasil, principalmente em sistemas de cogeração (pela qual é possível obter energia elétrica e térmica) nos setores industriais e de serviço. A cana-de-açúcar, bem como seu bagaço, e a palha são as fontes de biomassa com maior potencial para geração de eletricidade existente no país. O uso desses recursos é importante não só para diversificar a matriz de eletricidade brasileira, mas também porque a safra de cana-de-açúcar coincide com o período de estiagem na região Sudeste/Centro-Oeste, onde está concentrada a maior potência instalada de hidrelétricas do país. A eletricidade fornecida neste período auxiliaria, portanto, a preservar os níveis dos reservatórios das usinas hidrelétricas (ANEEL, Atlas, 2008).

## 3. POLÍTICAS DE INCENTIVO AS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Ao longo das décadas de 80 e 90 observou-se o desenvolvimento da geração renovável por meio das fontes alternativas de energia, mostrando a forma como as políticas aplicadas no setor energético teve efeito decisivo sobre o sucesso da aplicação dessas fontes na geração de energia elétrica (MARTIN, 1992).

A surgimento da necessidade de mudanças na geração de energia elétrica em vários países veio com o levantamento de questões ambientais como os impactos que o atual cenário vem causando e o aquecimento global. Após duas grandes crises do petróleo, o desenvolvimento das fontes alternativas de energia obteve um grande impulso visto como uma opção ao petróleo, dessa forma reduzindo a necessidade de combustíveis fósseis através da diversificação da matriz energética. Com isso, metas foram estipuladas e programas foram definidos com o objetivo de criar um ambiente favorável para que as fontes alternativas de energia pudessem ter uma participação maior na matriz energética, assim reduzindo a dependência de combustíveis fósseis (MARTIN, 1992). Em 1997 a Comissão Europeia publicou o White Paper onde foram apresentadas estratégias para que em 2010, 12% do consumo total de energia fosse proveniente de fontes alternativas renováveis de energia (EC, 1997).

As políticas de incentivo que vem sendo usadas no mundo podem ser genericamente divididas em duas linhas distintas, baseadas em preço ou em quantidades. Os principais mecanismos podem ser divididos em três categorias (IEA, 2005):

Sistemas Feed-In: Baseado em preço, esse sistema constitui o principal mecanismo de incentivo para as fontes alternativas de energia renovável até 2005;

Sistema de leilão: Baseado em quantidade, consiste na fixação de um montante de fontes alternativas a serem instaladas no sistema em um tempo determinado, e os projetos com os menores custos são escolhidos;

Sistemas de cotas/Certificados: Também baseado em quantidade, neste sistema as empresas fornecedoras de energia são obrigadas a produzir ou comprar cotas de energia proveniente de fontes alternativas de energia de geração renovável. Além de favorecer o Mercado de certificados verdes, este sistema promove a descentralização das quantidades de energia.

### 3.1. SISTEMAS FEED-IN

Segundo FINON (2002), Em um sistema Feed-In as tarifas existentes apresentam conceitos diferentes. Estes conceitos referem-se a questão regulatória do mínimo preço da energia elétrica garantida que deverá ser pago ao produtor independente, ao conectar seus projetos na rede elétrica, pelas concessionárias de energia.

Pode-se usar, ocasionalmente, este conceito também como o valor total recebido por um produtor independente de energia renovável incluso as taxas de reembolso e/ou subsídios de produção. E em casos raros refere-se somente ao valor pago em adicional ao preço da energia elétrica praticado no mercado (MONTHORST, 1999; HUBER et al.. 2001; HAAS et al.. 2001).

Podemos definir as tarifas do sistema Feed-In de duas formas, a primeira baseada em custos evitados ao se optar pelas fontes alternativas de energia e a segunda no preço da energia elétrica pago pelo usuário final, adicionada por um bonus ou prêmio relacionado aos benefícios gerados pelo uso das fontes alternativas de energia ao meio ambiente e a sociedade. Por outro lado, as tarifas podem ser ajustadas com o único objetivo de incentivar a produção de energia por meio de fontes alternativas, sem ter nenhuma relação com os preços e custos dos combustíveis fósseis.

Estas tarifas podem ser determinadas fixas em um longo período de tempo, com o objetivo de proporcionar maior garantia a longo prazo aos produtores, ou ajustável periodicamente, visando uma maior flexibilidade no período. Os critérios que cada país dá a sua política de incentivos as fontes alternativas de energia de geração renovável estão fortemente relacionados a importância dada as tarifas estabelecidas no sistema Feed-In, critérios estes que envolvem fatores econômicos, políticos, tecnológicos, entre outros(HUBER, 2001, HAAS, et al. 2001).

### **3.2. SISTEMA DE LEILÃO**

No sistema de leilão são definidas reservas de mercado para um montante de fontes alternativas de energia renovável por um órgão regulador, em seguida é organizado um processo de disputa pelos direitos de fornecimento do montante previamente reservado. As concessionárias de energia elétrica são obrigadas então, a pagar aos produtores participantes do leilão, a tarifa definida no mesmo (MORTHORST, 2004).

Durante o processo de leilão, um sistema competitivo, são enfatizados os valores da energia elétrica gerada. As propostas são ordenadas dando preferência a aquelas com o menor custo, até o montante a ser contratado for alcançado. Em seguida, será feito um contrato de longo prazo para cada gerador de energia elétrica selecionado, garantindo o pagamento da energia gerada com base no preço final do leilão.

### **3.3. SISTEMA DE COTAS/CERTIFICADOS VERDES**

Este sistema é baseado em definir uma cota de toda a energia elétrica vendida em um mercado deva ser gerada por fontes alternativas de energia renovável. Existe duas possibilidades neste sistema, a primeira é a de gerar a quantidade de energia definido como a sua cota ou comprando certificados verdes para uma quantidade de energia comprada de um gerador específico ou de outras operadoras que apresentem um excedente de geração. De uma forma geral, os certificados verdes são emitidos por geradoras através de duas possibilidades: pela venda no mercado específico de certificados verdes ou vendendo-os entre os geradores pelo preço de mercado (VOOGT, 2000).

A quantidade de energia a ser gerada é definida com o objetivo de atender todo o país em horizontes diferenciados. No caso do sistema de leilão, esta quantidade é dividida entre todos os fornecedores do mercado levando em consideração a fatia de mercado que cada um possui. Os certificados verdes possibilitam que estas cotas sejam alocadas de forma mais eficiente, uma vez que

não são todos os fornecedores que se beneficiam com o uso das fontes alternativas de energia (MORTHORST, 2004).

### **3.4. OUTROS MECANISMOS**

Existem diversos mecanismos que incentivam a produção de energia por meio de fontes alternativas renováveis além dos mecanismos já apresentados. Os seguintes incentivos baseiam-se em duas diretrizes básicas: As aplicadas diretamente ao investimento inicial do projeto por meio de linhas de créditos especiais e aquelas que se estendem por toda a vida útil do projeto com incentivos fiscais. Estas estratégias utilizadas pelos governos na concessão destes subsídios não só favorece o empreendedor de fontes alternativas de energia , mas também todos os agentes relacionados em pesquisa e desenvolvimento, indústria e comercialização de energia elétrica (SOARES, 2006).

#### **3.4.1. SUBSÍDIOS E MEDIDAS FISCAIS**

Os subsídios ao investimento tem o objetivo de superar as dificuldades e barreiras de um investimento de alto custo inicial. São utilizados para incentivar investimentos em fontes de energia renováveis que possuem uma viabilidade econômica menor. Taxas especiais para investimentos também podem ser consideradas como um subsídio. A grande vantagem deste mecanismo está na redução do capital inicial necessário para se iniciar um projeto e pode proporcionar um crescimento acelerado da capacidade a curto prazo. É importante salientar também que este subsídio é arcado por todos os contribuintes, sejam eles consumidores ou não, o que pode representar uma deficiência do incentivo (SOARES et al.. 2006).

As medidas fiscais atuam de várias formas no abatimento e redução dos impostos especiais sobre a geração de energia elétrica, isenção tributária para

fundos verdes, e fundos específicos para geração limpa. As medidas fiscais beneficiam os empreendedores ao longo do período específico do benefício fiscal. Como este é um subsídio indireto, valem as mesmas considerações em relação as desvantagens apontadas anteriormente para o subsídio aos investimentos iniciais.

Mesmo representando uma redução das arrecadações tributárias, os incentivos fiscais são necessários para que projetos com altos valores iniciais se tornem viáveis. Além de viabilizar projetos, os recursos fornecidos pelos incentivos fiscais proporcionam aos empreendedores condições para a absorção de novas tecnologias, o que gera um desenvolvimento tecnológico de uma forma indireta (SOARES, et al.. 2006).

### **3.4.2. INTERNALIZAÇÃO DE CUSTOS SÓCIO-AMBIENTAIS**

Muito utilizado para justificar o uso das fontes alternativas de energia elétrica, a internalização dos custos ambientais tem sido um mecanismo muito importante (COHEN, 1993). No que se refere aos níveis de impactos ambientais, as fontes alternativas de energia apresentam vantagens em relação as fontes convencionais de geração de energia elétrica.

Vários são os meios de se abordar os custos socioambientais das fontes de geração de energia elétrica. Segundo TOLMASQUIM et al.. (2000), os custos associados aos impactos ambientais podem ser divididos em cinco grupos distintos:

- Custos de controle – Custos para se evitar, total ou parcial, a ocorrência dos impactos socioambientais de um empreendimento;
- Custos de mitigação – Custos incorridos para se reduzir as consequências dos impactos socioambientais provocados por um empreendimento;
- Custos de compensação – Em situações onde os reparos são impossíveis, estes são os custos para se compensar os impactos socioambientais causados;

- Custos de degradação – São os custos externos, incorridos devido aos impactos socioambientais residuais mesmo após ter sido feito os controles, mitigação e compensações;
- Custos de monitoramento – Custos dos programas socioambientais no acompanhamento e avaliação dos mesmos.

