



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

**Uma análise dos resultados da implantação da
Geração Distribuída através de Sistemas
Fotovoltaicos Conectados à Rede no Brasil**

Francisco Cesar Maia Guimarães

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos
Setores Energético e Mineral

Rio de Janeiro, Maio de 2017.



Francisco Cesar Maia Guimarães

Uma análise dos resultados da implantação da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede no Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral, apresentada ao programa de pós-graduação lato sensu em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral

Orientador: Professor Leonardo Lima

Rio de Janeiro, Maio de 2017

Agradecimentos

Quero agradecer em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem que me deu para encarar o desafio de mais uma caminhada, sem as quais jamais teria o êxito obtido.

A minha esposa Noilde, companheira de grandes batalhas, que tem me seguido e aturado em todos os momentos ao longo desses anos, sempre acreditando nas nossas lutas e ideais.

Aos meus filhos, Elida com a determinação em continuar estudando mesmo já graduada, Caio com a rápida assimilação da importância dos estudos para alcançar os objetivos e Ellen com a determinação em buscar alcançar seus ideais através de muitos estudos, todos me fazendo acreditar que essas sementes que Deus nos presenteou foram bem cuidadas e darão cada vez mais bons frutos.

Ao meu neto Gabriel, a quem espero transmitir os mesmos princípios morais e éticos que passei a sua mãe e tios, para que acredite na importância dos estudos e que, conquistas só são possíveis com muito esforço e perseverança.

A Luisa, cuja chegada está sendo tão aguardada, desejos de que venha com muita saúde para aumentar cada vez mais a alegria de nossas vidas.

Ao meu orientador Leonardo Lima, pela constante disponibilidade em contribuir com o enriquecimento desse trabalho e paciência com que entendeu meus momentos de dificuldades.

A todos os professores que dedicaram seus finais de semana para nos transmitir seus conhecimentos, contribuindo significativamente para nosso aprendizado.

Aos colegas do Ministério de Minas e Energia pelo estímulo e confiança depositados em mim e pela compreensão dos momentos que estive ausente durante as atividades do curso.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Resumo

Maia Guimarães, Francisco Cesar. Lima, Leonardo (Orientador). Uma análise dos resultados da implantação da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede no Brasil. Rio de Janeiro, 2017. 41 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Com os benefícios da Geração Distribuída, que evita investimentos imediatos no setor elétrico, países de várias partes do mundo estão incentivando o seu desenvolvimento com aplicação de políticas de estímulo tais como aplicação de tarifas subsidiadas, incentivos tarifários, leilões de energia, compensação de consumo e disponibilização linhas de crédito especiais.

No Brasil, adota-se atualmente a política de compensação de energia que proporciona ao gerador a possibilidade de exportar o excedente de sua geração para à rede da distribuidora em troca de créditos para reduzir as faturas subsequentes. Essa política foi implementada através da Resolução Normativa 482 de 17 de abril de 2012, alterada mais recentemente pela REN 687/2015 que, entre outras coisas, introduziu a figura do consumidor remoto e condomínio de geradores na busca de promover maior interesse pelo tema.

Quase cinco anos após a publicação da REN 482/2012-ANEEL no Brasil, verifica-se uma baixa adesão dos consumidores à Geração Distribuída pois os números de conexões em operação ainda são muito tímidos se comparados aos resultados de outros países. Nesse contexto, esse estudo busca fazer uma análise sobre os resultados alcançados com identificação das possíveis causas para esse baixo interesse e identificar em outros casos de sucesso, sugestões para melhoria dos nossos números.

Palavras chave: Geração Distribuída, Fotovoltaicos, Conexões, Tarifas, Condomínio

Abstract

Maia Guimarães, Francisco Cesar. Lima, Leonardo (Orientador). Uma análise dos resultados da implantação da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede no Brasil. Rio de Janeiro, 2017. 41 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

With the benefits of Distributed Generation, which avoids immediate investments in the electricity sector, countries around the world are encouraging their development through the application of stimulus policies such as the application of subsidized tariffs, tariff incentives, energy auctions, Special credit lines.

In Brazil, the energy compensation policy is currently adopted, which gives the generator the possibility of exporting the surplus of its generation to the distributor network in exchange for credits to reduce subsequent invoices. This policy was implemented through Normative Resolution 482 of April 17, 2012, more recently amended by REN 687/2015 which, among other things, introduced the figure of the remote consumer and condominium of generators in the search to promote greater interest in the subject.

After five years since the publication of REN 482/2012-ANEEL in Brazil, there is a low consumer adhesion to Distributed Generation, since the numbers of connections in operation are still very timid when compared to the results of other countries. In this context, this study seeks to make an analysis of the results achieved with identification of possible causes for this low interest and to identify in other success cases, suggestions for improving our numbers.

Keywords: Distributed Generation, Fotovoltaics, Connections, Tariffs, Condominium

Sumário

Capítulo 1: Apresentação	1
1.1-Introdução	1
1.2-Apresentação do tema da pesquisa	2
1.3-Objetivo geral do trabalho	3
1.4-Objetivo específico do trabalho	3
1.5. Metodologia	4
1.6-Principais fontes de dados	4
Capítulo 2: Definições	5
2.1-Geração Distribuída	5
2.2 - Energia Distribuída x Energia Centralizada.....	6
2.3- Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede	6
2.4-Mercado da Geração de Energia Fotovoltaica x Políticas de Incentivos.....	7
2.5-Formas de estimular a implantação da Geração Distribuída	8
2.5.1-Net-metering.....	8
2.5.2-Dual Metering.....	9
2.5.3-Feed-in Tariffs.....	9
2.5.4-Certificados Comercializáveis	9
2.5.5-Programas Buydown.....	9
2.5.6 -Incentivos Financeiros.....	10
2.5.7-Leilões públicos de energia renovável	10
2.5.8-Pagamento por produção de energia renovável	10
2.5.9-Subsídios de custo de capital.....	10
2.5.10-Subsídios e outros incentivos para P&D e capital	10
2.5.11-Opções de Financiamento.....	10
Capítulo 3: Geração Distribuída no Brasil	11
3.1- Implantação da Geração Distribuída no Brasil	11
3.1.1-Contexto histórico.....	11
3.1.2-Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012	12
3.1.3-Resolução Normativa Nº 517 de 11 de dezembro de 2012	13
3.1.4-Resolução Normativa Nº 687 de 24 de novembro de 2015	13

3.2-Incidência de Impostos e outros encargos	14
3.2.1-Incidência de ICMS	14
3.2.2-Incidência de PIS/COFINS	15
3.3-Análise de Resultados	16
3.3.1-Unidades com Geração Distribuída por Classes de Consumidores	16
3.3.2- Participação da Geração Distribuída por Fontes de Geração	17
3.3.3-Participação de Unidades Fotovoltaicas na Geração Distribuída	20
3.3.4-Participação de Geração Distribuída com UFVs por Região do Brasil.....	22
Capítulo 4: Implantação de Geração Distribuída pelo Mundo.....	24
4.1-Casos de Destaque pelo Mundo	24
4.1.1-Alemanha.....	24
4.1.2-Itália	25
4.1.3-Espanha.....	25
4.1.4-Japão.....	25
4.1.5-Estados Unidos.....	26
4.1.6-Chile	26
Capítulo 5: Conclusões e recomendações.....	28
5.1-Identificação do Problema.....	28
5.2-Constatações e sugestões de melhorias	29
5.2.2- Matriz energética com grande participação de fontes renováveis	29
5.2.3- Taxas de Juros Comerciais	30
5.2.4- Linhas de Créditos Especiais	30
5.2.5- Benefícios Tributários	30
5.3-Sugestões para trabalhos futuros	32
Referências Bibliográficas:.....	33

Lista de Figuras

Figura 1: Estratificação de Quantidade de Conexões por Classes de Consumidores....	16
Figura 2: Evolução Anual da Quantidade Conexões Fontes de Geração de Energia..	18
Figura 3: Evolução da Geração Distribuída por Fonte de Geração.....	19
Figura 4: Participação percentual de cada fonte na Potência Total Instalada.....	19
Figura 5 – Quantidades de conexões fotovoltaicas por Faixas de Potências.....	20
Figura 6: Estratificação capacidade instalada por grupos de potências dos projetos...	21
Figura 7: Participação Percentual do de Conexões UFVs por Regiões do Brasil.....	22
Figura 8: Participação do Total de Potências Instaladas por Região do Brasil.....	23

Lista de Tabelas

Tabela 1: Quantidade de Conexões GD's por Classes de Consumidores.....	16
Tabela 2 - Quantidades de conexões em GD por fonte de energia.....	17
Tabela 3 - Potências Totais Instaladas Geração Distribuída por Fontes de Energia...	18
Tabela 4 - Quantidade de Conexões UFV por Potências Instaladas.....	20
Tabela 5-Capacidade total instalada dos projetos FV por classes de potências.....	21
Tabela 6: Quantidade de conexões com Geração Distribuída através de UFV's.....	22
Tabela 7: Potências Totais Instaladas de UFV's por Região do Brasil.....	23

Capítulo 1: Apresentação

1.1-Introdução

O aumento da demanda de energia elétrica, a preocupação com questões ambientais, e a busca por maior eficiência energética exigem que o setor elétrico esteja sempre atualizado para dar suporte a essas necessidades e aos avanços tecnológicos. Este cenário favorece a inserção de tecnologias de geração renovável de baixo impacto ambiental na matriz energética assim, o sistema de geração fotovoltaico apresenta-se como uma forma de geração de eletricidade, mesmo que ainda considerada uma das tecnologias de geração de energia renováveis mais dispendiosas e de menor eficiência da atualidade.

Em uma análise superficial, a energia solar fotovoltaica apresenta-se com custo de produção de energia mais elevado que o sistema convencional, entretanto a simplicidade com que esta energia é gerada promove uma redução de custos quando contabilizados todos os processos necessários. A energia solar, não necessita ser extraída, refinada e nem transportada para o local da geração, que é próximo da carga, evitando custos com transmissão e transformação de energia.

