



ISSN: 2447-5580

**DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA GERAÇÃO
DISTRIBUÍDA DE ENERGIA NO BRASIL: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA DA LITERATURA
CHALLENGES FOR IMPLEMENTATION OF DISTRIBUTED ENERGY
GENERATION IN BRAZIL: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW**

**Francisco Junior Soccol¹; Adan Lucio Pereira²;
Wanderley Cardoso Celeste³; Daniel J. Custódio Coura⁴; Gisele de Lorena Diniz
Chaves⁵**

- 1 Graduando Engenharia de Computação. UFES, 2016. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. franciscosoccol@gmail.com
- 2 Graduado em Engenharia de Computação. UFES, 2013. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. adanlucio@gmail.com
- 3 Doutorado em Engenharia Elétrica, UFES, 2009. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. wanderley.celeste@ufes.br
- 4 Doutorado em Engenharia Elétrica, UFES, 2009. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. daniel.coura@ufes.br
- 5 Doutorado em Engenharia de Produção, UFSCAR, 2009. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. gisele.chaves@ufes.br

Recebido em: 12/06/2016 - Aprovado em: 23/11/2016- Disponibilizado em: 23/11/2016

RESUMO: A crescente demanda de energia e as pressões ambientais têm promovido mudanças significativas na estrutura do sistema elétrico com a finalidade de obter o desenvolvimento energético sustentável. Para isso, a inserção da geração por fontes alternativas de energia na rede tradicional se tornou uma tendência notável. Entretanto, o uso de tecnologias para geração distribuída oferece problemas técnicos e operacionais que muitas vezes criam barreiras adicionais à sua disseminação e competição com as tradicionais fontes de geração já em operação. Inserindo-se neste contexto, se faz necessário o levantamento e caracterização das barreiras e oportunidades associadas a esse novo paradigma de geração de energia. Como contribuições principais deste trabalho tem-se, a identificação, no Brasil, das principais oportunidades e barreiras para implantação da geração distribuída por meio de fontes renováveis.

ABSTRACT: The growing demand for energy and environmental pressures and has promoted significant changes in the structure of the electrical system in order to get sustainable energy development . for this, an insert generation of alternative energy sources in traditional network has become a trend noted. However, the use of distributed generation technologies to offer technical problems and operational often create additional barriers to its spread with competition as traditional generation sources already in operation. Entering to this context, it is necessary the survey and characterization of barriers and opportunities associated to this new power generation paradigm. The main contributions this work has been the identification, in Brazil, the main opportunities and barriers to the implementation of generation distributed by means of renewable sources.

KEYWORDS: Distributed generation, renewables , challenges and opportunities.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o consumo da energia elétrica no Brasil cresceu de uma forma significativa. Em 2015, a Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) chegou a 615,9 TWh, montante 1,3% inferior ao de 2014 (624,3TWh) – crescimento de 2.1% em 2014, destaque para os aumentos de 77,1% na oferta por geração eólica, de 7,1% por biomassa e outras renováveis, e de 5,8% por bagaço de cana. Assim, o Brasil conta com 4.602 empreendimentos em operação, totalizando 149 GW de potência (MME, 2016; ANEEL, 2016).

De acordo com as projeções para o fim do ano de 2016, espera-se, em relação a 2015, um crescimento de 0,5% no consumo total de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), explicado pelas taxas de variação das classes residenciais (2,4%), industriais (-2,4%), comerciais(2,4%) e outras (1,7%). No período entre 2016-2020, está previsto, que a taxa média de crescimento alcançará 4,3% (EPE e ONS, 2015).