### **3.5. QUADRO COMPARATIVO DOS MECANISMOS DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE FAES DE GERAÇÃO RENOVÁVEL**

Após uma apresentação dentro de uma perspectiva teórica, será descrito resumidamente na tabela (em anexo) cada uma das políticas de incentivo apontando suas características, vantagens e desvantagens (MENDES, 2011).

## **4. INSTRUMENTOS POLÍTICOS PARA PROMOÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL**

### **4.1. O PROINFA**

Em 26 de abril de 2002 foi instituído pelo artigo terceiro da Lei nº 10438 o Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), com o objetivo de aumentar a participação de empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos na produção de energia elétrica. Foi estabelecido com o intuito de diversificar e proporcionar uma maior confiabilidade e segurança ao abastecimento (VARELLA et al., 2007).

O programa foi dividido em duas etapas, o PROINFA I e II. A primeira parte do programa tinha a meta de implantar 3.300 MW de capacidade em instalações para a geração de energia elétrica com o início da produção prevista até 30 de dezembro de 2010, também assegura a compra da energia produzida por 15 anos a partir do início da produção definida em contrato. A energia contratada deveria ser dividida igualmente entre as fontes alternativas participantes do programa, e o valor pago pela energia produzida seria correspondente a tecnologia específica de cada

fonte, com o valor mínimo de 80% da tarifa média praticada pelo mercado ao consumidor final. Excluindo os consumidores de baixa renda, todos os custos com a contratação das fontes alternativas seriam repassados a todas as classes de consumidores atendidos pelo Sistema Interligado Nacional (COSTA, ROVERE ASSMANN, 2006; VARELLA et al., 2007).

A contratação das instalações durante o PROINFA I foram realizados mediante a chamadas públicas para alcançar os interessados, e privilegiando as instalações que já possuíam Licença Ambiental de Instalação ou a Licença Prévia Ambiental. O programa também atenderia a fabricantes de equipamentos de geração, desde que o índice de nacionalização destes equipamentos fossem de no mínimo 50% em valor (ANEEL, 2002).

A segunda parte do PROINFA instituía que após a meta de 3.300 MW fosse alcançada, a evolução do programa seria realizado de tal forma que 10% de toda a energia consumida em um ano deveria ser atendida pelas fontes eólica, biomassa e PCHs, tal marca deveria ser alcançada em 20 anos contando com a primeira etapa do programa. Anualmente, seria realizada uma programação para definir os critérios de compra da energia elétrica de cada produtor cadastrado. As referidas fontes deveriam atender o mínimo de 15% do incremento anual da produção de energia elétrica no país (COSTA, ROVERE ASSMANN, 2006; VARELLA et al., 2007).

#### **4.2. PANORAMA DA PRODUÇÃO INDEPENDENTE E AUTOPRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS**

A presente seção busca caracterizar o segmento da geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis por autoprodução e produção independente. Com este objetivo, foi realizada uma análise do marco regulatório para a autoprodução e produção independente de energia renovável, seguido de um panorama desta atividade no Brasil.

#### **4.2.1. MARCO REGULATÓRIO PARA AUTOPRODUÇÃO E PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

De acordo com a ANEEL (2012), Produtor Independente de Energia Elétrica, a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco. E o Autoprodutor de Energia Elétrica, a pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

O funcionamento dos setores nos quais agentes privados prestam serviços de utilidade pública é regulado através marcos regulatórios que unem normas, leis e diretrizes. Nesta seção será discutido o marco regulatório da autoprodução e da produção independente, com foco nas energias renováveis, e seu desenvolvimento ao longo do tempo.

Por meio do decreto-Lei nº 1.872, de 21 de maio de 1981, foi criada a figura do autoprodutor de energia elétrica. Este decreto-Lei da aos concessionários de energia a permissão para comprar o excedente de energia gerado pelos autoprodutores, definindo o papel do autoprodutor, o que seria o excedente de energia elétrica gerada e que esta energia não deveria ser proveniente de combustíveis derivados de petróleo. Desta forma, o autoprodutor é considerado aquele que detém o título de concessão ou autorização federal para produzir energia elétrica para uso próprio, e o montante de energia excedente foi definido como a diferença entre a energia elétrica obtida pela utilização da capacidade instalada e o seu consumo próprio.

Em 1998, a Lei nº 9.648 revogou o decreto-Lei nº 1.872/81, instituindo que a ANEEL deveria autorizar a comercialização, temporária e eventual, do excedente de energia elétrica gerada pelos autoprodutores.

A Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, o decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 2006 e a resolução normativa nº 247/06, são o conjunto que disciplinam o marco regulatório que atualmente conduz a atuação dos autoprodutores e os produtores independentes de energia elétrica no Brasil.

O decreto nº 2.003/96, facilita a entrada dos agentes produtores de energia no mercado, assegurando a eles o acesso livre aos sistemas de distribuição e transmissão de permissionários e concessionários de serviço público de energia elétrica, assim, garantindo a segurança energética e a promoção da competitividade futura. Este decreto permite também, ao autoprodutor vender o excedente produzido aos permissionários e concessionários de serviço público de distribuição.

O Decreto-lei nº 1.872/81 foi revogado pela Lei nº 10.848/04, determinando quais empreendimentos dependeriam de autorização da ANEEL para entrarem em operação.

Dentro do atual modelo da indústria elétrica, foi concebido o Decreto nº 5.163/04, determinando que os autoprodutores e produtores independentes não estão sujeitos as quotas da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), tanto na produção quanto no consumo, exclusivamente com relação a parcela da energia gerada destinada ao próprio consumo.

Com a necessidade de se disciplinar a comercialização de energia elétrica com unidades que possuam carga igual ou superior a 500 kW, foi elaborada a Resolução normativa nº 247/06, estabelecendo as regras para a comercialização de energia no Sistema Interligado Nacional para Consumidores Especiais.

Com base nas leis, decretos e resoluções, as tabelas 2 e 3 apresentam as regras para a geração e comercialização de energia elétrica por autoprodutores e produtores independentes.

**Tabela 2 - Regras para a Produção de Energia Elétrica por autoprodutores e Produtores Independentes.** Fonte: ANEEL

<b>Produção</b>		
<b>Concessão</b>	<b>Autorização</b>	<b>Registro</b>
Potenciais hidráulicos > 1.000 kW por PIE (Lei nº 9.074/95 e Dec. nº 2003)	Potenciais hidráulicos > 1.000 kW e ≤ 10.000 kW, de uso exclusivo de APE (Lei nº 9.074/95 e Dec. nº 2003)	Potenciais hidráulicos ≤ 1.000 kW (Lei nº 9.074/95) e por PIE (Dec. nº 2003)
Potenciais hidráulicos > 10.000 kW, uso exclusivo de APE (Lei nº 9.074/95 e Dec. nº 2003)	*Potencial hidráulico > 1.000 kW e ≤ 30.000 kW, por PIE e APE (Lei nº 9.648 e Res. Norm. nº 247)	Potenciais hidráulicos < 10.000 kW por APE (Dec. nº 2003)
Usinas termelétricas > 5.000 kW (Lei nº 9.074/95)	Usinas termelétricas > 5.000 kW, uso exclusivo de APE (Lei nº 9.074/95) e PIE e APE (Dec. nº 2003)	Usinas termelétricas ≤ 5.000 kW e usinas solares PIE e APE (Lei nº 9.074/95 e Dec. nº 2003)

**Tabela 3** Regras para a Comercialização de Energia Elétrica entre Autoprodutores, Produtores Independentes e Consumidores Livres. Fonte: ANEEL

<b>Comercialização</b>		
<b>Venda por PIE – Lei nº 9.074/95</b>	<b>Necessidade de Autorização – Lei nº 9.648/98</b>	<b>Comercialização no âmbito do SIN – Res. Normativa nº 247</b>
Concessionário de serviço público de energia elétrica.	A compra e venda de energia elétrica, por agente comercializador.	*Potencial hidráulico > 1.000 kW e ≤ 30.000 kW, destinados à PIE e APE.
Consumidores com carga ≥ 10.000 kW com tensão ≥ 60kV. Contratação da totalidade ou parte do consumo.	A importação e exportação de energia elétrica, bem como a implantação dos respectivos sistemas de transmissão associados.	Potência instalada ≤ 1.000 kW.
Consumidores de energia elétrica integrantes de complexo industrial ou comercial.	Comercialização, eventual e temporária, por APE, de seus excedentes de energia elétrica, com consumidores cuja carga seja maior ou igual a 500 kW.	Empreendimentos cuja fonte primária de geração seja a biomassa, energia eólica ou solar, de potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição ≤ a 30.000 kW.
Após 2003, o consumidor com carga ≥ 3.000 kW, atendido em qualquer tensão, pode escolher o fornecedor.	-	-

APE - Autoprodutor de Energia; PIE - Produtor Independente de Energia; SIN - Sistema Interligado Nacional

Portanto, notamos que o marco regulatório para autoprodutores e produtores independentes apresenta a falta de mecanismos que promovam a produção de energias renováveis, apresentando somente normas para a produção e comercialização da energia. Com isso, pode se observar a necessidade de se especificar mecanismos de crédito, isenção de impostos, garantias de comercialização da energia produzida para os produtores independentes e facilitar os mecanismos de comercialização para os autoprodutores.