A matriz eletroenergética do Brasil apresenta boa parte de sua geração provida por grandes centrais hidrelétricas, situadas a longas distâncias dos centros de distribuição, gerando cada vez mais necessidades de realização de altos investimentos nos setores de geração, transmissão e transformação de energia elétrica. Esses investimentos impactam diretamente nos custos das tarifas de energia, que tendem a crescer em função das distâncias percorridas até o centro de carga e as consequentes perdas técnicas de energia ao longo deste processo. A Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos, em função da proximidade das unidades de geração com os centros de carga, permite a redução de perdas técnicas e adiamento de investimentos em instalações de transmissão e transformação de energia elétrica, apresentando-se como alternativa de política de desenvolvimento energético, à exemplo do adotado em vários outros países.

1.2-Apresentação do tema da pesquisa

O crescimento do consumo de energia elétrica no Brasil nos últimos anos, com necessidades de realização de grandes investimentos no setor de geração e transmissão, agravados pela crise de abastecimento dos reservatórios das hidrelétricas têm obrigado a intensificação do maior uso de termoelétricas aumentando significativamente os custos de geração e os impactos ambientais na sua produção.

Embora sejam muitos os benefícios na utilização da Geração Distribuída, verifica-se a existência de inúmeras barreiras para a sua disseminação no setor elétrico brasileiro pois, decorridos quase cinco anos das primeiras medidas para a sua introdução no Brasil, os números de conexões em operação até o presente momento, ainda são ínfimos diante das dimensões do setor elétrico brasileiro e do potencial de crescimento existente. Essas barreiras podem estar associadas ao baixo interesse do consumidor diante das baixas atratividades proporcionadas pela regulação existente, incentivos fiscais concedidos pelos governos ou por dificuldades apresentadas pelas distribuidoras para liberação da operação de novas conexões.

Considerando que o Brasil possui enorme potencial de geração solar que serve perfeitamente para geração de energia elétrica através de Sistemas Fotovoltaicos, e que podem ser implementados muito próximos das cargas, verifica-se que os incentivos ao uso dessa fonte de geração de energia elétrica, ainda são poucos quando comparados aos benefícios que a mesma traria, justificando-se a necessidade de realização de análises no resultados de políticas públicas para implementação e expansão dessa tecnologia de geração tem apresentado grande destaque no cenário internacional.

Segundo o PNE 2050, existirá uma mudança no atual modelo energético brasileiro, além da base hidrotérmica predominante através da geração centralizada, também estará presente a geração em menor escala de forma descentralizada e associada ao consumidor final, pela necessidade de garantir a implementação de capacidade adicional, em curto prazo e com custos competitivos (EPE, 2014).Essa forma de microgeração que está inserida no estudo da EPE deve contribuir para manter o diferencial renovável da matriz brasileira

1.3-Objetivo geral do trabalho

Comenta-se muito dos avanços tecnológicos, redução de custos e incentivo a geração de energia elétrica através de Sistemas Fotovoltaicos mas, a realidade é que no Brasil, essa fonte de produção de energia elétrica ainda é algo fora da realidade da imensa maioria dos brasileiros. Muitos são os fatores pelos quais os Sistemas Fotovoltaicos ainda não se popularizaram, entre eles estão os fatores tecnológicos, políticos, econômicos, culturais, entre outros, e não se tornaram prioridade de investimento, entre as fontes de energia atuais, por parte do governo e da sociedade.

Este trabalho tem por objetivo geral, analisar o processo de introdução dos Sistemas Fotovoltaicos na matriz energética do Brasil, analisando as políticas adotadas pelo governo brasileiro para incentivar a disseminação da Geração Distribuída, notadamente aquelas geradas através de Sistemas Fotovoltaicos e os resultados obtidos com as medidas adotadas, comparando aos resultados obtidos em outros países onde sua inserção já é algo bastante significativo.

1.4-Objetivo específico do trabalho

A tecnologia de geração distribuída era somente utilizada no Brasil em localidades que não possuíam acesso ao Sistema Interligado Nacional-SIN, mudando apenas com a publicação da Resolução Normativa Nº 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL, possibilitando a implantação no país de sistemas de geração de energia descentralizados e conectados à rede da distribuidora local. . Essa resolução normativa prevê que todos os projetos de Geração Distribuída devem ser oriundos de fontes renováveis tais como: solar, eólica e biomassa. Assim, cabe ressaltar que a GD a partir de fontes renováveis tornou-se um requisito fundamental para evitar o aumento no número de emissões de poluentes nos grandes centros urbanos e melhorar o aproveitamento dos recursos naturais do país.

A implantação de sistemas de Geração Distribuída através de fontes eólicas ou biomassa são muito específicas em função de requisitos geográficos, elétricos e financeiros das unidades consumidoras não expressando o real potencial de crescimento da Geração Distribuída no país assim, buscaremos nesse trabalho focar nossas análises na evolução das conexões de Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede a partir da publicação da REN Nº 482/2012-ANEEL e suas revisões associando a alguns casos de políticas públicas de sucesso implementadas por outros países, buscando sugestões de melhoria para orientar nossas políticas.

1.5. Metodologia

Será utilizado nesse trabalho um método de pesquisa exploratório e bibliográfico com a finalidade de buscar a maior quantidade possível de informações para realização de uma análise sobre os resultados obtidos para expansão da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos conectados à Rede a partir da publicação da REN 482/2012.

1.6-Principais fontes de dados

As principais fontes de dados deste trabalho serão:

Artigos científicos e teses de mestrado ou doutorado que versem sobre tecnologias de Geração Distribuída, políticas de incentivos para desenvolvimento dessa tecnologia e estudos de aplicação de casos;

-Legislações Federais, Estaduais e Municipais e Resoluções Normativas da Agencia Nacional de Energia Elétrica-ANEEL sobre Geração Distribuída e Modelo Regulatório de Tarifação;

-Notas Técnicas, Relatórios e Base de Dados da Agencia Nacional de Energia Elétrica-ANEEL e Empresa de Pesquisa Energética-EPE sobre o tema;

-Trabalhos apresentados em Seminários, Simpósios e Congressos Nacionais e internacionais sobre Geração distribuída e modelos de tarificação no Brasil e outros países;

Capítulo 2: Definições

2.1-Geração Distribuída

A Geração Distribuída-GD é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada próxima dos consumidores, independente de tecnologia ou fonte de energia. Se caracteriza pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis ou mesmo utilizando combustíveis fósseis, localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica. Esta forma de geração pode proporcionar diversos benefícios para o sistema elétrico, dentre os quais, a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão, o baixo impacto ambiental, a melhoria do nível de tensão da rede no período de carga pesada e a diversificação da matriz energética.

Segundo o PRODIST-Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (ANEEL), Geração Distribuída é a produção de energia elétrica, de qualquer potência, conectada diretamente ao sistema elétrico de distribuição ou mediante instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas ou não pelo ONS – Operador Nacional do Sistema.

Conforme mencionado por MARTINS (2015), além do PRODIST, a Geração Distribuída já tinha sido citada pela legislação brasileira no artigo 14 do Decreto Nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Este decreto explica que a geração distribuída é a produção de energia elétrica originada dos investimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto os empreendimentos hidrelétricos com capacidade instalada superior a 30 MW e alguns empreendimentos termelétricos, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a 75% (setenta e cinco por cento), não se limitando a esse percentual, as termelétricas que utilizem biomassa ou resíduos de processo como combustível. A exceção para as usinas hidrelétricas com potência instalada maior que 30 MW ocorre porque a partir deste valor as usinas não são mais consideradas de pequeno porte, pois a operação hidráulica causa maior impacto na operação de outras usinas.

Existem diversas definições com relação ao conceito de Geração Distribuída mas o que existe em comum entre elas é o fato de ter como característica a existência de uma fonte de geração de energia elétrica diretamente conectada na rede de distribuição ou ao consumidor final.

2.2 - Energia Distribuída x Energia Centralizada

Os sistemas de geração centralizada normalmente são compostos por usinas de grande porte, geralmente instaladas distantes dos grandes centros de carga já os sistemas de geração distribuída caracteriza-se pela geração através de usinas de pequeno porte localizadas nos próprios consumidores ou próximos a estes. Existem ainda os Sistemas Isolados que ficam em regiões mais remotas e difíceis de se conectarem as redes tradicionais de energia elétrica, seja pela inviabilidade econômica da execução das obras seja por problemas ambientais.

No caso das gerações centralizadas, existe a vantagem da redução dos custos de implantação dos projetos no entanto, requerem investimentos com construções de linhas e subestações para interligações com o sistema elétrico. Já a Geração Distribuída, em função da pequena quantidade gerada, os custos da potência instalada são mais elevados elevados que o da centralizada no entanto, o fato de estarem diretamente ligados as cargas tornam a sua aplicação mais interessante tanto em termos de custos como em termos de diminuição de perdas.

2.3- Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede

A energia solar encontra-se em todos os lugares, alguns com maior índice de radiação e outros menos, mas sempre com a possibilidade de obtenção no próprio local do consumo. A conversão da energia solar para elétrica através de sistemas fotovoltaicos tem a grande vantagem de poder ser realizada no próprio local de consumo, aproveitando as instalações existentes, evitando custos com projetos de transmissão e subestações. Trata-se de uma fonte de energia dispersa, que pode ser aproveitada em qualquer lugar, com poucos requisitos para implementação, no entanto embora pareça incoerente, alguns projetos aproveitam essa fonte naturalmente dispersa concentrando-a em uma determinada localidade, para depois distribuí-la através de linhas de transmissão ou seja, a energia solar também pode ser aproveitada de forma centralizada. O Brasil possui um enorme potencial de geração fotovoltaica, pois nossos piores índices solarimétricos são maiores que os melhores índices de países que já consolidaram essa tecnologia na sua matriz energética.