Além dessa crescente demanda de energia, o fato de os combustíveis fósseis serem recursos limitados, aliado ao impacto ambiental que proporcionam, fez com que vários países explorassem fontes alternativas de energia, promovendo mudanças significativas na estrutura do sistema elétrico. A eletricidade gerada por meio da ação do vento, dos raios do sol, de fontes geotérmicas e hídricas e da biomassa são exemplos de fontes alternativas, também, por vezes, denominada energia “verde” ou de fontes renováveis (GOLDEMBERG, 2004; ALVIM, 2009; CARVALHO e SAUER, 2013; PINTO, 2014; WEITEMEYER *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2016).

Para atender a esse aumento de demanda cada vez mais expressivo, as redes de energia elétrica tradicionais têm sido gradualmente modificadas pela instalação de diversos geradores de pequena escala

próximos aos consumidores. Com a utilização dessas fontes de energia, renováveis ou não, nasceu o termo Geração Distribuída (GD) que tem sido muito discutido no meio acadêmico e no setor elétrico, uma vez que permite a construção de pequenas fontes de geração de energia, as Microfontes (MF), independente da carga, o mais próximo possível do consumidor final, evitando assim, todos os custos e impactos inerentes à geração centralizada (INEE, 2013; DAL TOÉ e RIDER, 2014).

Portanto, aumentar a participação das fontes renováveis como elemento primário na geração de energia é uma tendência notável. Entretanto, o elevado custo para a implementação dos sistemas baseados em fontes renováveis em comparação aos sistemas tradicionais ainda é um fator que dificulta a participação efetiva dessas fontes na matriz energética. Com o objetivo de reduzir barreiras regulatórias e econômicas, algumas estratégias e mecanismos de incentivo foram desenvolvidos e implantados em diversos países como políticas de incentivos (PEREIRA *et al.*, 2015).

2. METODOLOGIA

O método de pesquisa foi desenvolvido a partir de procedimentos recomendados para elaboração de uma revisão integrativa da literatura, a qual tem como finalidade reunir e resumir o conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado, ou seja, permite buscar, avaliar e sintetizar as evidências disponíveis para contribuir com o desenvolvimento do conhecimento na temática. A síntese do conhecimento, dos estudos incluídos na revisão, reduz incertezas sobre recomendações práticas, permite generalizações precisas sobre o fenômeno a partir das informações disponíveis limitadas e facilita a tomada de decisões com relação às intervenções que

poderiam resultar no cuidado mais efetivo e de melhor custo/benefício dos sistemas envolvidos na pesquisa (MENDES *et al.*, 2008).

De acordo com Botelho *et al.* (2011), a revisão integrativa pode ser dividida em seis etapas:

1. Identificação do tema para a elaboração da revisão integrativa;
2. Estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos;
3. Categorização dos estudos e definição das informações a serem extraídas;
4. Avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa;
5. Interpretação dos resultados;
6. Apresentação da revisão e síntese do conhecimento.

A revisão foi conduzida com pesquisas nas bases de dados pré-selecionadas, utilizando palavras-chave (em inglês e português) “geração distribuída”; “incentivos”; “barreiras”; “desafios”; “fontes renováveis”; “fontes alternativas” e “sustentabilidade”, além dos operadores booleanos do tipo “e” e “ou”. Foram pesquisadas as bases de dados eletrônicas *Google Scholar*, *Scielo*, *ResearchGate*, *Springer*, *Science Direct* e o Portal de Periódicos CAPES, a fim de identificar artigos originais publicados nos idiomas inglês ou português. Foram também pesquisados anais de congressos, resumos, livros, normas, resoluções, manuais técnicos e leis referentes à inclusão da geração distribuída no setor energético. Em seguida, esses estudos foram submetidos a dois filtros: o primeiro filtro correspondeu à leitura do título, palavras-chave e resumo, enquanto o segundo compreendeu a leitura do artigo completo.

Como critérios de inclusão, os artigos deveriam estar de acordo com pelo menos uma das seguintes condições: apresentar as condições técnicas, políticas e/ou econômicas da inclusão de uma ou mais

microfontes no sistema energético; identificar barreiras, desafios e/ou incentivos impostos à implementação da geração distribuída; definir conceitos referentes às condições para acesso à geração distribuída; indicar benefícios provenientes da utilização de uma ou mais fontes; apresentar informações relevantes ao escopo deste trabalho.

3. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

O Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE (2013) indica que o princípio básico da Geração Distribuída (GD) consiste em acrescentar geração de pequeno ou médio porte, a partir da utilização de fontes alternativas de energia, baseada em diferentes tecnologias, em sistemas de distribuição e transmissão. Toledo *et al.* (2012), destacam que o uso de GD oferece inúmeras vantagens, uma vez que, a disposição da unidade de geração próxima à carga permite a redução das perdas associadas ao transporte de energia elétrica.

Kaganet *et al.* (2013), acrescentam, ainda, que a presença da geração distribuída nas redes de distribuição de energia elétrica requer recursos e procedimentos operativos adicionais em relação às redes convencionais, bem como padrões de conexão e medidas específicas de planejamento da expansão. Destacam-se, por exemplo, os sistemas de despacho, controle e supervisão apoiados em robusta infraestrutura de telecomunicação e de Tecnologia de Informação (TI).

Atrelada a esse novo paradigma de geração de energia, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL estabeleceu por meio da Resolução Normativa nº 482 (RN482), de 17 de abril de 2012 (ANEEL, 2012), as condições gerais para o acesso da geração distribuída aos sistemas de energia elétrica, além de inserir o Sistema de Compensação de Energia

Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos e microturbinas eólicas, entre outros) em sua unidade consumidora com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica.

A alteração realizada, em outubro de 2015, na RN482 classifica a geração distribuída como: microgeração e minigeração. A microgeração é caracterizada por uma potência instalada menor ou igual a 75 KW. Já a minigeração é caracterizada por uma potência instalada superior a 75 KW e menor ou igual a 5 MW (ANEEL, 2015). As duas formas de geração distribuída têm como base as seguintes fontes de energia elétrica:

- Biomassa - Essa energia é responsável pela utilização de fontes orgânicas de origem animal e vegetal como matéria prima em um processo de geração de energia. De acordo com sua origem, a biomassa pode ser: florestal (madeira), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos). Os produtos primários provenientes do processamento da biomassa são os combustíveis líquidos (etanol, metanol, biodiesel, óleo vegetal e óleo de pirólise) e os combustíveis gasosos (biogás, gás de produtor e gás de síntese). As principais tecnologias de aproveitamento energético da biomassa são a combustão direta (com ou sem processos físicos de secagem, classificação, compressão e corte/quebra), processos termoquímicos (gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação) e processos biológicos (digestão anaeróbia e fermentação) (GOLDEMBERG, 2004; HODGE, 2011; KAGAN *et al.*, 2013);
- Centrais Geradoras Eólicas - Um aerogerador é um equipamento destinado a gerar energia elétrica a partir da energia fornecida pelo vento. A energia cinética do vento movimenta a turbina, que produz energia mecânica, transmitindo-a ao gerador, que em seguida faz a conversão da energia mecânica em elétrica. A capacidade destas turbinas começou com apenas 10 KW, atualmente já existem turbinas de 5 MW e projetos em desenvolvimento para turbinas de 10 MW e 15 MW para aplicações (BERGER e INIEWSKI, 2015);
- Sistemas Fotovoltaicos - Os sistemas fotovoltaicos utilizam a energia solar para produzir diretamente a eletricidade. A energia elétrica, proveniente das centrais geradoras solares, é utilizada em diversas áreas com o objetivo de gerar energia elétrica aliada as seguintes vantagens: simplicidade de instalação, facilidade de expansão, elevado grau de confiabilidade do sistema, redução das perdas por transmissão de energia devido à proximidade entre geração e consumo e pouca necessidade de manutenção das placas de geração. Adicionalmente, os sistemas fotovoltaicos são microfuentes silenciosas e não poluentes de geração de energia elétrica (GOLDEMBERG, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2016);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas - O conceito de hidroeletricidade nasceu para definir a geração de eletricidade por meio da conversão da energia cinética da água em energia potencial mecânica, que acionará um conjunto turbina-gerador e, conseqüentemente, produzirá energia elétrica. A ANEEL classifica como uma Usina Hidrelétrica de Energia (UHE) as instalações com capacidade acima de 30 MW; define