#### **4.2.2. PANORAMA DA AUTOPRODUÇÃO E PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL**

Haviam no Brasil 2.395 empreendimentos em operação, com uma potencia instalada de 114 GW. Dentre todos os empreendimentos em operação, os autoprodutores e produtores independentes representam 1.206 unidades gerando aproximadamente 33 GW de potencia. A previsão para os próximos anos é que

novos empreendimentos entrem em operação com 47,35 GW de capacidade instalada. Dos empreendimentos que irão entrar em operação, 120 deles já estão em construção, com capacidade de gerar 14,78 GW, e 496 com potencia outorgada de 32,57 GW. A parte dos novos empreendimentos referente aos autoprodutores e produtores independentes são 107 em construção e 391 outorgados, gerando 10,95 GW e 19,67 GW, respectivamente (ANEEL - Banco de Informação de Geração, 2011).

As tabelas 4, 5 e 6 foram obtidas através da análise do banco de dados sobre a Capacidade de Geração do Brasil. O objetivo desta análise é observar como os tipos de empreendimentos em operação estão distribuídos entre os autoprodutores e os produtores independentes de energia.

Tabela 4 - Autoprodutores e Produtores de Energia Elétrica a Partir de Energias Renováveis - Unidades em Operação Fonte: Banco de Informação de Geração, 2011

<b>Destino da Energia</b>	<b>Tipo - em operação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (MW)</b>	<b>Potência Fiscalizada (MW)</b>
APE	CGH	18	11	12
APE	PCH	70	285	277
APE	UHE	14	719	714
APE	UTE (Bagaço de Cana)	49	702	655
APE	UTE (Licor Negro)	4	374	496
APE	UTE (Resíduo de Madeira)	6	116	116
APE	UTE (Carvão Vegetal)	1	7	7
APE-COM	CGH	1	1	1
APE-COM	PCH	14	34	35
APE-COM	UHE	15	2.553	2.573
APE-COM	UTE (Bagaço de Cana)	4	67	67
APE-COM	UTE (Licor Negro)	3	285	263
APE-REG	CGH	288	162	160
APE-REG	EOL	7	10	10
APE-REG	SOL	5	0,09	0,09
APE-REG	UTE (Bagaço de Cana)	160	377	380
APE-REG	UTE (Biogás)	10	9	9
APE-REG	UTE (Capim Elefante)	2	2	0,21
APE-REG	UTE (Casca de Arroz)	5	15	15
APE-REG	UTE (Licor Negro)	2	8	8
APE-REG	UTE (Óleo de Palmiste)	2	4	4
APE-REG	UTE (Resíduo de Madeira)	20	49	48
PIE	CGH	2	1	1
PIE	EOL	44	927	919
PIE	PCH	206	2.708	2.681
PIE	UHE	57	17.901	17.901
PIE	UTE (Bagaço de Cana)	178	6.341	5.206
PIE	UTE (Capim Elefante)	1	30	30
PIE	UTE (Carvão Vegetal)	2	18	18
PIE	UTE (Casca de Arroz)	1	4	4
PIE	UTE (Licor Negro)	5	490	462
PIE	UTE (Resíduo de Madeira)	10	141	139
<b>TOTAL</b>		<b>1206</b>	<b>34.349,69</b>	<b>33.211,98</b>

**APE - Autoprodutor de Energia; PIE - Produtor Independente de Energia; APE-COM - Autoprodutor de Energia regulado autorizado a comercializar produto excedente.**

Tabela 5 - Autoprodutores e Produtores Independentes de Energia Elétrica a partir de Energias Renováveis - Unidades em Construção Fonte: Banco de Informação de Geração, 2011

<b>Destino da Energia</b>	<b>Fonte - em construção</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (MW)</b>
APE	PCH	4	13
APE	UTE (Bagaço de Cana)	1	27
APE-REG	CGH	1	1
APE-REG	SOL	1	5
PIE	EOL	18	506
PIE	PCH	50	681
PIE	UHE	11	8.790
PIE	UTE (Bagaço de Cana)	15	831
PIE	UTE (Capim Elefante)	1	34
PIE	UTE (Casca de Arroz)	2	16
PIE	UTE (Resíduo de Madeira)	3	43
<b>TOTAL</b>		<b>107</b>	<b>10.947,53</b>

APE - Autoprodutor de Energia; PIE - Produtor Independente de Energia; APE-REG - Autoprodutor de Energia registrado.

Tabela 6 - Autoprodutores e Produtores Independentes de Energia Elétrica a partir de Energias Renováveis – Outorgadas (Construção não Iniciada) Fonte: Banco de Informação de Geração, 2011

<b>Destino da Energia</b>	<b>Fonte - em outorga</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (MW)</b>
APE	PCH	3	25
APE	UTE (Bagaço de Cana)	7	133
APE	UTE (Resíduo de Madeira)	1	25
APE-REG	CGH	68	45
APE-REG	CGU	1	0,05
APE-REG	EOL	3	12
APE-REG	PCH	1	5
APE-REG	UTE (Bagaço de Cana)	5	17
APE-REG	UTE (Biogas)	3	7
APE-REG	UTE (Carvão Vegetal)	1	2
APE-REG	UTE (Licor Negro)	1	0,44
APE-REG	UTE (Resíduo de Madeira)	4	10
PIE	EOL	95	3.272
PIE	PCH	144	14.105
PIE	UTE (Bagaço de Cana)	35	1.855
PIE	UTE (Biogas)	4	10
PIE	UTE (Capim Elefante)	2	40
PIE	UTE (Carvão Vegetal)	1	2
PIE	UTE (Casca de Arroz)	1	8
PIE	UTE (Licor Negro)	1	0,44
PIE	UTE (Resíduo de Madeira)	10	102
<b>TOTAL</b>		<b>391</b>	<b>19.676,21</b>

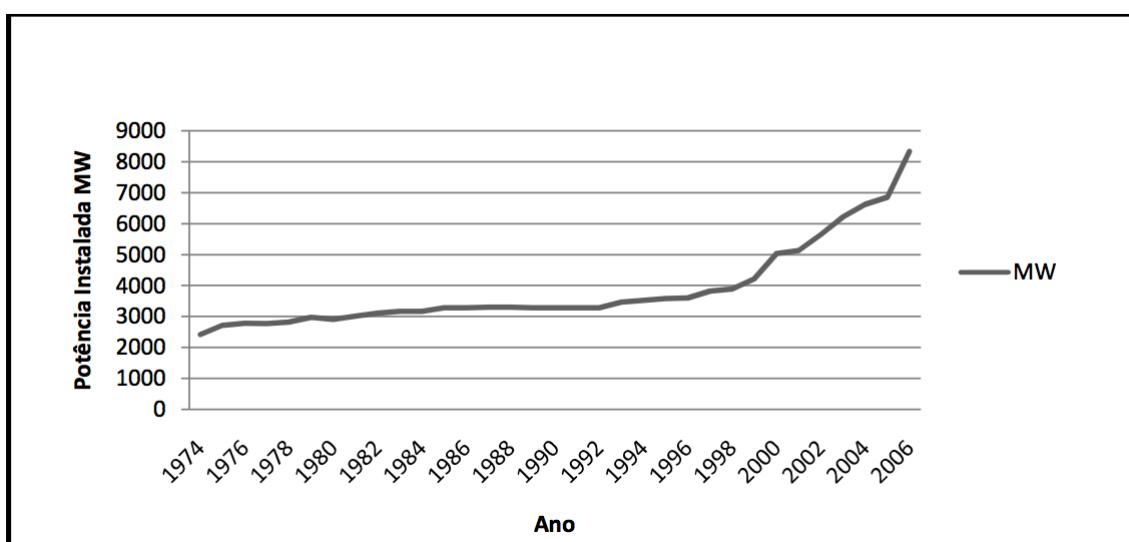
APE -

Autoprodutor de Energia; PIE - Produtor Independente de Energia; APE-REG - Autoprodutor de Energia registrado.

A partir das tabelas acima podemos perceber que a energia hidráulica representa a maior parte da potencia instalada, com 24.356 MW (73,33%), dividida em 309 CGHs, 290 PCHs e 71 UHEs. As termelétricas ocupam o segundo lugar com 7.927 MW (23,87%) e potencia instalada. Quanto a produção de energia a partir de usinas eólicas e solar, suas participações são muito inexpressivas, representando 2,79% e 0,0003% de participação respectivamente.

O gráfico 4 nos mostra como a capacidade instalada para autoprodutores evoluiu entre os anos de 1974 e 2006.

**Gráfico 3 - Evolução da Capacidade Instalada de Autoprodutores em MW entre os anos de 1974 e 2006**



Fonte: Balanço Energético Nacional, 2007

A partir do Gráfico acima podemos observar entre os anos de 1974 e meados do ano 2000, como o crescimento se manteve estável. E como houve um aceleração deste crescimento a partir de 2001, o que pode ser um reflexo da crise energética que o Brasil enfrentou naquele ano por problemas de abastecimento. Garantir a segurança do abastecimento de energia elétrica é fundamental para o setor industrial da economia, e sabendo que pouco mais de 70% dos autoprodutores pertencem a este setor, destaca-se a importância da autoprodução dado que ela é

mais vantajosa do que a rede. Portanto, se houvessem mais incentivos, seria possível alavancar a capacidade instalada dos autoprodutores a partir de fontes renováveis.

## **5. INSTRUMENTOS POLÍTICOS PARA PROMOÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO**

A historia nos mostra como o uso da energia proveniente de fontes alternativas renováveis foi motivada e incentivada principalmente por questões ambientais. A geração de energia por meio de fontes renováveis mostrou-se uma importante oportunidade de desenvolvimento devido a necessidade de diversificar a matriz energética associada a uma geração limpa. Esta oportunidade tomou a atenção de vários governos pelo mundo, iniciando um movimento político para o desenvolvimento deste mercado de energia renovável.

Este capítulo mostra a experiência internacional do uso de políticas para o incentivo das fontes renováveis de energia elétrica, Seguido de um estudo sobre o caso da Alemanha onde se obteve um dos resultados mais significativos na implementação das políticas de incentivo.