Os sistemas de Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede-SFCR utilizam painéis solares para atender à demanda energética do consumidor em conjunto com a rede elétrica. Quando a energia solar é superior ao consumo, o excedente é injetado na rede e, caso seja inferior, é complementado pela rede elétrica. Esse tipo de instalação apresenta diversas vantagens: minimiza as perdas por transmissão, pois a geração e o consumo estão próximos um do outro, dispensa os sistemas acumuladores de energia como bancos de baterias, não necessitam de superdimensionamento para atendimento da carga por períodos prolongados de baixa incidência solar, por poder contar com a rede elétrica pública, e alivia o sistema de distribuição da concessionária elétrica, aumentando a vida útil de transformadores e outros componentes. A possibilidade de instalação dos painéis nos telhados das casas e nas fachadas dos prédios reduz a necessidade de espaço físico para a instalação da geração de energia.

Muitos são os fatores pelos quais os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede ainda não se popularizaram, entre eles estão os fatores tecnológicos, políticos, econômicos, culturais, entre outros, e não se tornaram prioridade de investimento, entre as fontes de energia atuais, por parte do governo e da sociedade. Por isso, é fundamental uma mudança neste cenário atual, para que gerações futuras possam obter benefícios através da utilização de fontes de energia limpas e sustentáveis, de forma a contribuir com a preservação do meio ambiente.

2.4-Mercado da Geração de Energia Fotovoltaica x Políticas de Incentivos

O mercado para geração de energia elétrica através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, apresentou um crescimento bastante acelerado na última década no contexto mundial. A Europa é líder em potência instalada de energia solar, destacando-se entre os países com maior tecnologia, a Alemanha, Itália e Espanha e na América do Sul temos o Chile como grande produtor de energia solar fotovoltaica.

Embora o Brasil possua um grande potencial para o aproveitamento desta fonte de energia, visto que os índices de radiação solar são elevados em relação aos países europeus, atualmente estamos muito longe de utilizar o seu potencial. Somos um país com elevados índices de irradiação, próximos dos melhores lugares do planeta, isso pelo fato de termos uma grande extensão territorial próxima da linha do equador.

Políticas de incentivos para atividades específicas por parte do governo são de caráter estratégico e intervencionista. Desta forma, o governo pode estimular certos

investimentos através de políticas de incentivos, fazendo com que o foco de determinado setor seja tal produto que o estado está querendo evidenciar assim, o governo se torna agente crucial nessa mudança.

Vários governos têm agido através de políticas públicas que outorgam subsídios para diminuir o custo de equipamentos e iniciativas que dão um tratamento especial à energia de origem fotovoltaica através de tarifas especiais e diferenciadas. Um dos pontos fundamentais para essas ações reside no fato de que o mercado fotovoltaico não consegue por si mesmo alcançar o grau de maturidade necessário para alcançar economias de escala e reduzir seus custos atuais de produção.

As políticas de incentivo podem ser de variadas naturezas: empréstimos, financiamentos, reduções tributárias, divulgação da tecnologia para a sociedade, regulamentações, estímulos à indústria de todo o setor, parcerias internacionais, entre outros. Com o foco de inserir a tecnologia renovável na matriz energética, alguns países realizam esforços para aumentar a competitividade da tecnologia, aplicando essas políticas de incentivos.

A indústria focada em equipamentos fotovoltaicos é recente, existem ganhos de escala e eficiência para serem conquistados ao longo dos próximos anos. A curva de aprendizado deste segmento envolve o processo de manufatura da matéria prima até a fabricação dos componentes, além da necessidade de capacitar a mão de obra com formação qualificada para atender a demanda de toda cadeia produtiva, que envolve alta tecnologia e pesquisa.

2.5-Formas de estimular a implantação da Geração Distribuída

Algumas políticas são adotadas para estimular a Geração Distribuída, bem como a inserção de fontes renováveis na matriz energética adotadas por alguns países, cada uma com uma estratégia peculiar, mas que seguem uma tendência de equilíbrio entre instrumentos de mercado e instrumentos públicos.

2.5.1-Net-metering

A partir do net-metering ou sistema de compensação, a energia excedente é introduzida na rede elétrica. Em termos práticos, a rede elétrica funciona como se fosse uma bateria para o cliente, o que lhe poupa a despesa adicional de compra e manutenção de um sistema de baterias. Geralmente, o método utilizado para contabilizar a energia no sistema net-metering é através de medidor bidirecional, ou seja, contabiliza-se o que é gerado e o que é consumido, de forma que o consumidor compense seu consumo.

2.5.2-Dual Metering

Mecanismo no qual as companhias de eletricidade são obrigadas a comprar a energia elétrica gerada pelos consumidores, pagando por esta, seus custos evitados. Os consumidores utilizariam o que fosse gerado, e o que demandassem do sistema seria contabilizado, de forma que o consumo e a geração destes deveriam coincidir. Como essa energia excedente seria paga pelo custo evitado, que era cerca de três a cinco vezes menor que a tarifa normal, os consumidores não foram incentivados a gerar excedentes nem tampouco a economizar energia para estar com superávit.

2.5.3-Feed-in Tariffs

Basicamente é o mecanismo no qual o governo determina o preço pela energia que as concessionárias deverão pagar aos geradores de fontes renováveis de energia, geralmente com preço superior aos que a concessionária pagaria se comprasse essa energia num mercado atacadista. Adota a realização de contratos de longo prazo, de forma a incentivar a tecnologia e diminuir as incertezas quanto à viabilidade econômica de implantação, permitindo que o produtor possa vender a energia por ele produzida a um preço fixo determinado por contrato para um período de tempo fixado em anos. Por esse sistema, estabelece-se uma meta "política" obrigatória para a quantidade de energias renováveis e deixam o mercado encontrar a forma mais econômica para alcançar o objetivo que é a definição do preço.

2.5.4-Certificados Comercializáveis

Também chamados de "Certificados Verdes" ou "Certificados Renováveis Negociáveis", são essencialmente instrumentos que contabilizam e rentabilizam os atributos ambientais das fontes renováveis. Podem ser trocados ou comercializados em um mercado de energia e facilitam o cumprimento das metas do sistema de quotas. São bastante complexos em conceito e execução.

2.5.5-Programas Buydown

São programas de incentivos para redução dos custos de aquisição de sistemas de geração, ou seja, um desconto em relação ao custo total, de forma a incentivar a instalação e produção de mais sistemas e ganhar no longo prazo com esses investimentos. Esse aumento na produção e instalação durante o programa repercute em vários fatores e parâmetros que permeiam a instalação dos sistemas fotovoltaicos. Por proporcionar uma redução no custo inicial do investimento, o programa encoraja a demanda por instalação de novos sistemas, e proporciona um aumento na produção

atingindo um ganho de escala por partes das indústrias. Isto feito, um efeito irradiador na cadeia produtiva em torno das placas fotovoltaicas também é proporcionado, podendo gerar benefícios ao setor e reduzir ainda mais o custo da tecnologia e dos componentes como por exemplo, todo o segmento de equipamentos elétricos e eletrônicos.

2.5.6 -Incentivos Financeiros

Alguns governos utilizam de mecanismos creditícios e fiscais para financiar novos investimentos, com concessões de empréstimos a baixas taxas de juros, ou até mesmo isentos delas, atribuindo isenções fiscais ou também possibilitando a consideração de uma depreciação acelerada do sistema. Quando o governo concede empréstimos e financiamento a projetos ligados a energias renováveis, estes se tornam economicamente mais atraentes, já que geralmente possuem taxas de juros mais atrativas do que as normalmente aplicadas no mercado.

2.5.7-Leilões públicos de energia renovável

Nesse sistema são realizados leilões públicos para compra de energia renovável a um preço definido e por um período de tempo determinados.

2.5.8-Pagamento por produção de energia renovável

Caso em que se aplica a redução do imposto devido e/ou créditos fiscais proporcionais à quantidade de energia renovável produzida por uma empresa.

2.5.9-Subsídios de custo de capital

Aplicação de subsídios em parte ou todo o custo de um projeto em energias renováveis, o governo pode entrar como investidor direto da obra em esquemas de parcerias público-privadas.

2.5.10-Subsídios e outros incentivos para P&D e capital

O governo oferece verbas para financiar projetos de pesquisa e demonstração de tecnologias, também podem ser criadas bolsas de pesquisa especiais, buscando incorporar novas tecnologias nos projetos.

2.5.11-Opções de Financiamento

As formas de financiamento com taxas de juros mais baixas que as praticadas no mercado também são fatores determinantes para implementação de tecnologias que têm um custo de investimento elevado, como é o caso da Geração Fotovoltaica.

Capítulo 3: Geração Distribuída no Brasil

3.1- Implantação da Geração Distribuída no Brasil

3.1.1-Contexto histórico

Numa análise do contexto histórico de produção de energia elétrica no Brasil, verifica-se que até a década de 1960, a autoprodução de eletricidade era praticamente proibida. Nas décadas de 1970, 1980 e 1990, houve um crescimento de geração não interligada, destinada à autoprodução, levando a necessidade do aperfeiçoamento da legislação. Dessa forma, ao longo da linha do tempo brasileira, podem-se destacar algumas leis, decretos e resoluções que afetam de alguma forma o desenvolvimento da Geração Distribuída no país.

A primeira lei a tratar do tema Geração Distribuída e autoprodução de energia elétrica foi a Lei Nº 9.074 de 10 de setembro de 1996, responsável pela regulamentação da produção de energia elétrica para o produtor independente e para o autoprodutor. O produtor independente recebe autorização ou concessão para produzir para o mercado, enquanto o autoprodutor recebe autorização para produzir energia elétrica destinada a seu uso exclusivo. Está determinado no artigo 13 do Decreto nº 2.003, de 1996, que o produtor independente e o autoprodutor, para garantirem a utilização e a comercialização da energia produzida, terão assegurado o livre acesso aos sistemas de transmissão e de distribuição de concessionários e permissionários de serviço público de energia elétrica, mediante o ressarcimento de custo de transporte envolvido.