ainda, uma Central Geradora Hidrelétrica (CGH) como instalações com potencial de até 3 MW; e por fim, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), as quais correspondem a geração superior a 3 MW e inferior a 30 MW (PINTO, 2014; ANNEL, 2015).

A Tabela 1 reúne os dados do Banco de Informações de Geração (BIG), 3 anos após a publicação da Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012, referente a distribuição dos empreendimentos de geração de eletricidade no Brasil (ANEEL, 2016).

Tabela 1
Descrição das fontes de energia exploradas no Brasil.

Fontes de Energia Exploradas no Brasil			
Fonte de Energia	Quantidade de Empreendimentos	Situação	Potência Total Associada (KW)
Eólica	262	Construção não iniciada	6.220.850
	132	Em Construção	3.113.754
	349	Operação	8.479.802
Solar	65	Construção não iniciada	1.851.645
	37	Operação	22.916
Hídrica	172	Construção não iniciada	2.437.987
	46	Em construção	13.942.711
	1212	Operação	92.159.142
Biomassa	40	Construção não iniciada	1.225.178
	9	Em construção	817.317
	521	Operação	13.336.512
Fóssil	105	Construção não iniciada	7.460.140
	4	Em construção	552.722
	2361	Operação	26.174.225
Maré	1	Construção não iniciada	50

Ao analisar a Tabela 1 é possível observar a presença, já expressiva, das fontes alternativas de energia, podendo destacar os 15,74% correspondente aos empreendimentos de geração eólica já em construção e 32,41% em construção não inicializada, mas já autorizada.

A inserção de energias renováveis, intermitentes ou não, é uma tendência certa na indústria mundial de energia e, como se pode observar na Tabela 1, não está sendo diferente no Brasil. O conceito da geração

distribuída no Brasil se incorpora à complexidade já existente que decorre da entrada em operação cada vez mais frequente de usinas hidrelétricas sem capacidade de armazenamento, dos impactos na formação de preços no mercado de energia, da necessidade do aumento de usinas térmicas no despacho para geração na base e dos procedimentos técnicos e operacionais relativos à utilização de novas fontes, que ainda não são perfeitamente conhecidos.

3.1 OPORTUNIDADES E BARREIRAS

A crescente busca por serviços e tecnologias mais eficientes, e com mínimos impactos ambientais, seja no processo de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, associados aos investimentos para o aumento da capacidade instalada no setor elétrico brasileiro, tem colocado a geração distribuída como uma possível solução aos problemas vinculados ao aumento da demanda de energia (DIAS *et al.*, 2002; GOLDEMBERG, 2004; TOLEDO *et al.*, 2012; KAGAN *et al.*, 2013; BERGER e INIEWSKI, 2015).

Segundo Pinto (2014), os sistemas de transmissão e distribuição de energia são projetados especificamente para atender aos picos de demanda de energia, que ocorrem em alguns momentos do ano, e conseqüentemente, o aumento do carregamento de pico determina quando serão necessárias ações para prevenir sobrecarga do sistema durante esses picos. Vários autores da literatura (CARVALHO e SAUER, 2013; PINTO, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2016) indicam o alto potencial do uso da GD para redução do pico de energia permitindo-se postergar ou até mesmo evitar investimentos em transmissão e distribuição. Para isso, no momento em que as cargas tendem a ultrapassar a capacidade do sistema de distribuição, para atenuar os picos, unidades de geração como de baixa potência são postas em operação com o objetivo de aliviar o carregamento dos sistemas.