### **5.1. PANORAMA MUNDIAL DAS POLÍTICAS DE INCENTIVOS A FONTES RENOVAVEIS DE ENERGIA ELETRICA**

O desenvolvimento tecnológico da geração de energia elétrica por fontes alternativas renováveis foi acompanhado por importantes investimentos na área de pesquisa e desenvolvimento, além das políticas de incentivo as fontes renováveis de energia. No período de 1974 a 2002, de todos os investimentos em pesquisa e desenvolvimentos por parte dos países da OECD, aproximadamente 8% destes investimentos foi destinado as fontes renováveis de energia somando US\$ 23,5 bilhões no período (IEA, 2004).

Os investimentos e políticas de pesquisa e desenvolvimento em tecnologias de geração renovável de energia elétrica, se iniciaram na década de setenta por parte de vários países e vem se mantendo, mesmo que de forma mais discreta como mostra a figura 2.

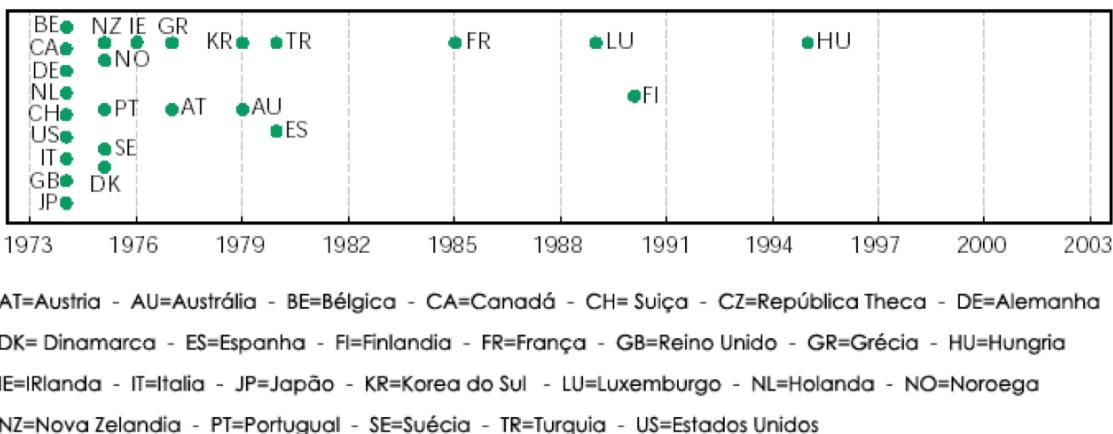


Figura 2 - Início da Adoção de Políticas de Pesquisa e Desenvolvimento por diversos países Fonte: HAAS, 2004; IEA, 2004

O setor privado ainda apresenta limitações quanto aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, apesar de promover inovações, reduções de custos e desenvolver oportunidades, investimentos do setor privado são presentes em poucos países e focados em tecnologias específicas. Da mesma forma que o setor privado se mostra disponível a investir em avanços tecnológicos, ele ainda apresenta uma grande resistência em financiar projetos que poderiam beneficiar seus concorrentes.

O setor privado tem um foco maior em patrocinar as pesquisas em tecnologias solar fotovoltaica e eólica. A forma como as indústrias se envolvem em pesquisas nestas tecnologias de mostram mais competitiva do que colaborativa (IEA, 2004). Se os esforços do setor privado quanto do setor governamental no desenvolvimento de tecnologias forem unidos, podemos possibilitar o crescimento do mercado.

As políticas de incentivo ao mercado de fontes renováveis de energia podem ser direcionadas a demanda (consumidor) ou a oferta (produtores), como também

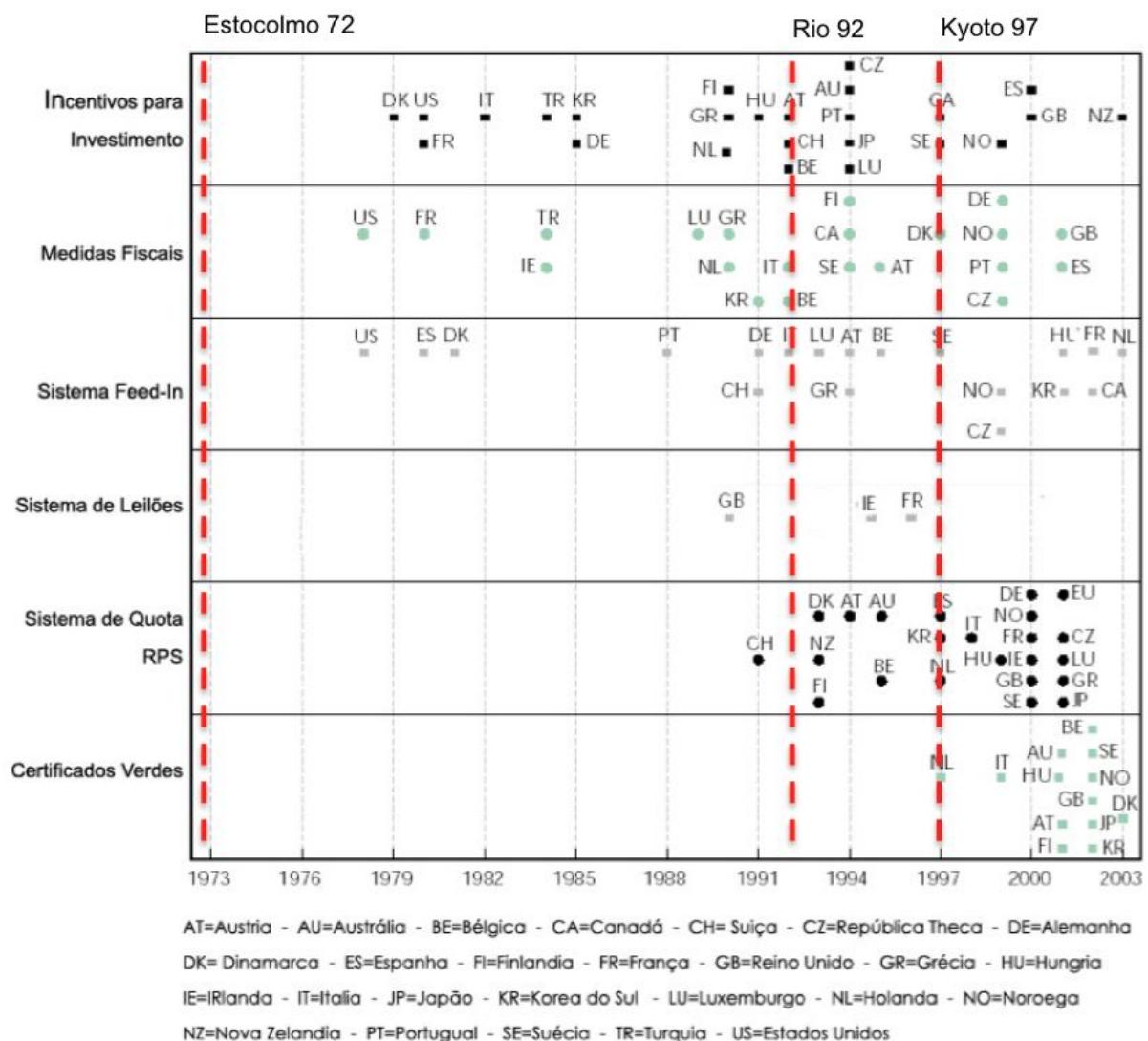
podem estar focadas na geração ou na capacidade instalada. Dessa forma temos quatro quadrantes onde podemos classificar os instrumentos políticos de incentivo ao mercado de energias renováveis, em muitos casos alguns mecanismos podem ser classificados em mais de um quadrante como mostra a figura 3 (IEA, 2004).

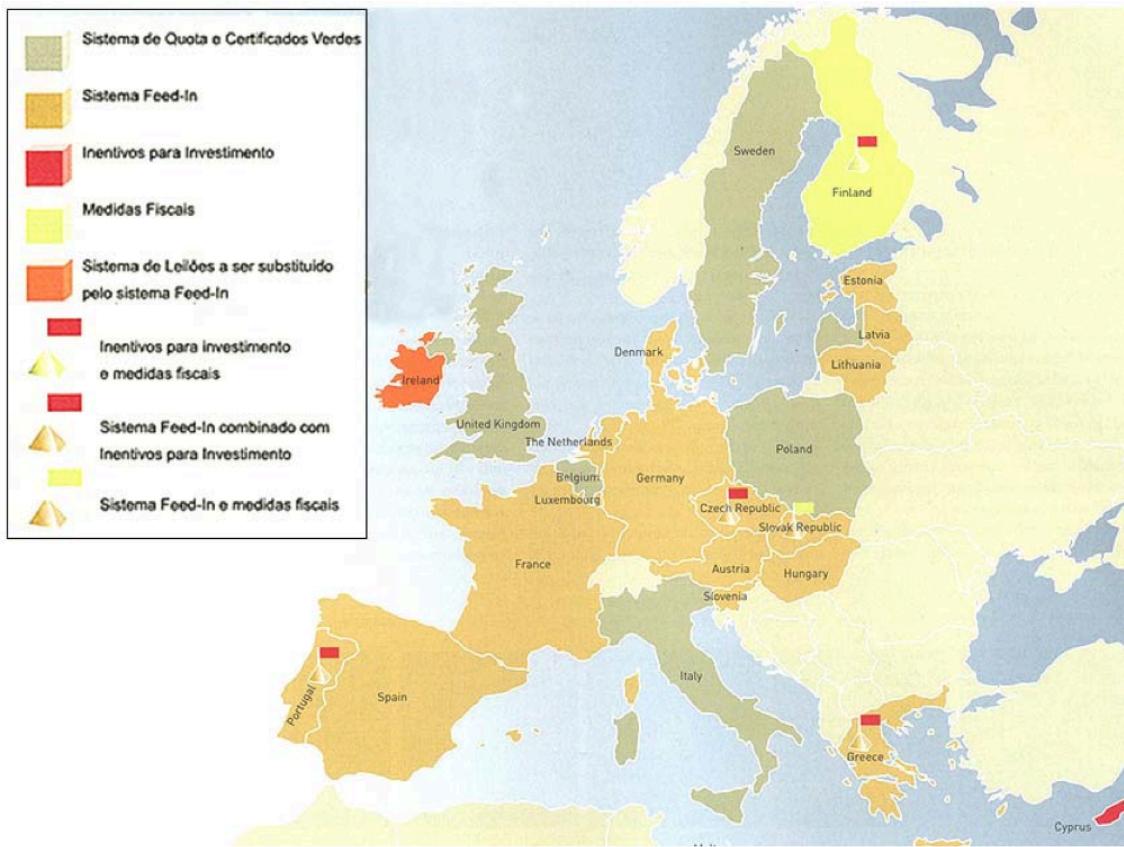


Figura 3 - Políticas para o Desenvolvimento de Mercados de Geração Renovável de Energia Elétrica  
Fonte: IEA, 2004