Como incentivo à Geração Distribuída, particularmente às Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH's, o Decreto institui que o aproveitamento de potencial hidráulico de potência superior a 1.000 KW e igual ou inferior a 10.000 KW, por autoprodutor, ou o aproveitamento de potencial hidráulico ou inferior a 1.000 KW serão autorizados a título não oneroso.

Em 18 de maio de 1999, a ANEEL publicou a Resolução Nº 112 que estabeleceu os requisitos necessários para obtenção de registro ou autorização para implantação, ampliação ou repotenciação de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes alternativas de energia.

A Lei nº 10.848, de 2004, considerada o novo marco regulatório do setor elétrico, foi a lei que introduziu oficialmente a geração distribuída no país em seguida, o Decreto Nº 5.163, de 2004 regulamentou e formalizou essa medida. Esse decreto

não definiu conceito para Geração Distribuída a partir de fontes alternativas, contudo apontou regulamentação para comercialização de energia elétrica dessas fontes e também o processo de outorga de concessões de autorizações de geração de energia elétrica a partir de vetores renováveis.

A Lei Nº 12.111 de 09 de dezembro de 2009, trata apenas sobre os serviços de energia elétrica para os sistemas isolados de Geração Distribuída, determinando que as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços e instalações de distribuição de energia elétrica devam atender a totalidade dos seus mercados nos sistemas isolados por meio de licitações, na modalidade de concorrência ou leilão, a ser realizado pela ANEEL e de acordo com as diretrizes do MME.

3.1.2-Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012

O sistema de Geração Distribuída era somente utilizada no Brasil para o fornecimento de energia elétrica em sistemas isolados em localidades que não tinham acesso ao Sistema Interligado Nacional-SIN, contudo esse fato mudou em 2012, quando a Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL criou a Resolução Normativa Nº 482 em 17 de abril de 2012.

Esta medida possibilitou a implantação no país de sistemas de geração de energia descentralizados e conectados à rede da distribuidora local, onde estabeleceu regras de conexão à rede para os consumidores com microgeração e minigeração a fim de fornecerem energia para a rede da distribuidora.

A publicação da Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012 - ANEEL, estabeleceu regras destinadas a reduzir as barreiras para instalação de sistemas de Geração Distribuída de pequeno porte, incluindo a microgeração, com até 100 kW de potência, e minigeração, de 100 kW a 1 MW de potência, e válida para consumidores que utilizem fontes de geração incentivadas com base em fontes renováveis, como exemplo, energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada.

Uma importante inovação trazida pela Resolução Normativa nº 482/2012 foi o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (Net-metering). Esse sistema permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora com micro ou minigeração seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria, armazenando esse excedente.

3.1.3-Resolução Normativa Nº 517 de 11 de dezembro de 2012

Após a Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012, a ANEEL lançou uma nova medida com o objetivo de corrigir algumas falhas, assim a Resolução Normativa ANEEL Nº 517 de 11 de dezembro de 2012 alterou alguns itens da resolução 482/2012 e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional–PRODIST (ANEEL). Esta nova resolução definiu como sistema de compensação de energia elétrica, o sistema no qual a energia ativa injetada na rede, por unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída, é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa da mesma unidade consumidora ou de outra da mesma titularidade, onde os créditos são gerados desde que possua o mesmo CPF ou CNPJ. Esta norma também dispensa a assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora para micro e minigeração distribuída, que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora, sendo suficiente acordo operativo para minigeradores ou relacionamento operacional para microgeradores.

3.1.4-Resolução Normativa Nº 687 de 24 de novembro de 2015

Com o objetivo de reduzir os custos e o tempo para a conexão da micro e minigeração, compatibilizar o sistema de compensação de energia elétrica com as condições gerais de fornecimento de energia elétrica , aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa Nº 687/2015, que revisou mais uma vez a REN Nº 482/2012 e a seção 3.7 do Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.

Essas alterações permitiram que quando a energia injetada na rede for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário (para consumidores com tarifa horária) ou na fatura dos meses subsequentes permanecendo os créditos de energia gerados válidos por 60 meses. Ficou prevista ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outras unidades previamente cadastradas dentro da mesma área de concessão e caracterizada como autoconsumo remoto, geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios), em local diferente do ponto de consumo, definidas da seguinte forma:

- Geração Compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;
- Autoconsumo Remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada;
- Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (condomínios): caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento.

3.2-Incidência de Impostos e outros encargos

A definição sobre a cobrança de impostos e tributos federais e estaduais foge das competências da ANEEL, cabendo à Receita Federal do Brasil e às Secretarias de Fazenda Estaduais tratar da questão. A seguir, são apresentadas informações relativas ao ICMS e PIS/COFINS.

3.2.1-Incidência de ICMS

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS é um tributo Estadual aplicável à energia elétrica. Com respeito à micro e minigeração distribuída, é importante esclarecer que o Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ aprovou o Convênio ICMS 6, de 5 de abril de 2013, estabelecendo que o ICMS apurado teria como base de cálculo toda energia que chega à unidade consumidora proveniente da distribuidora, sem considerar qualquer compensação de energia produzida pelo microgerador. Com isso, a alíquota aplicável do ICMS incidiria sobre toda a energia

consumida no mês. Após interações da Agência com o Ministério da Fazenda, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério de Minas e Energia e com o Congresso Nacional, o Conselho Nacional de Política Fazendária - CONFAZ publicou o Convênio ICMS 16, de 22/4/2015, que revogou o Convênio ICMS 6/2013 e autorizou as unidades federadas a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o sistema de compensação de energia. Dessa forma, nos Estados que aderiram ao Convênio ICMS 16/2015-CONFAZ, o ICMS incide somente sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede no mês.

Até o momento, 21 Estados aderiram ao Convênio ICMS 16/2015/CONFAZ sendo eles: Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Roraima, São Paulo, Sergipe, Tocantins e o Distrito Federal. Aqueles que não aderiram ao referido Convênio, mantém-se a regra anterior, na qual o ICMS é cobrado sobre todo o consumo, desconsiderando assim a energia injetada na rede pela micro ou minigeração.

3.2.2-Incidência de PIS/COFINS

Com relação à apuração do Programa de Integração Social - PIS e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS, não existia até outubro de 2015 uma legislação ou orientação da Receita Federal esclarecendo como deveria ser realizada a cobrança para os casos de micro e minigeração distribuída. No entanto, com a publicação da Lei nº 13.169 de 6 de outubro de 2015 a incidência do PIS e COFINS passou a incidir apenas sobre a diferença positiva entre a energia consumida e a energia injetada pela unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída.

Tendo em vista que o PIS e a COFINS são tributos federais, a regra estabelecida pela lei vale igualmente para todos os Estados do país.

3.3-Análise de Resultados

3.3.1-Unidades com Geração Distribuída por Classes de Consumidores

As ações do governo para estímulo à geração de energia pelos próprios consumidores através de Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL, notadamente a Nº 482 de 14 de abril de 2012 e suas revisões, com a adoção do sistema de compensação de energia, buscaram propiciar o ambiente necessário para desenvolvimento da Geração Distribuída segundo as leis de mercado, sem maiores participações de recursos públicos. Decorridos quase cinco anos da edição da primeira Resolução Normativa regulamentando o assunto tem-se números que não parecem animar muito o setor pois, de acordo com dados da ANEEL, até o presente momento temos aproximadamente 10.000 conexões com potência total instalada de pouco mais de 100MW.

Tabela 1: Quantidade de Conexões GD's por Classes de Consumidores

UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO DISTRIBUIDA			
CLASSES	QUANTIDADE	QTDE DE UCS QUE RECEBEM CRÉDITOS	POTENCIA INSTALADA
COMERCIAL	1.394	1.699	38.442,76
ILUMINAÇÃO PUBLICA	5	5	46,52
INDUSTRIAL	205	228	22.391,78
PODER PÚBLICO	80	122	3.300,80
RESIDENCIAL	7.183	7.707	29.564,82
RURAL	189	290	7.704,91
SERVIÇO PUBLICO	26	26	543,02
TOTAL	9.082	10.077	101.994,61

Fonte: ANEEL, 2017

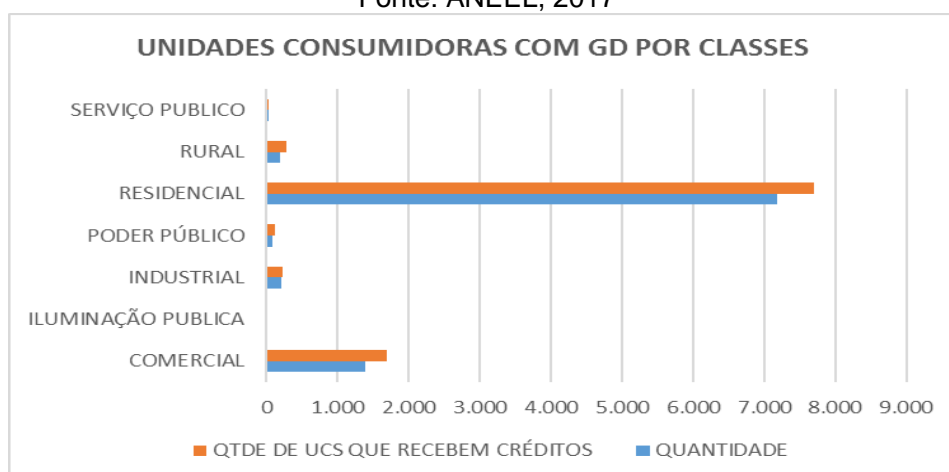


Figura 1: Estratificação de Quantidade de Conexões por Classes de Consumidores

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Conforme os dados da Figura 1 obtida no site da ANEEL(2017), temos atualmente um total de 9.082 unidades com conexões de Geração Distribuída, sendo que 10.077 unidades consumidoras recebem créditos dessas gerações. Esta diferença revela que algumas unidades geradoras distribuem créditos para mais de uma unidade consumidora através da distribuição de créditos conforme previsto na possibilidade de compartilhamento de geração na regulamentação atual.