Em contrapartida, a volatilidade da geração de eletricidade proveniente de centrais geradoras eólicas e solares provoca incerteza nos preços e agrega novos riscos comerciais ao mercado de energia, embora reduza o custo devido aos baixos custos marginais de operação destas fontes (CPFL, 2015).

Para Barbosa *et al.* (2015), a inserção dos sistemas de geração intermitentes, no Brasil, provoca um aumento significativo dos custos relacionados a alteração da estratégia de operação das usinas

tradicionais, que passam a deixar a base para operar na margem e pela ampliação da necessidade de serviços auxiliares como, por exemplo, controle de frequência e intervenções nos sistemas para equilíbrio da tensão. Adicionalmente, a maior inserção de unidades geradoras em tensão de distribuição, característica de sistemas de pequeno porte, também afeta os mecanismos de operação do sistema.

Esse novo paradigma de geração e consumo de energia, trouxe consigo grandes desafios para a inserção de novas fontes geradoras em um sistema tradicional centralizado. Assim, abaixo se encontram as principais barreiras, encontradas na literatura, impostas a GD quanto a sua implantação:

- Barreiras econômicas - Longo período para amortizar os investimentos para a instalação do sistema; falta de compreensão (não existe cultura) a respeito de sistemas de geração distribuída e de pequeno porte; tarifas que não refletem os custos marginais, subsídios à energia e a fixação dos valores por agências do governo (JANNUZZI e SWISHER, 1997; CPFL, 2015).
- Barreiras técnicas - Dificuldade de acesso seguro à rede com condições justas, gerando uma falta de conhecimento técnico por parte dos consumidores, para avaliar os custos e benefícios da adesão ao regime de compensação; dificuldade para estabelecimento de metodologias e guias-econômicos para avaliação de projetos relativos a novos sistemas; dificuldade técnica de padronização das tecnologias e parâmetros adotados na rede; nível de curto-circuito, controle da tensão e gerenciamento do fluxo de carga (BARBOSA *et al.*, 2015);
- Barreiras ambientais e aceitação públicas – Ausência de dados a respeito de questões relativas aos impactos socioeconômicos e ambientais e sobre interferência nas

atividades humanas; os benefícios ambientais e benefícios trazidos à rede não recebem o devido crédito (PEREIRA *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2016);

- Barreiras regulatórias e administrativas - Falta de incentivos fiscais para os domicílios que optam pela microgeração ou minigeração, principalmente, pelo custo sustentável e pela contribuição para manter a matriz energética do país renovável; ausência de normas para contratos de interconexão; oposição exercida pelo monopólio das grandes companhias; elevados encargos administrativos obstruindo as fases iniciais do ciclo de projeto (desenvolvimento, financiamento e construção) que requerem investimentos intensivos (KAGAN *et al.*, 2013; MARTINS, 2015);
- Barreiras políticas - Variação da tarifa com relação à energia injetada na rede, de acordo com a sua produção mensal; políticas governamentais não definidas (BERTOI, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015);
- Barreiras financeiras - Custo relativamente elevado de implementação, ou seja, o custo da instalação da GD na rede elétrica que é de responsabilidade total do consumidor; retorno do investimento em longo prazo; cobrança abusiva de impostos; ausência de

oportunidades de financiamentos adequados e de produtos financeiros (CPFL, 2015);

- Barreiras de infraestrutura - Falta de estrutura para promover a GD; ausência de redes desenvolvidas para o fornecimento, por exemplo, de gás natural (TOLEDO *et al.*, 2012; BERGER e INIEWSKI, 2015);
- Barreiras de mercado - Competição desigual no mercado de energia, o custo das fontes renováveis na maioria dos casos é maior do que o custo das fontes convencionais; regras de mercado que incentivam a ineficiência; mercado indefinido para investidores, como o mercado é pequeno, existe pouca competição e os preços são elevados; falta de medidas regulatórias como padrões de desempenho e etiquetagem para o estímulo da entrada de equipamentos eficientes no mercado (MARTINS, 2015; ÜRGE-VORSATZ, CZAKÓ e KOEPEL, 2007).