No começo dos anos noventa, um numero expressivo de países iniciaram suas políticas de incentivo a fontes renováveis de energia (IEA, 2004). Estas políticas e medidas fiscais são escolhidas por cada país de acordo com os objetivos de desenvolvimento de mercado, os recursos naturais disponíveis e sua estrutura econômica. Podemos observar esta diferenciação na figura 4, como os países se diferenciaram na adoção das políticas de incentivo ao longo do tempo, e na figura 5 é representada a situação atual das políticas de incentivo as fontes renováveis adotadas na Europa e identificamos uma forte tendência ao uso do sistema Feed-In.

Figura 4 - Início da Aplicação dos Diversos Mecanismos de Políticas de Incentivo a Fontes Renováveis de Energia Elétrica em Diversos Países Fonte: HAAS, 2004; IEA, 2004





**Figura 5 - Políticas adotadas pelos países Europeus em 2006** Fonte: MAY, 2006

## **5.2. CONTEXTO POLÍTICO EUROPEU**

Podemos observar na União Europeia, como as políticas de incentivo as fontes alternativas de energia são muito usadas. Identificamos também um forte crescimento no uso de dois desses mecanismos de incentivo: As chamadas Feed-In Tariffs na Alemanha e o sistema de cotas (Quota obligation) no Reino Unido e na França (MITCHELL, BAUCKNECHT, CONNOR, 2004).

O desenvolvimento destes mecanismos políticos e inovações tecnológicas para o uso de energias renováveis pela União Europeia foi motivado pela necessidade de se garantir a segurança do abastecimento energético. Analisando as tendências atuais, será muito difícil prever a evolução dos custos dos combustíveis fósseis até 2030, uma vez que 90% do petróleo e 80% do gás natural consumidos na Europa terão que ser importados (COMISSÃO EUROPEIA, 2005).

A questão ambiental também se mostra relevante além da dependência das importações. O setor energético na União Europeia é responsável por cerca de 78% do total das emissões dos gases do efeito estufa (Livro Verde, Comissão Europeia, 2005).

Como uma forma de promover as energias renováveis dentro da União Europeia, a Comissão europeia lançou em 2001 o diretivo Promoting Electricity from Renewable Energy Sources in International Electricity Market. O objetivo deste diretivo era de estabelecer metas de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, onde cada membro da União Europeia tinha sua meta específica, e além disso a obrigação da emissão de certificados que garantissem a origem da produção de energia a partir de 2003 (COMISSAO EUROPEIA, 2001). Essa política foi alavancada pelo Livro Verde (COMISSAO EUROPEIA, 2005), defendendo o sistemas de certificados verdes e o estabelecimento de metas de produção de Energias renováveis.

### **5.3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ADOTADOS PELA ALEMANHA**

Na década de setenta, um grande motivador para o governo alemão apoiar o desenvolvimento de fontes renováveis de energia foi a segurança do abastecimento de energia. A economia alemã e de outros países industrializados, sofreram impactos significativos com as crises de 1973-1974 e 1979-1980. Com isso, a busca por fontes de redução dos riscos em conjunto com a dependência de combustíveis fósseis importados, trouxe o foco do governo alemão para as fontes alternativas de energia. Em paralelo com este cenário, questões ambientais e a adoção de políticas voltadas ao meio ambiente pela União Europeia, também contribuíram para alavancar os investimentos em fonte renováveis de energia.

A conscientização do povo alemão para as questões ambientais na década de oitenta foi despertada após a morte de florestas pela ação da chuva ácida e acidentes envolvendo a geração nuclear de energia. Em 1986, o acidente em Chernobyl envolvendo uma estação de geração nuclear trouxe questões sobre os perigos que envolvem a geração nuclear. Assim o governo alemão se viu obrigado a

propor um plano para desativar as estações nucleares em operação, motivado pelo pânico causado pelo acidente, e para isso foi necessário encontrar novas fontes de energia renovável que substituíssem as estações nucleares (BWE, 2006).

Na década de noventa, o grande motivador a adoção de políticas para o desenvolvimento de fontes renováveis foram as questões de mudança climática. Durante a convenção em Quioto, o governo alemão que no período de 2008 a 2012 iria manter suas emissões de gases do efeito estufa em 21% de suas emissões nos anos noventa. Assim o governo alemão acelerou seus investimentos em tecnologia de fontes renováveis para atingir a meta estabelecida pelo protocolo de Quioto (RUNCI, 2005).

A figura 6 nos mostra como as leis de incentivo foram aplicadas na Alemanha desde 1989 até 2006.

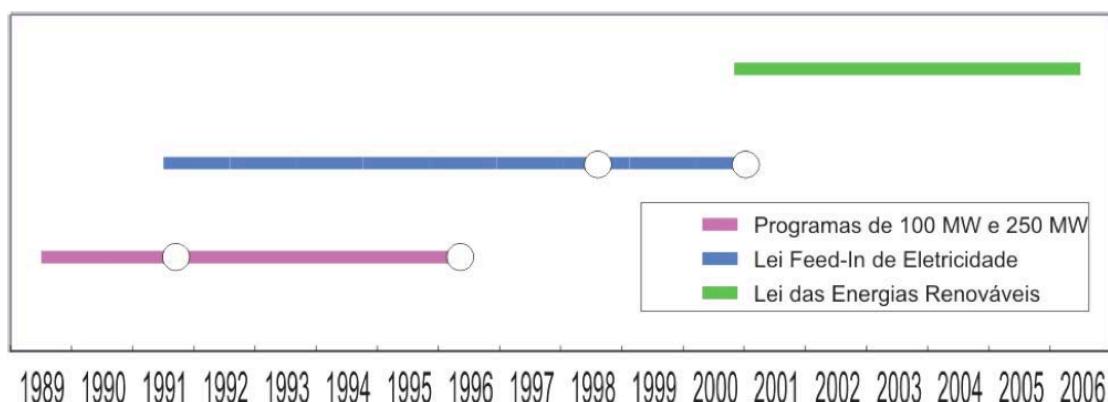


Figura 6 - Evolução das Leis de Incentivos a Fontes Renováveis na Alemanha

Em 1989 o “Programa Experimental de 100 MW” foi o primeiro passo adotado pela Alemanha. Posteriormente estendido para 250 MW, este programa subsidiava a energia gerada por fontes renováveis em 0,031 Marcos alemães para cada kWh gerado (DEWI, 1998). Em 1991 veio a Lei Feed-In de Eletricidade, esta lei garantia o pagamento de 90% do preço médio de venda da energia elétrica gerada por fontes renováveis. E em 2000, o Parlamento alemão ratificou a Lei das Energias Renováveis (Eneuerbare-Energien-Gesetz), esta nova lei estabeleceu metas e tarifas diferenciadas para cada tipo de fonte de energia renovável. Assim favorecendo o mercado de energia renovável.

### **5.3.1. PROGRAMAS DE 100 MW E 250 MW**

Em 1986, logo após o acidente de Chernobyl, o governo alemão foi pressionado a iniciar os programas de subsídios com o objetivo de criar um mercado de energia eólica. Foi criando então o “Programa Protótipo de 250 kW”, este programa subsidiava as primeiras cinco turbinas eólicas de uma empresa após o protótipo ter sido instalado e testado. Após contribuir com o desenvolvimento de cinquenta novos modelos de turbinas eólicas, o programa não obteve efeito significativo, pois os preços ainda eram altos para se criar um mercado mesmo com os subsídios praticados (KORDS, 1996;GANSEFORTH, 1996).

Com o fracasso do Programa Protótipo de 250 kW, ainda sobre pressões políticas o governo alemão criou o Programa de 100 MW em 1989, estendido para 250 MW no ano seguinte. Neste programa foi levado em consideração a potencia gerada, e não a potência instalada, pelas turbinas eólicas com a velocidade de vento a 10 m/s na altura do eixo. No inicio do programa, entre 1989 e 1990, o subsídio praticado na maioria dos projetos era de 0,087 marcos alemães por kWh , 0,046 marcos por parte da concessionária e 0,041 pagos pelo governo (DEWI, 1998). Mesmo com dificuldades de implantação e operação, o programa de 100 MW obteve um crescimento de 50 MW ao ano, atingindo em 1996 uma potencia total instalada de 362 MW em todos os estados da Alemanha (IEA, 2003).

Em 1991 o Programa de 100 MW foi estendido para 250 MW, e com a `para o mercado de fontes renováveis. A meta de 250 MW foi superada nos primeiros seis meses do programa com um alto número de inscrições para novos projetos (DEWI, 1998).