Ainda de acordo com esses dados, observamos que as classes de consumidores mais representativas na geração distribuída, são as classes residencial, comercial e industrial tanto em número de conexões como em total de potências instaladas e, representam realmente as categorias expressivas desse universo.

As potências médias dos projetos das classes industriais são maiores que da classe comercial, que por sua vez são bem maiores que os da classe residencial, pois os volumes de energias comercializados por esses consumidores e recursos disponíveis tanto físicos como financeiros para implantação de projetos, são crescentes nessa mesma ordem.

3.3.2- Participação da Geração Distribuída por Fontes de Geração

De acordo com a regulamentação, fazem parte da Geração Distribuída, sistemas de geração de pequeno porte, incluindo a microgeração, com até 100 kW de potência, e minigeração, de 100 kW a 1 MW de potência, que utilizem fontes de geração com base em fontes renováveis como a energia hidráulica, solar, eólica ou térmica através de biomassa ou cogeração qualificada. Assim, no universo de 10.000 conexões verificadas até o momento, temos a participação de centrais geradoras hidráulicas-CGH, térmicas-UTE, eólicas-EOL e solares sendo que estas, em sua totalidade, através de sistemas de geração fotovoltaica-UFV, já que o sistema de geração solar heliotérmico não se aplica a pequenos projetos.

Tabela 2 - Quantidades de Conexões em GD por Fonte de Energia

QUANTIDADE DE CONEXÕES EM GD					
ANO	CGH	UTE	EOL	UFV	TOTAL
2012	0	0	0	1	1
2013	0	0	7	50	57
2014	1	2	11	276	290
2015	1	8	20	1.384	1.413
2016	8	27	8	5.920	5.963
2017	1	3	3	1.351	1.358
TOTAL	11	40	49	8.982	9.082

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

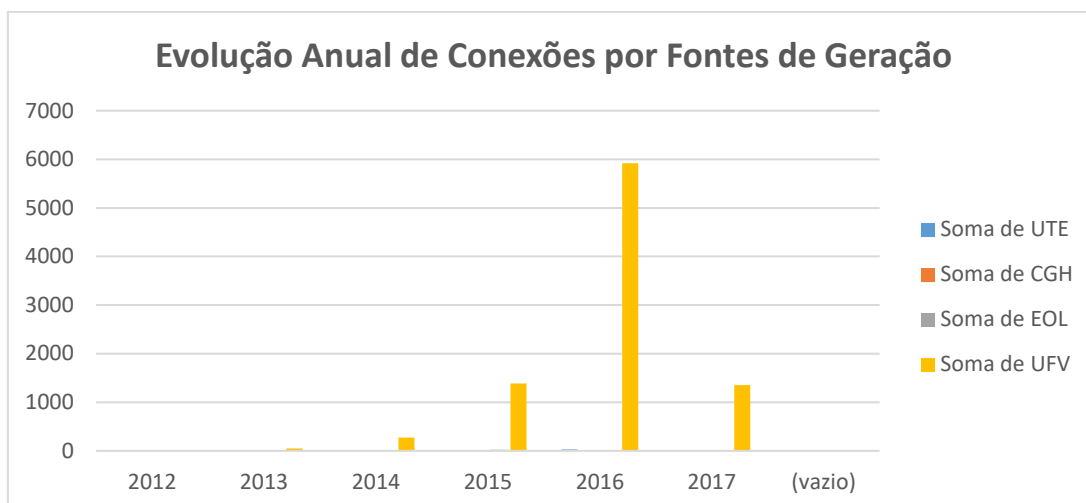


Figura 2: Evolução anual da quantidade de conexões por fontes de geração de energia

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Tabela 3 - Potências Totais Instaladas em Geração Distribuída por Fontes de Energia

POTÊNCIAS INSTALADAS EM GD					
ANO	CGH	UTE	EOL	UFV	TOTAL
2012	0,00	0,00	0,00	403,00	403,00
2013	0,00	0,00	20,40	1.279,10	1.299,50
2014	825,00	110,00	48,00	2.346,84	3.329,84
2015	9,00	2.133,66	60,60	9.074,41	11.277,67
2016	4.437,00	9.630,46	5.037,40	46.791,88	65.896,74
2017	1.844,00	4.187,68	5.003,40	8.752,69	19.787,77
TOTAL	7.115,00	16.061,80	10.169,80	68.647,92	101.994,52

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

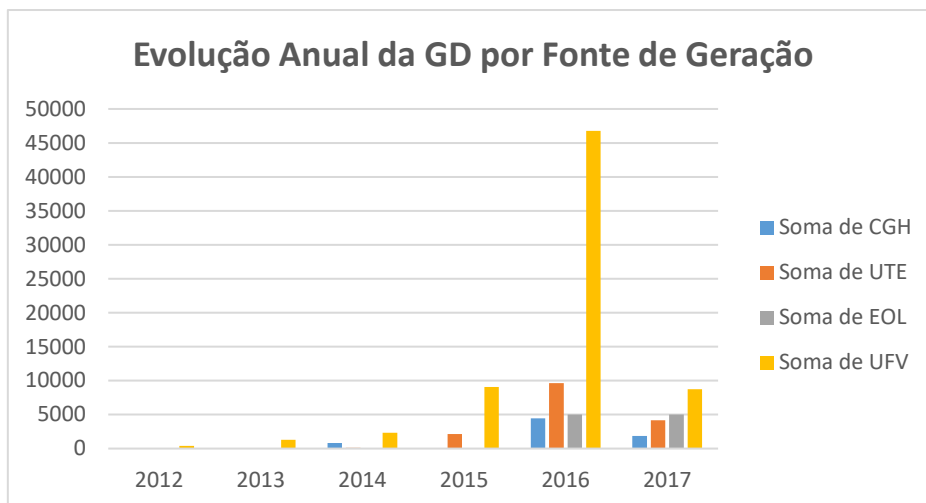


Figura 3: Evolução da Geração Distribuída por Fonte de Geração

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

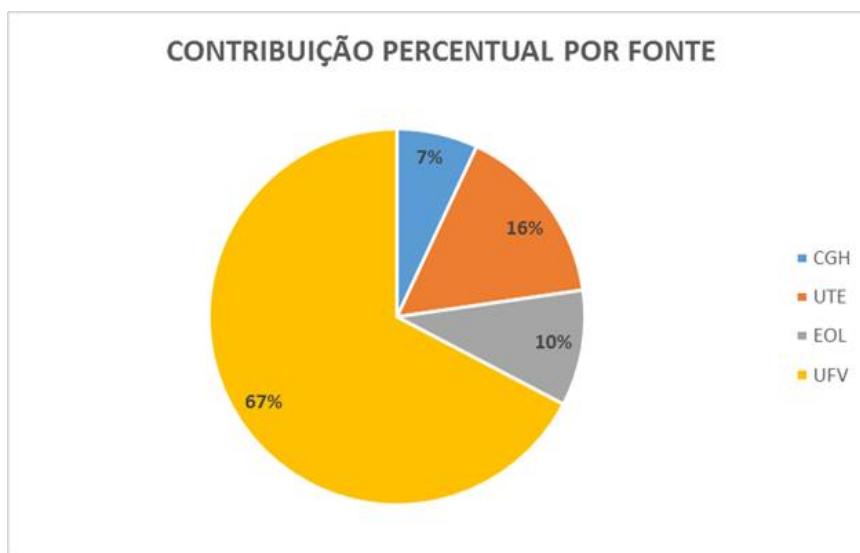


Figura 4: Participação percentual de cada fonte na Potência Total Instalada

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

A quantidade de conexões com gerações através de fontes hidráulicas, térmicas e eólicas, representa valor insignificante em relação ao total de unidades conectadas ou seja, menos de 1% do total de ligações porém, no que diz respeito ao total de potências instaladas dos projetos, estas três fontes representam próximo de um terço de toda a capacidade de geração distribuída instalada. A geração através dessas fontes, têm características bastante peculiares com relação aos requisitos para sua aplicação tais como recursos financeiros, geográficos, localização, infraestrutura da rede elétrica, etc... e não representam bem o potencial de crescimento da Geração Distribuída no país pois se aplicam a casos bastante específicos.

3.3.3-Participação de Unidades Fotovoltaicas na Geração Distribuída

A geração de energia através de sistemas solares fotovoltaicos, têm uma aplicação mais universalizada, já que telhado e sol temos em qualquer região de nosso país e a análise de sua evolução permite uma avaliação mais próxima dos potenciais de crescimento da GD em nosso país. Nesse contexto, abordaremos nesse item o crescimento das conexões de unidades fotovoltaicas por capacidade dos projetos e classes de consumidores.