### **5.3.2. ELECTRICITY FEED ACT – FEED-IN LAW**

As *Feed-In Tariffs* funcionam com uma tarifa de “alimentação” no qual é pago aos produtores de energia elétrica a partir de fontes renováveis um preço mínimo pela energia elétrica gerada, acima do preço de mercado, e os custos gerados com esta prática é diluído entre os consumidores finais. Este preço acima do mercado, ou preço

Premium, é estabelecido de acordo com cada tecnologia usada para gerar energia elétrica, assim, tecnologias mais cara como a solar fotovoltaica recebem um reembolso maior.

A Feed-In Law (Stromeinspeisungsgesetz), foi promulgada em outubro de 1990 pelo parlamento Alemão, na época pressionado pelos produtores de energia eólica do norte e os produtores de energia hidroelétrica do sul da Alemanha. Esta Lei obrigava os distribuidores de energia a comprarem a energia produzida a partir de fontes renováveis a um preço entre 65% e 90% (dependendo da fonte de energia) a mais que o pago pela energia elétrica convencional por um período de 20 anos (MME, 2008).

A Lei Feed-In de eletricidade não beneficiava plantas de produção com mais de 5 MW e pequenas plantas pertencentes a grandes empresas produtoras de energia, beneficiando um total de 3.500 geradores distribuídos no país (LAIRD, STEFES, 2009).

A prática do preço Premium incentiva a entrada de investidores no mercado de energias renováveis por reduzir os riscos de longo prazo ao produtor, e ao mesmo tempo desenvolvendo a variedade de tecnologias e estimulando o uso dos recursos alternativos renováveis (COUTURE, GAGNON, 2009).

Dado este fato, em 2005 a Comissão Europeia declarou que o instrumento de incentivo mais efetivo eram as Feed-In Tariffs, Por serem mais efetivas e mais baratas para a promoção das fontes renováveis de energia (COSTA, 2006).

### **5.3.3. LEI DE ENERGIA RENOVÁVEL – ERNEUERBARE ENERGIEN GESETZ (EEG)**

Na tentativa de aprimorar a Feed-In Law, o governo eleito em 1998 promulgou a Lei de Energias Renováveis (Erneuerbare Energien Gesetz), onde a principal mudança foi o aumento no preço Premium pago, com um foco maior na energia solar.

A nova lei determinou também que o valor total a ser pago aos produtores de energia renovável deveria ser dividido entre as concessionárias de energia, garantindo assim que nenhuma região se sobrecarregasse. Estabeleceu também que as tarifas seriam baseadas nos custos reais de produção, específica para cada fonte de energia renovável (MME, 2008).

A Lei de Energia Renovável também tem o objetivo de tornar o mercado mais competitivo, fazendo com que os produtores trabalhem mais para melhorar as tecnologias empregadas e com isso diminuir o preço pago pelo consumidor final. Para isso foi estabelecido nesta nova lei que os reembolsos sofreriam uma redução gradual a cada ano, a medida que novas plantas são construídas (MITCHEL, BAUKNECHT C., 2004; LANGNIB, LEHR, 2009).

Desde a implementação da Lei de Energia Renovável em abril de 2000, a Alemanha passou a ser a maior produtora mundial de energia eólica e detentora de quase metade do mercado mundial de energia solar fotovoltaica. A produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis de energia mais que duplicou no país entre 2000 e 2007, partindo de 37 TWh para aproximadamente 87 TWh (LANGNIB, DIEKMANN L., 2009).

Com os custos dos incentivos sendo repassados ao consumidor final, uma família comum alemã, com um consumo médio de 3500 KWh por ano, paga aproximadamente 3 euros por mês pelos incentivos a produção renovável de energia elétrica (LANGNIB, DIEKMANN L., 2009).

## 6. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, analisamos neste trabalho os principais mecanismos utilizados para incentivar e desenvolver as fontes alternativas de energia de geração renovável. Apresentando cada mecanismo de forma estática.

Focadas em preço ou quantidade, as políticas de incentivo seguem duas linhas distintas. Em termos de capacidade instalada, as politicas baseadas em preço

foram a que obtiveram os melhores resultados, conforme será discutido no capítulo 5.

Qualquer comparação entre estes mecanismos deve levar em consideração as reais condições enfrentadas na aplicação destas políticas. De forma geral, discutir teoricamente os mecanismos de incentivo, tem como objetivo avaliar os benefícios gerados aos investidores e produtores, além de considerar os custos arcados pela sociedade.

## 6.1. RESULTADOS DO PROINFA

Até 2006 o PROINFA contratou 144 projetos de energias renováveis. Porém, apenas dois projetos de biomassa e um de PCH foram concluídos, e dois projetos de energia eólica somando 200MW e mais 300 MW de PCH ainda estavam em construção (COSTA, ROVERE ASSMANN, 2006; VARELLA et al., 2007). Os atrasos nos processos licitatórios contribuíram para o pequeno avanço do programa, mostrando assim que os empreendedores encontraram dificuldades de acessar os fundos de financiamento para a construção das plantas. A primeira parte do programa poderia atingir a meta se cumprisse o total de 11.334 GWh/ano, tal meta representa apenas 3% da capacidade total da geração de eletricidade no Brasil; mesmo assim, em 2009 apenas 1.825 MW , dos 3.299 MW contratados, estavam em operação (COSTA, ROVERE ASSMANN, 2006).

A tabela 7 e 8 mostram os resultados da primeira fase do PROINFA.

Tabela 7 - Potência Contratada por Fonte. Fonte: CEBOLO, 2005

Fonte	Expectativa	Contratação Final
Biomassa	1100 MW	685 MW
PCH	1100 MW	1191 MW
Eólica	1100 MW	1422 MW
Total	3300 MW	3299 MW

Tabela 8 - Potência Contratada e Energia Contratada por Região Fonte: CEBOLO, 2005

	Fontes Renováveis Participantes do PROINFA					
	Biomassa		PCH		Eólica	
Região Brasileira	Potência (MW)	Energia (GWh/a)	Potência (MW)	Energia (GWh/a)	Potência (MW)	Energia (GWh/a)
Norte	-	-	102	571	-	-
Nordeste	119	383	41	203	805	2.190
Sudeste/Centro Oeste	460	1.448	784	4.390	163	332
Sul	105	442	263	1.376	454	1.196
Total	684	2.273	1.190	2.589	1.422	1.747

Podemos observar que a participação da energia eólica teve um bom desempenho seguido das PCHs, ambas superando as expectativas. No caso dos projetos de biomassa, o numero reduzido de projetos contratados foi um reflexo dos baixo preço oferecido pelo programa para esta fonte de energia. Segundo OLIVERIO (2004), o baixo valor da tarifa oferecida para esta tecnologia não cobria os custos, inviabilizando o contrato de novos projetos e a pulverização de novos agentes produtores.

O programa apresentou resultados melhores entre 2006 e 2009 como mostra a tabela 9. Entre as fontes contratadas, os melhores resultados foram obtidos pelas PCHs, com 78% da capacidade contratada operando em agosto de 2009. Concluindo apenas 27% do contratado, a energia eólica foi a que mais encontrou dificuldades em cumprir a meta.

Tabela 9 - Resultado das 144 Usinas Contratadas pelo PROINFA Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2009

Fonte	Em Operação			Total Contratado	
	Quantidade	MW	%MW	Quantidade	MW
PCH	46	925,54	78%	63	1.191
Biomassa	20	514,34	75%	27	685
Eólica	23	385,38	27%	54	1.423
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>1.825,26</b>	<b>55%</b>	<b>144</b>	<b>3.299</b>

Fonte	Em Construção			Total Contratado	
	Quantidade	MW	%MW	Quantidade	MW
PCH	15	249	21%	63	1.191
Biomassa	1	36	5%	27	685
Eólica	14	445,8	31%	54	1.423
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>730,80</b>	<b>22%</b>	<b>144</b>	<b>3.299</b>

Fonte	Construção Não Iniciada			Total Contratado	
	Quantidade	MW	%MW	Quantidade	MW
PCH	1	6,7	1%	63	1.191
Biomassa	0	0	0%	27	685
Eólica	17	591,74	42%	54	1.423
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>598,44</b>	<b>18%</b>	<b>144</b>	<b>3.299</b>

## 6.2. OBSTÁCULOS PARA IMPLANTAÇÃO DO PROINFA

Similar ao modelo adotado pela Alemanha, oferecendo um preço Premium aos produtores para uma capacidade estabelecida pelo governo. Não se tratava então de uma obrigação para as companhias ou para os consumidores. Após uma crise energética em 2001, o PROINFA foi aprovado em um momento político favorável e o cenário internacional também era oportuno para os projetos de geração limpa de energia. O protocolo de Quioto foi um grande contribuinte para a elaboração e aprovação do PROINFA (COSTA, ROVERE ASSMANN, 2006).

Contudo, fora o PROINFA e os leilões específicos de energias alternativas, o ambiente brasileiro não era favorável para o crescimento das fontes alternativas. O novo marco regulatório do setor elétrico e a clara preferência pelas fontes mais desenvolvidas e baratas, prejudicou a entrada de fontes alternativas como a eólica (COSTA, ROVERE ASSMANN, 2006).

A Lei nº 10.438/02 estabeleceu que, no mínimo, 50% dos equipamentos utilizados fossem nacionalizados, no entanto, o Brasil apresenta um pequeno número de indústrias produtoras de equipamentos para a geração de energia eólica, restando pouco tempo para a indústria brasileira se adaptar a demanda gerada pelo PROINFA I.