Tabela 4 - Quantidade de Conexões UFV por Potências Instaladas

QUANTIDADE DE CONEXÕES POR POTENCIAS INSTALADAS - UFV												
Rótulos de Linha	Soma de até 0,5kW	Soma de 0,5 a 1,0kW	Soma de 1,0 a 2,0kW	Soma de 2,0 a 3,0kW	Soma de 3,0 A 5,0Kw	Soma de 5,0 A 10,0Kw	Soma de 10,0 A 15,0Kw	Soma de 15,0 A 20Kw	Soma de 20,0 A 30Kw	Soma de 30,0 a 50,0kW	Soma de 50,0 a 100,0kW	Soma de Acima de 100,0kW
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2013	0	2	14	12	7	7	2	0	4	1	0	1
2014	6	14	62	65	59	40	10	5	6	4	3	2
2015	30	41	263	346	354	208	53	33	20	19	12	5
2016	303	96	896	1460	1501	907	288	142	122	98	85	22
2017	8	39	216	307	400	216	60	31	40	21	12	1
Total Geri	347	192	1451	2190	2321	1378	413	211	192	143	112	32

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

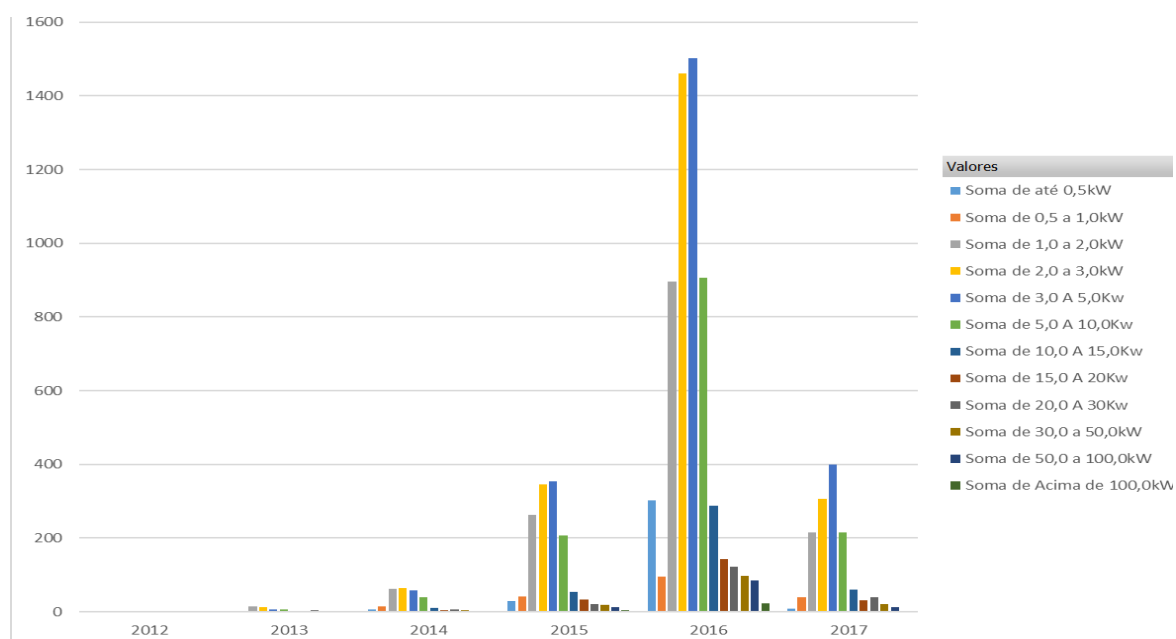


Figura 5 – Quantidades de conexões fotovoltaicas por faixas de potências

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Observa-se na Tabela 4 e Figura 5, que os projetos que mais contribuíram para a geração distribuída através de sistemas fotovoltaicos estão com potências distribuídas na faixa entre 2,0kW e 10kW, seguindo a mesma tendência em todos os anos analisados, sendo os que mais tiveram conexões realizadas nos anos de 2015, 2016 e 2017, os projetos com potências de 3,0 a 5,0kW.

Tabela 5-Capacidade total instalada dos projetos FV por classes de potências

Rótulos de Linh	POTÊNCIA TOTAL POR GRUPOS DE POTÊNCIAS DOS PROJETOS											
	Soma de até 0,5kW	Soma de 0,5 a 1,0kW	Soma de 1,0 a 2,0kW	Soma de 2,0 a 3,0kW	Soma de 3,0 a 5,0kW	Soma de 5,0 a 10,0kW	Soma de 10,0 a 15,0kW	Soma de 15,0 a 20,0kW	Soma de 20,0 a 30,0kW	Soma de 30,0 a 50,0kW	Soma de 50,0 a 100,0kW	Soma de Acima de 100,0kW
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	403
2013	0	2	26,2	30,77	30,23	54,08	24,12	0	100,7	44	0	967
2014	2,68	9,98	105,28	177,46	246,6	314,92	126,41	95,52	141,99	145,86	258,5	721,64
2015	12,36	39,26	447,81	953,17	1513,32	1517,24	668,7	609,07	512,29	768,06	908,63	1124,5
2016	144,68	93,02	1494,63	3980,7	6423,84	6490,5	3598,61	2647,95	3105,53	3815,12	5514,13	9483,17
2017	3,53	36,4	360,14	835,72	1714,88	1553,18	761,21	580,63	1024,15	909,37	804,48	169
Total Ger	163,25	180,66	2434,06	5977,82	9928,87	9929,92	5179,05	3933,17	4884,66	5682,41	7485,74	12868,31

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Embora a maior quantidade de projetos esteja na faixa até 10kW, a capacidade total dos projetos com potência superior a 10kW superam a capacidade total dos demais projetos. Tem-se em torno de 40MW de potência instalada nos projetos com capacidade acima de 10kW contra aproximadamente 28MW de potência instalada nos projetos até 10kW, quase uma proporção de 2 para 1.

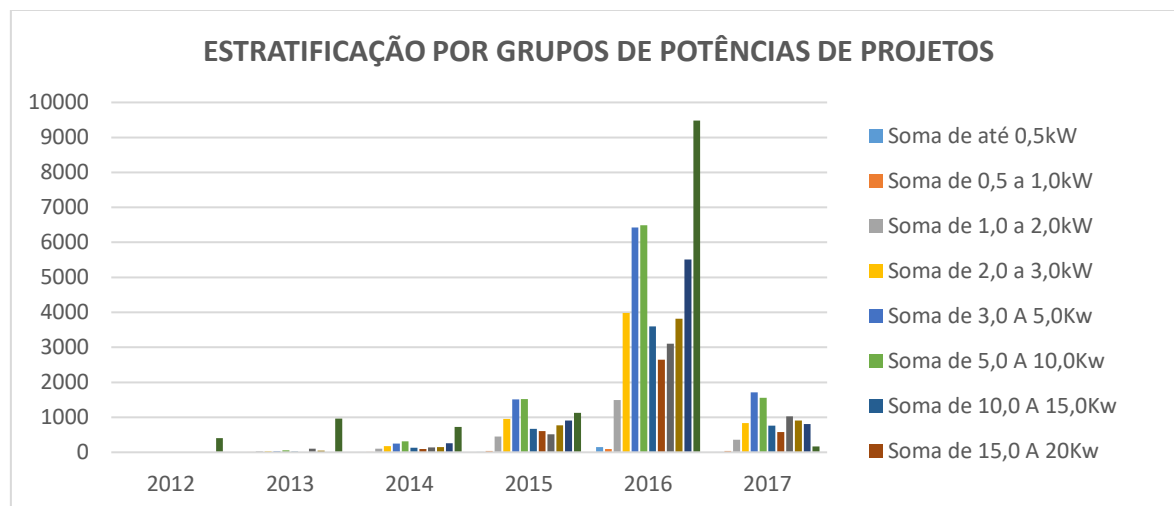


Figura 6: Estratificação da capacidade instalada por grupos de potências dos projetos

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Verifica-se ainda que até 2014, a evolução da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos tanto em quantidade como no total das potências instaladas, apresenta números quase insignificantes.

As alterações trazidas com a Resolução Normativa 687/2015, instituindo outras formas de compensação de energia, como a possibilidade de criação de condomínios de geração de energia, apresentaram um interesse maior dos usuários, aumentando significativamente a velocidade de implantação da Geração Distribuída no país. Como a pesquisa só analisou dados até março de 2017, vemos que nesse ano, existe um potencial de evolução muito grande e que os números deverão ultrapassar os de 2016

3.3.4-Participação de Geração Distribuída com UFVs por Região do Brasil

Era de se esperar que a participação da Geração Distribuída através de fontes fotovoltaicas fosse implementada com maior ênfase nas regiões Norte e Nordeste em função da melhor radiação solar dessas regiões devido proximidade com a Linha do Equador no entanto, o que se observa é que os projetos se desenvolveram ao longo do tempo com maior intensidade nos estados das regiões Sudeste e Sul.

Tabela 6: Quantidade de Conexões UFV's por Região

QUANTIDADE DE CONEXÕES UFV's POR REGIÃO						
ANO	NE	NO	CO	SE	SU	TOTAL
2012	1	0	0	0	0	1
2013	11	0	7	23	9	50
2014	73	2	28	105	68	276
2015	266	11	162	621	324	1.384
2016	651	58	401	3.328	1.482	5.920
2017	136	6	82	797	330	1.351
TOTAL	1.138	77	680	4.874	2.213	8.982

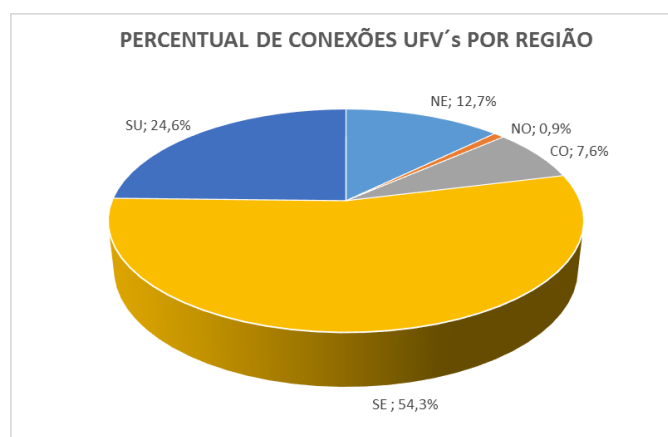


Figura 7: Participação Percentual do de Conexões UFVs por Regiões do Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Em relação a quantidade de conexões, a região Sudeste representa mais da metade da totalidade dos projetos de Geração Distribuída através de UFV's no país. As regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste, conhecidamente como regiões de excelentes índices solarimétricos, juntas não representam sequer um quarto da totalidade dos projetos UFV's sendo que a região Norte apresenta números quase inexpressivos.

Tabela 7: Potências Totais Instaladas de UFV's por região do Brasil

POTÊNCIAS INSTALADAS UFV's POR REGIÃO						
REGIÃO	NE	NO	CO	SE	SU	TOTAL
2012	403,00	0,00	0,00	0,00	0,00	403,00
2013	1.046,37	0,00	22,00	181,70	29,03	1.279,10
2014	899,80	0,00	76,03	944,96	336,75	2.257,54
2015	3.041,36	42,52	830,58	3.330,37	1.755,91	9.000,74
2016	12.529,39	221,28	3.432,43	18.844,58	11.445,04	46.472,72
2017	1.315,07	22,21	542,62	4.585,57	2.277,26	8.742,73
TOTAL	19.234,99	286,01	4.903,66	27.887,18	15.843,99	68.155,83

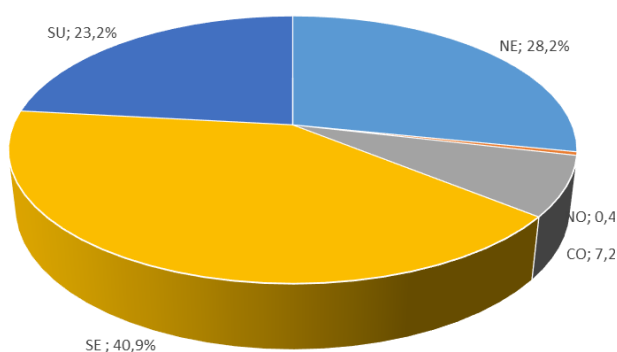


Figura 8: Participação do Total de Potências Instaladas por Região do Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL, 2017.

Tanto em termos de quantidade de conexões como de potências instaladas, as regiões Norte e Centro Oeste apresentam números bastante reduzidos com relação a evolução de projetos de geração distribuída apesar de apresentarem excelentes índices de radiação solar e de potencial de geração através de Unidades Fotovoltaicas.

Como já comentado, algumas unidades da federação aderiram mais rápido ao Convênio ICMS Nº 16 DE 22/04/2015, que prevê a cobrança do ICMS apenas pela diferença entre a energia consumida e a gerada em suas regiões e outros deixaram de fazê-lo até o presente. Algumas medidas locais facilitadoras associadas a facilidade de obtenção de recursos, estrutura elétrica e perfil dos consumidores justificam essas discrepâncias regionais no processo de implantação de Geração Distribuída no país.

Capítulo 4: Implantação de Geração Distribuída pelo Mundo

4.1-Casos de Destaque pelo Mundo

Em diversos países do mundo, observa-se a criação de programas para incentivar a implantação da Geração Distribuída, com o objetivo de alcançar o ótimo de produção, necessário para competir com outros vetores de geração de eletricidade. Dentre as motivações principais para criação dos programas, podem ser citados: a independência energética, o domínio tecnológico e a redução das emissões de gases do efeito estufa.

Como citado por MARTINS (2015), os países que compõem a União Europeia respondem pela maior participação na geração mundial de energia elétrica a partir de Geração Distribuída com base em tecnologia renovável. Alemanha e Itália são os maiores atores na indústria fotovoltaica. De acordo com o Global Status Report em Energia Renovável da Renewable Energy Policy Network for the 21st Century - REN21 (2014), a Alemanha e Itália representam os maiores investimentos na indústria fotovoltaica nos três últimos anos. Além da Europa, estão no ranking de maiores investimentos em fontes renováveis países como Japão, Estados Unidos e China, que ao mesmo tempo são países com grande parte da matriz energética baseada em combustíveis não renováveis.

O estabelecimento estratégico de medidas e esforços, por parte de governos, levou a um crescimento impressionante da geração de energia através de placas fotovoltaicas em países como Alemanha, Itália, Espanha, Japão, e Estados Unidos.

4.1.1-Alemanha

A Alemanha introduziu o sistema de preços (tarifa feed-in) com um sistema que consiste num mecanismo onde a concessionária é obrigada a comprar toda energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos, pagando uma tarifa prêmio por essa energia. A concessionária capta o recurso para pagar essa energia através de um pequeno acréscimo na energia dos demais consumidores, fazendo com que aqueles que optarem pela geração fotovoltaica recuperem seu investimento com incentivos que duram até 20 anos.

4.1.2-Itália

O Ministério da Economia e Desenvolvimento da Itália destinou mais de 200 milhões de euros para modernização das redes elétricas no sul italiano, com objetivo de preparar o país para receber a entrada de energia na rede pelos consumidores com o mecanismo de net-metering e projetos pilotos de redes inteligentes.

No ano de 2011 ocorreu um marco para as fontes renováveis na Europa, onde a Itália superou a Alemanha e ficou em primeiro lugar na geração de energia Fotovoltaica de Sistemas Conectados à Rede. Posteriormente a Alemanha retornou ao título de país com maior capacidade instalada, seguido dos italianos.

Esse segundo lugar no ranking se deu em função de um decreto governamental publicado no final de 2010, permitindo projetos solares de energia fotovoltaica se beneficiarem com tarifas feed-in mais vantajosas. Trata-se de mais um exemplo de promoção para Geração Distribuída utilizando mecanismos de net-metering junto de outros de incentivos, como exemplo tarifas fixas e diferenciadas para os consumidores que possuem projetos de GD, conhecidas como tarifas feed-in.

4.1.3-Espanha

A política espanhola em alguns aspectos assemelha-se à alemã, os produtores de energias alternativas podem optar por vendê-la por uma tarifa fixa (tarifa feed-in), diferente para cada alternativa, ou pelo valor de mercado, acrescido de um bônus. Além disso, a Espanha apresenta o sistema de compensação pela energia gerada ou net-metering.

Para a promoção da Geração Distribuída ser de fato viabilizada, a Espanha estabeleceu diversas leis, decretos e planos que regulam todos os mecanismos apresentados, em resumo pode-se dizer que mais contribuíram para o sucesso da Espanha tais como: Plano de Energias Renováveis da Espanha 2005-2010, Decreto real número 661/2007 e Decreto Real número 1578/2008 implementando a tarifa exclusiva para SFCR.

4.1.4-Japão

A política de incentivo à geração Fotovoltaica no Japão ocorreu de forma muito ampla e incisiva na década de 90 com a implantação do programa para 70.000 telhados solares. Desde então o Japão vem incentivando a indústria solar através de reduções

fiscais e atribuição de subsídios, programas de financiamento com taxas de juros reduzidas e propagandas de marketing e educação para a sociedade. Foram adotados esses incentivos até o ano de 2003, quando o governo após perceber a estagnação da indústria nesse setor, parou de fornecer os subsídios.

4.1.5-Estados Unidos

Foram dados incentivos através de subsídios para geração de energia através de qualquer tecnologia fotovoltaica. A Califórnia implantou em 2006 o programa chamado Million Solar Roofs Plan que buscava a instalação de sistemas fotovoltaicos em um milhão de telhados. Já no ano de 2008, o departamento de energia dos EUA anunciou um investimento de US\$17,6 milhões em seis companhias de energia, de forma a tornar a energia fotovoltaica competitiva através do desenvolvimento tecnológico com metas a serem atingidas até o ano de 2015.

Outras medidas também foram instituídas, como redução de taxas de juros para financiamento das placas, dedução de impostos, de forma que o consumidor abata o imposto com o valor pago no sistema; além de outros programas de incentivo a indústria. Existem ainda, diversos fundos privados de investimentos usados para viabilizar projetos de geração distribuída fotovoltaica que contribuem para os consumidores que não possuem o alto capital inicial a viabilizarem seus investimentos.

Nos EUA existe uma lei federal que regulamenta a conexão de consumidores a rede elétrica, onde as concessionárias devem permitir a entrada de produtores independentes e as empresas devem comprar a eletricidade excedente gerada pelos consumidores

4.1.6-Chile

O Chile foi o país sulamericano pioneiro no que diz respeito às energias renováveis – exceto para geração hidrelétrica –, que foram estimuladas por um par de leis chamadas Lei Curta I (lei Nº 19.940) e Lei Curta II (lei Nº 20.018), promulgadas em 2004-2005, após uma crise energética provocada por um corte de abastecimento do gás natural argentino. Embora não tenham como foco nenhuma forma particular de produção de energia, essas leis regulam o setor elétrico e facilitam a introdução de energias renováveis não convencionais no mercado.

A Lei Curta I isenta de custos de transmissão os geradores de energia inferiores a 9 MW de capacidade. Ela também permite que os clientes livres comprem energia de empresas que não estejam necessariamente em sua zona, aumentando

a competitividade da geração e o incentivo na mesma. Outra coisa que ela determina é que qualquer controvérsia surgida entre empresas, ou entre as mesmas e o governo deve ser resolvida por um painel de especialistas no assunto, composto de técnicos na área de energia, capazes de encontrar uma solução para a questão.

Em seguida, foi lançada a Lei Curta II que complementou a Lei Curta I, ela estabeleceu um sistema de licitações de fornecimento, em que as empresas de distribuição ficam obrigadas a comprar “blocos” de energia das empresas geradoras. As licitações também estabelecem o preço em longo prazo da energia adquirida.

Em 2008, o Chile promulgou a Lei Nº 20.257 que trata sobre as Energias Renováveis Não Convencionais (ERNC), ela obriga que as empresas geradoras de energia com capacidade acima de 20 MW venda certa porcentagem de energia gerada por fontes baseadas em ERNC. De 2010 a 2014, essa porcentagem será de 5% e, a partir de 2015, subirá 0,5% anualmente até alcançar 10% em 2024. A geradora que não alcançar sua cota deve pagar uma multa de 27 US\$/MWh de déficit.

Como pode ser observado, o Chile possui uma forte legislação nacional que apoia as fontes renováveis desde 2004 e as concessionárias de energia tem metas a cumprir com relação a geração de energia a partir de fonte renováveis, caso contrário pagam multas de acordo com a legislação vigente.