A políticas de incentivo adotadas pela Alemanha alcançaram resultados expressivos na implantação de energias renováveis. Em 1990 a participação das energias renováveis na matriz energética alemã era de apenas 4%, e a atingindo a marca de 15,88% em 2008 (COSTA, ROVERE A., 2006). Com o desenvolvimento da indústria alemã de equipamentos utilizados no mercado de energia renovável, as previsões são de que os empregos gerados continuem aumentando e as exportações crescendo devido ao elevado nível tecnológico da indústria alemã (LEHR, et al., 2007)

A resistência das companhias elétricas em pagar as tarifas Premium foram a maior dificuldade encontrada para promover as energias renováveis. Em meados de 2005, sobrecarregadas pelos altos custos dos reembolsos pagos, empresas de energia alemãs, representadas pela Germany Electricity Association, começaram a questionar a legalidade da Lei de 1991. A Corte de Justiça Europeia confirmou a constitucionalidade da Lei em março de 2001, afirmando que as medidas de incentivo adotadas pelo governo alemão não entrava em conflito com os regulamentos da competição europeia (COSTA, ROVERE A., 2006).

### **6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De uma forma geral, este trabalho cumpriu sua finalidade de analisar teoricamente os principais mecanismos de incentivo as fontes alternativas de energia, em especial aquelas de geração renovável, e a avaliação de experiência internacional associada a estes mecanismos. Foram apresentados as vantagens e limitações de cada um destes mecanismos aplicados em diferentes mercados de energia elétrica, assim, foi possível identificar como os mercados reagem ao seu uso, e os resultados obtidos.

Conforme apresentado, as fontes alternativas de energia são uma importante opção para a diversificação da matriz de geração de energia mundial, principalmente diante dos impactos ambientais e das mudanças climáticas globais. Este cenário mundial, onde a preocupação é crescente quanto as causas ambientais, já apresentou resultados diversos em muitos países que utilizam das políticas de incentivo as fontes alternativas de energia de geração renovável.

O Brasil possui uma grande oferta de recursos naturais renováveis para o aproveitamento energético. Os principais, dentre estes, são os recursos hídricos, o grande potencial eólico e a energia solar. O maior foco do Brasil está na energia hidroelétrica; no entanto, estudos mostram que os demais usos dos potenciais hídricos tais como abastecimento e saneamento, agropecuário, industrial, transporte, pesca, lazer e turismo, podem comprometer a oferta deste recurso para a produção de energia (Plano Nacional de Energia 2030, 2007). No entanto, ainda existem diversas limitações ambientais e técnicas que precisam ser resolvidas como os grandes reservatórios formados em regiões de planície (regiões Norte e Centro-Oeste), a questão das reservas indígenas no Norte do país e as distâncias a serem vencidas pelos sistemas de transmissão.

Como podemos observar no caso da Alemanha, em um primeiro momento, as fontes de energia renováveis devem ser introduzidas por meio de incentivos financeiros, com o objetivo de reduzir os riscos ao consumidor. No entanto, estes mecanismos não devem ser permanentes, pois deve-se dar também incentivos ao desenvolvimento tecnológico, tornando estas fontes de energia mais eficientes e competitivas.

Portanto, não se trata de “importar” políticas de sucesso e aplicá-las no Brasil. Os resultados apresentados neste trabalho identificam as vantagens e dificuldades encontradas de diversos mecanismos em diferentes mercados e contextos políticos e sociais. Com isso, podemos concluir que a escolha dos mecanismos deve ser fundamentada pelos objetivos que justificam sua implementação. De forma alguma a promoção das fontes alternativas de energia no Brasil deva ser realizada “de qualquer maneira”, mas sim com critérios claros que possibilitem um planejamento eficiente e transparente no longo prazo.

## 7. REFERÊNCIAS

- Article II.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 2. ed., 2005 [1].
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3. ed., 2008 [1].
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. BEN – Balanço Energético Nacional 2007. Brasília: ANEEL, 2007 [2]. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 07 fev. 2011.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. BEN – Balanço Energético Nacional 2008. Brasília: ANEEL, 2008 [2]. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 28 setembro 2010.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. BEN – Balanço Energético Nacional 2009. Brasília: ANEEL, 2009. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 28 setembro 2010
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. BEN – Balanço Energético Nacional 2010. Brasília: ANEEL, 2010. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 07 fev. 2011.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. BIG – Banco de Informação de Geração. Brasília: ANEEL, 2011 [3]. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 07 fev. 2011.
- \_\_\_\_\_. Audiência Pública no 047, de 2004. Aperfeiçoamento na Metodologia de Cálculo da Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição e da Tarifa de Energia. Disponível em:< [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso em: 15 de Nov. 2010.
- \_\_\_\_\_. Agencia Nacional de Energia Elétrica. Cadernos Temáticos ANEEL n. 4. Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília, 2005. 30 p. [2]

\_\_\_\_\_. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. A Evolução do Mercado de Livre Comercialização de Energia. Brasília, 2007 [3].

\_\_\_\_\_. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Comercialização de Energia. Brasília, 2011 [1].

\_\_\_\_\_. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Comercialização de Energia Incentivada. Brasília, 2008 [4].

\_\_\_\_\_. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. O Setor Elétrico Brasileiro. Brasília, 2011 [2].

\_\_\_\_\_. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Procedimento de Comercialização – Controle de Alterações: PdC Glossário de Termos Técnicos da CCEE. Brasília, 200? [2].

\_\_\_\_\_. Decreto n. 2.003, de 10 de setembro de 1996. Regula a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2003.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2003.htm)>. Acesso em: 23 de fev. de 2011.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 5.163, de 30 de julho de 2004 [3]. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, processo de outorga de concessões de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.ceb.com.br/CebNovo/arquivos/Pdf/decreto5163.pdf>>. Acesso em 23 de fev. de 2011.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei n. 1.872, de 21 de maio de 1981 (Revogado pela Lei n. 9.648, de 1998). Dispõe sobre a aquisição, pelos concessionários, de energia elétrica gerada por autoprodutores, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Decreto-Lei/1965-1988/Del1872.htm>>. Acesso em 23 de fev. de 2011.

\_\_\_\_\_. Eletrobrás. Diretrizes para Projetos de PCHs: Anexo 4 – Legislação Pertinente. Brasília, 200?.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília: 2007 [4].

\_\_\_\_\_. Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 [1]. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 14 de dezembro de 2010.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.074, de 7 de julho de 1995 [2]. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras

118

providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9074cons.htm>>. Acesso em 23 de fev. de 2011.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, disciplina o regime de concessões de Serviço Público de Energia Elétrica e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19969427.pdf>>. Acesso em 23 de fev. 2011.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.648, de 27 de maio de 1998. Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9648compilada.htm>>. Acesso em: 23 de fev. de 2011.

\_\_\_\_\_. Lei n. 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis n o 9.427, de 26 de dezembro de 1996, n o 9.648, de 27 de maio de 1998, n o 3.890-A, de 25 de abril de 1961, n o 5.655, de 20 de maio de 1971, n o 5.899, de 5 de julho de 1973, n o 9.991, de 24 de

julho de 2000, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/legislacao/lei200410848.pdf>>. Acesso em: 27 de fev. de 2011.

\_\_\_\_\_. Lei n. 10.848, de 15 de março de 2004 [1]. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energias. Energias Renováveis. São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Estudo e Propostas de Utilização de Geração Fotovoltaica Conectada à Rede, em Particular em Edificações Urbanas. Brasília: MME, 2008 [3].

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Modelo Institucional do Setor Elétrico. Brasília, 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. PROINFA – Situação das Usinas do Proinfa em agosto de 2009. Brasília, 2009.

119

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Portaria n. 555, de 31 de maio de 2010 [2]. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 07 de abril de 2011.

\_\_\_\_\_. Resolução Normativa n. 77, de 18 de agosto de 2004 [2]. Estabelece os procedimentos de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, para empreendimentos hidroelétricos e aqueles com fonte solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, com potência instalada menor ou igual a 30.000 kW. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2004077.pdf>>. Acesso em: 6 de abr. de 2011.

\_\_\_\_\_. Resolução Normativa n. 247, de 21 de dezembro de 2006. Estabelece as condições para a comercialização de energia elétrica, oriunda de empreendimentos de geração que utilizem fontes primárias incentivadas, com unidade ou conjunto de unidades consumidoras cuja carga seja maior ou igual a 500 kW e dá outras

providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2006247.pdf>>. Acesso em: 23 de fev. de 2011.

BUTLER, Lucy; NEUHOFF, Karsten. Comparison of Feed-in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development. *Renewable Energy*, v. 33, p. 1854 – 1867, fev. 2008.

COMISSÃO EUROPÉIA. Europa. Domínio. Ambiente. Disponível em: <[http://europa.eu/pol/env/index\\_pt.htm](http://europa.eu/pol/env/index_pt.htm)>. Acesso em: 01 maio 2011.

\_\_\_\_\_. Energia para o Futuro: Fontes de Energia Renováveis. Livro Branco para uma Estratégia e um Plano de Acção Comunitários, Comissão Européia, Bruxelas, COM (97) 599, 1997.

\_\_\_\_\_. Livro Verde: Sobre a Eficiência Energética ou “Fazer mais com Menos”, Comissão Européia, Bruxelas, COM (2005) 265 final, 2005.

\_\_\_\_\_. Promotion of Electricity from Renewable Energy Source in the International Electricity Market, European Comission, Brussels, Directive 2001/77/EC, 2001.

COSTA, Claudia do Valle. Política de Promoção de Fontes Novas e Renováveis para Geração de Energia Elétrica: Lições da Experiência Européia para o Caso Brasileiro. Rio de Janeiro, 2006. 249f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.ppe.ufrj.br>>. Acesso em: 27 agosto 2010.

COHEN,C., 1993. “Avaliação Econômica de Impactos de Projetos sobre a Vida Humana: Uma Análise da Teoria do Capital Humano.” Anais do II Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica – A Economia Ecológica e os Instrumentos e Políticas para uma Sociedade Sustentável. São Paulo, Pp.174 a 193, 1993

CASTRO, Rui M. G., Uma Introdução as Energias Renováveis, IST - Instituto Superior Técnico, Ensino da Ciência e da Tecnologia, mai. 2011.