Capítulo 5: Conclusões e recomendações

5.1-Identificação do Problema

A implantação da Geração Distribuída como opção de diversificação da matriz eletroenergética do Brasil foi oficialmente iniciada com a Resolução Normativa da ANEEL Nº 482 de 17 de abril de 2012 e desde a sua publicação algumas revisões foram elaboradas no sentido de corrigir algumas falhas anteriores, como a Resolução Normativa ANEEL Nº 517 de 11 de dezembro de 2012 e Resolução Normativa Nº 687 de 24 de novembro de 2015. Transcorridos, cinco anos de iniciado o processo de implementação da Geração Distribuída no setor elétrico observa-se pelos números apresentados, que a adesão a essa tecnologia tem sido muito tímida comparada ao real potencial de exploração existente no nosso sistema, tanto em termos de mercado como em recursos de utilização. Como sabemos, a localização de nosso país é muito privilegiada e permite a utilização de Geração Distribuída através de fontes renováveis como a solar, que pode ser utilizada em qualquer lugar, diferentemente de outras fontes que exigem requisitos lógicos e geográficos específicos.

Sabendo que o Brasil tem excelentes potenciais de irradiação solar, melhores até que muitos países onde a geração solar encontra-se bem consolidada, busca-se entender as razões de não termos ainda obtido os avanços necessários para consolidação dessa tecnologia na matriz energética brasileira. Assim faz-se necessária uma análise dos números alcançados nesses cinco anos na evolução da implantação dessa tecnologia no Brasil, forma como outros países atuaram para conseguir resultados positivos na sua implementação identificando pontos de melhoria e sugestões para possível aplicação.

5.2-Constatações e sugestões de melhorias

Ao longo desse trabalho, constata-se que a capacidade brasileira de Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede-SFCR é muito baixa, frente ao cenário mundial tanto em número de conexões como em potência instalada. Apesar das condições geográficas e climáticas do país bastante favoráveis, além do caráter estratégico dessa tecnologia para o desenvolvimento da indústria do país com a possibilidade de interação entre as diversas cadeias produtivas da indústria nacional, observa-se que muito pouco o governo tem contribuído com políticas públicas para uma consolidação mais eficaz dessa fonte de energia na matriz elétrica nacional.

Os baixos números de penetração da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede podem ser explicados pelo baixo interesse dos usuários na exclusiva possibilidade de compensação de energia conforme previsão da Resolução Normativa ANEEL Nº 482/2012 e suas revisões, além de outras causas conforme abordadas nos itens a seguir.

5.2.1- Falta de estabelecimento de metas de crescimento

Em vários países analisados, além do estabelecimento da política de compensação de energia ou netmetering como a adotada no Brasil, foram associadas outras formas de estímulos, inclusive com estabelecimento de metas para quantidade de telhados ou capacidades instaladas a serem atingidas. Ao contrário o Brasil não estabeleceu metas nem aportou recursos do governo para expansão da Geração Distribuída com fins a atingir uma quantidade razoável de projetos em operação.

5.2.2- Matriz energética com grande participação de fontes renováveis

Enquanto o Brasil já possui uma matriz energética mais renovável, o resto do mundo ainda depende muito dos combustíveis fósseis e hoje o cenário internacional caminha pela transição para uma economia de baixo carbono e baseada em energias mais limpas, isso tudo por conta de problemas geopolíticos, questões ambientais e escassez de recursos naturais. Nossas necessidades nesse contexto são diferentes dos demais países em função da nossa matriz eletroenergética ser predominantemente hidráulica além da possibilidade de exploração de energias renováveis como a energia eólica que ainda tem muito potencial a ser explorado.

5.2.3- Taxas de Juros Comerciais

O Brasil possui uma das maiores taxas de juros do mundo, o que acaba por inviabilizar investimentos altos e que requerem longos períodos para amortização do capital investido. O mesmo já não ocorre nos países da Europa, altas tarifas de energia e países com uma taxa de juros em torno de 0,25% a.a. incentivaram a realização desse investimento.

5.2.4- Linhas de Créditos Especiais

Mesmo com o alto potencial da geração fotovoltaica no Brasil, não existe uma linha específica de financiamento público para Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, principalmente porque o investimento para uma residência é muito pequeno comparado aos projetos financiados com recursos do BNDES, surgindo assim a necessidade de criação de medidas para disponibilização de linhas de financiamento específicas e com condições especiais para este tipo de empreendimento.

5.2.5- Benefícios Tributários

No que diz respeito à isenção de impostos para os equipamentos de operação da Geração Distribuída a partir de Sistemas Fotovoltaicos conectados a Rede destaca-se que desde 1997 o CONFAZ estabeleceu que nenhum estado da federação poderá recolher ICMS sobre módulos fotovoltaicos, contudo esta medida não atende outros equipamentos necessários na instalação, como inversores de frequência e medidores. Além da aplicação da cobrança do ICMS e PIS/CONFINS sobre o saldo da energia gerada pela consumida, ainda há necessidade de outros incentivos fiscais para preparação de um ambiente mais propício para o desenvolvimento dessa tecnologia.

Nos números apresentados, verifica-se ainda que o crescimento da Geração Distribuída ocorreu mais intensamente após a publicação da Resolução 687/2015 com a criação de outras possibilidades de compensação de energia como as figuras do consumidor remoto e condomínios de energia.

Embora essa alteração na Resolução Normativa Nº 482/2012 tenha dado novo fôlego ao crescimento da Geração Distribuída, verifica-se um risco de criação de blocos concentrados de geração de energia em áreas rurais e/ou afastados dos centros de consumo, fugindo aos objetivos maiores da Geração Distribuída que é a geração mais próxima possível do centro de consumo, no sentido de diminuir perdas e necessidade de reforços nas redes. Essa tendência dar novo impulso a geração de energia

concentrada trazendo a necessidade de investimentos na rede de distribuição para transporte dessas energias, sendo que nesse caso será arcado pela parte menos interessada nesse processo que são as distribuidoras. Aproveitando essa oportunidade, algumas empresas do mercado têm ofertado a possibilidade de instalação de gerações distribuídas localizadas em pontos afastados dos centros de consumo, para locarem as instalações para consumidores fazerem as suas compensações, disfarçando a atividade de comercialização de energia exclusiva das concessionárias.

A penetração da Geração Distribuída nos telhados das residências conforme desejado e com o objetivo principal de distribuir a geração nas redes de baixa tensão das empresas distribuidoras, agrava-se ainda mais com a necessidade de pagamento da Taxa de Uso do Sistema de Distribuição-TUSD e da impossibilidade de comercialização do excedente de energia gerada. Essa limitação leva a necessidade de que os projetos sejam elaborados para que a geração no máximo seja igual a consumida, diminuindo a utilização do real potencial de geração de energia de cada telhado.

5.3-Sugestões para trabalhos futuros

Considerando a situação confortável que o Brasil desfruta no que diz respeito a participação de recursos renováveis na matriz eletroenergética, justifica-se em parte o pouco interesse que o governo tem dispendido em relação a implantação da Geração Distribuída no país. No entanto, considerando o grande potencial existente de geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos, e da grande necessidade em investimentos de transmissão com os poucos recursos disponíveis, entendemos ser de grande utilidade a realização de estudos com fins a identificar formas de direcionar o crescimento da Geração Distribuída através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede em consumidores que realmente beneficiem o setor elétrico com reais possibilidades de postergação de investimentos em transmissão.

A partir desses estudos, deverão ser identificadas as regiões mais carentes de investimentos de reforço em geração e na transmissão e incentivar as unidades consumidoras estratégicas com estímulos adicionais como disponibilização de linhas de créditos especiais, isenções tributárias e criação de permissões especiais de para comercialização de energia excedente.

Ainda nesse contexto, poderão ser desenvolvidos estudos para desenvolvimento de produtos que agreguem funções adicionais aos painéis de geração solar fotovoltaicas como o desenvolvimento de abrigos para veículos com cobertura dotada de painéis fotovoltaicos a serem utilizados em estacionamentos de condomínios horizontais, supermercados, hospitais, etc...

Referências Bibliográficas:

MARTINS, VANDERLEI AFFONSO - Análise do Potencial de Políticas Públicas na Viabilidade de Geração Distribuída no Brasil - Dissertação de Mestrado UFRJ/COPPE – Rio de Janeiro - 2015.

VIEIRA, ANDRÉ RAMOS – Análise do Potencial de Políticas de Subsídio para Geração Distribuída de Energia Fotovoltaica nas Residências Brasileiras – Trabalho de Conclusão de Curso – UFSC – Florianópolis – 2013.

REN21 - RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY
REN21.Renewable 2014: Global Status Report. França, 2016. Disponível em:<<http://map.ren21.net/>>. Acessado em 27 de janeiro de 2016.

MAGNUS, DOUGLAS DE MATOS E OUTROS – Estudo da Inserção de Energias Fotovoltaicas na Matriz Elétrica Brasileira – Artigo Publicado na Revista Vinci em Julho/2016.

CALDAS, HELDER HENRI SILVA E, Geração Fotovoltaica Distribuída. Estudo de Caso para consumidores Residenciais de Salvador – Artigo publicado na Revista Brasileira de Energias Renováveis – 2016.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Caderno Temático de Micro e Minigeração Distribuída - Informações do Site. Brasília, 2016.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 que trata do sistema de compensação de energia elétrica para geração distribuída. Diário Oficial Da União. Seção 1, n. 76, pag. 53, Brasília, 2012.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução normativa nº 517, de 11 de dezembro de 2012 que revisa a REN 482/2012 e dá outras providências.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Informações diversas e links para vários sites. <http://www.aneel.gov.br/> . Acesso em 27/03/2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Brasília, 2012. 64 p. (NOTA TÉCNICA EPE).