COSTA, Claudia do Valle; ROVERE, Emilio La; ASSMANN, Dirk. Technological Innovation Policies to Promote Renewable Energies: Lessons from the European

Experience for de Brazilian Case. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 12, p. 65 – 90, mai. 2006.

COUTURE, Toby; GAGNON, Yves. An Analysis of Feed-in Tariff Remuneration Models: Implications for Renewable Energy Investment. Energy Policy, n. 38, p. 955 – 965, nov. 2009.

CEBOLO, A.S., 2005, “Comercialização com Fonte de Energia Eólica” In: In: Encontro Internacional de Energia Eólica, Natal, 22 a 23 de Setembro.

DEWI, 2002. Studie zur Aktuellen Konstensituation 2002 der Windenergienutzung in Deutschland

DEWI, 1998. Energia Eólica. Wilhelmshavenm, Germanhy, 1998. (Documento traduzido pela ELETROBRÁS)

DEWI, 2006. Curso de energia eólica. Rio de Janeiro

DUTRA, R.M., 2001. Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro. Dissertação de M.Sc., Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ , Rio de Janeiro, Brazil, 300 pp.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2006a. Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica: 2006-2015. ISSN 1809-9971 Ed. MME/EPE. Arquivo disponível pela internet via [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br) . Arquivo consultado em janeiro de 2007.

EUROPEAN COMMISSION (EC). Cost, Prices and Values. In: Wind Energy – The Facts, 1997. v. 2.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2006b. Plano Nacional de Energia 2030 - Estratégia para expansão da oferta. Arquivo disponível pela internet via [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br). Arquivo consultado em janeiro de 2007.

FINON, D., MENANTEAU, P., 2003. The Static and Dynamic Efficiency of Instruments of Promotion Renewables, BIEE CONFERENCE - GOVERNMENT INTERVENTION IN ENERGY MARKETS, St, John's College, Oxford, 25-26 Sep 2003, Disponível na Internet em

<http://www.biee.org/downloads/conferences/DFinon%20ENR%20A%20Oxford%20BIEE%2008%2003%20bis.pdf>

FINON, D., MENANTEAU,P, LAMY, M.L., 2002. «Price-based versus quantity-based approaches for stimulating the development of renewable electricity: new insights in an old debate.” IAEE INTERNATIONAL CONFERENCE, Aberdeen, Scotland, 26-29 June, 2002, Arquivo disponível na Internet em <http://www.iaee.org/documents/a02lamy.pdf>

GERMANY WIND ENERGY ASSOCIATION – BWE, 2006. A clean issue –Wind energy in Germany. Arquivo disponível na internet via <http://www.wind-energy-online.info> . Arquivo consultado em setembro de 2006

HUBER, C., HAAS, R., et al. 2001. Promoting Renewables: Feed-In Tariffs or Certificates, IEW 2001, Institute of Power Systems and Energy Economics, Vienna University of Technology, Vienna.

HAAS, R., T. FABER, J. GREEN, M. GUAL, et al.. 2001. Promotion Strategies for Electricity from Renewable Energy Sources in EU Countries, Institute of Energy Economics, Vienna University of Technology, Austria.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA 2002. Renewable energy into the mainstream. The Netherlands, October, 2002 Arquivo disponível na Internet via [www.iea.org](http://www.iea.org) Arquivoconsultado em janeiro de 2007

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA, Nuclear Energy Agency – NEA, 2005. Projected Cost of Generating Electricity – 2005 Updates. Arquivo disponível na internet via <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2005/ElecCost.pdf> Arquivo consultado em janeiro de 2007

KUPFER, David. Barreiras Estruturais à Entrada. In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia (orgs.). Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. P. 109 – 128.

LAIRD, Frank N.; STEFES, Christoph. The Diverging Paths of German and United States Policies for Renewable Energy: Sources or Difference. Energy Policy, n. 37, p. 2619 – 2629, abr. 2009.

LANGNIB, Ole; DIEKMANN, Jochen; LEHR, Ulrike. Advanced Mechanisms for the Promoting of Renewable Energy – Models for the Future Evolution of the Germany Renewable Energy Act. *Energy Policy*, n. 37, p. 1289 – 1297, nov. 2009.

LEHR, Ulrike, et. al. Renewable Energy and Employment in Germany. *Energy Policy*, n. 36, p. 108 – 117, nov. 2007.

LORENZO, Helena Carvalho de. O Setor Elétrico Brasileiro: Passado e Futuro. *Perspectivas*, São Paulo, v. 24-25, p. 147 – 170, 2001/2000. Disponível em: <<http://seer.fclar.unesp.br/perspectivas/article/view/406>>. Acesso em: 09 de novembro de 2010.

MARTIN, J.M., 1992. A Economia Mundial da Energia. São Paulo: Unesp, 1992.

MITCHELL, C.; BAUKNECHT, D.; CONNOR, P. M. Effectiveness Through Risk Reduction: a Comparison of the Renewable Obligation in England and Wales and the Feed-in System in Germany. *Energy Policy*, n. 34, p. 297 – 305, out. 2004.

MORTENSEN N.G et al. 1993, Wind Atlas Analysis and Application Program (WasP). Roskilde: RisÆ National Laboratory, 1993.

MORTHORST, P.E., CHANDLER, H., 2004. “The cost of wind power – The facts within the fiction.” *Renewable Energy World*, July-August, 2004

MENDES, ANA L., O Papel Da Autoprodução E Produção Independente De Energias Renováveis No Mercado Brasileiro De Energia Elétrica, Vitória, 2011

MILLER, G. Tyller; Environmental Science, United States of America: Thomson Learning, Inc, 2006

RUNCI, P., 2005. Renewable Energy Policy in Germany: An Overview and Assessment. The Joint Global Change Research Institute. Arquivo disponível na internet via <http://www.globalchange.umd.edu/energytrends/germany>. Arquivo consultado em setembro de 2006

SOARES, J. B., 2006. “Alternative depreciation policies for promoting combined heat and power(CHP) development in Brasil”. *Energy* 31 (2006)

TIAGO, G. L. F, et al, A Evolução Histórica do Conceito das Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil. Artigo Publicado no V Simpósio de Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, Florianópolis, 2006.

TOLMANQUIM, M.T., et al.. 2000. Metodologias de Valoração de Danos Ambientais Causados pelo Setor Elétrico. UFRJ-COPPE-PPE, ISBN 85-285-0040-3, Rio de Janeiro

TOLMASQUIM, M.T. 2004. Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil. ed. Relume Dumará, Rio de Janeiro, 2004.

VARELLA, Fabiana Karla de Oliveira Martins, et. al. Impacto do PROINFA Sobre a Indústria de Equipamentos: O Caso da Energia Eólica. In: Congresso Brasileiro de Energia Solar, n. 1, 2007, Fortaleza. Disponível em <[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em: fev. 2011.

VOOGT, James, Climate and More Sustainable Cities: Climate Information for Improved Planning and Management of Cities., 2000.

### **Article III. 8. ANEXO**

Quadro comparativo das políticas de incentivos para Fontes Alternativas de Energia de geração renovável.

Incentivo	Vantagens	Desvantagens
Subsídios diretos para Investimento	Reduz o montante de capital inicial próprio necessário para iniciar o projeto. Garante o aumento da capacidade em um curto prazo.	Os critérios para escolha do nível de subsídio e das tecnologias a serem beneficiadas podem dificultar a evolução de um mercado mais competitivo em curto prazo e também a adoção gradual de avanços tecnológicos. Em princípio, o subsidio é

		arcado por todos os contribuintes(consumidores e não consumidores)
--	--	--

Sistema Feed-In	O mecanismo de Feed-In cria uma estabilidade financeira para o investidor ao garantir a compra da energia por um período pré- determinado. Os riscos financeiros são minimizados uma vez que são protegidos através dos contratos de compra e venda de energia a um prêmio ou preço pré-determinados. Garante um aumento de capacidade no curto prazo. Em princípio, os consumidores da energia são aqueles que arcam com o ônus.	É um mecanismo caro que, dado o exemplo dos grandes mercados eólicos (que o mantêm por um período muito longo), tem se mostrado incapaz de gerar, por si próprio, um mercado mais competitivo entre as FAEs de geração renovável. Não necessariamente estimula os empreendimentos eólicos mais eficientes. Pode acarretar em uma sobre capacidade instalada e um sobre custo indesejado aos consumidores.
Sistema de Cotas/Certificados Verdes	Possibilidade de formação de um mercado paralelo na comercialização dos certificados verdes. Permite a formação de um mercado competitivo que leva, em princípio, ao custo mínimo. O valor da tarifa é determinado pelo mercado e não de forma	Em geral, o sistema de cotas necessita uma infraestrutura regulatória e administrativa mais sofisticada (elevados custos de transação). Não estimula pesquisa e desenvolvimento além de não estimular a aprendizagem tecnológica.

	administrativa	Não induz mercado para fontes com elevado potencial tecnológico, porém pouco competitivas (GELLER, 2003).
--	----------------	---

Sistema de Leilão	Este sistema tende a favorecer os projetos mais eficientes uma vez que os projetos de custos mais reduzidos são escolhidos pelo processo de leilão.	O sistema de licitação não foi suficiente para atrair grandes investimentos. Por estar sujeita a muitas incertezas de oferta e demanda do setor de energia, o crescimento de projetos em FAEs de geração renovável é baixo. Também apresenta o problema de não fomentar fontes com elevado potencial tecnológico, porém pouco competitivas.
Medidas fiscais	Cria uma fonte de renda (custo evitado) para o projeto ao longo do período do benefício fiscal.	Em se tratando de um subsídio indireto, valem as mesmas desvantagens apontadas no item anterior.