A Figura 1 mostra as interligações das barreiras citadas, elas criam obstáculos referente a implementação de fontes alternativas de energia fazendo com que o investimento nesse setor energético não seja atrativo e desestimula a adoção de medidas que apresentariam Custo Marginal de Abastecimento negativo.

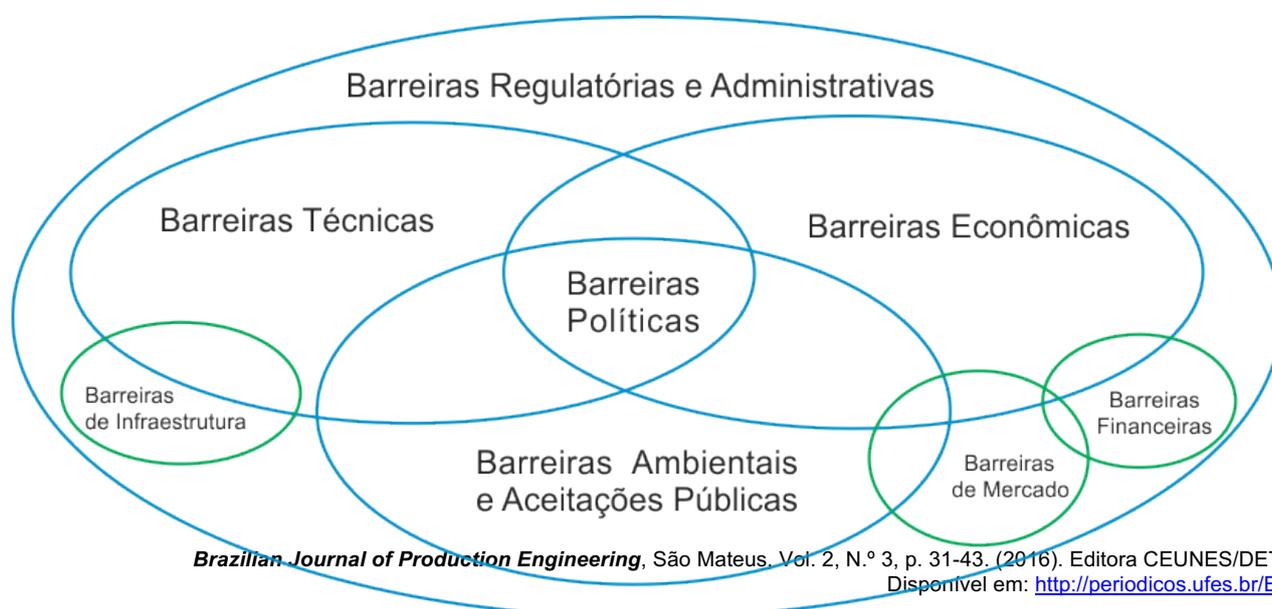


Figura 1 - Principais barreiras impostas a GD.

Fonte: Adaptado de Hashimura(2012)

Por esse motivo, justifica-se a utilização de políticas para a promoção de fontes alternativas de energia. Essas políticas têm o objetivo de diminuir ou eliminar algumas barreiras, reduzindo os custos de implementação, acelerar o desenvolvimento tecnológico e gerar economias de escala e de escopo. De maneira geral, essas barreiras se referem a diversas características que impedem que investimentos em eficiência energética se realizem de maneira ótima, seja do ponto de vista público ou privado. Entretanto, essas barreiras podem ser removidas adotando mecanismos de regulação e incentivo adequados que orientem a tomada de decisão dos agentes envolvidos no planejamento do sistema elétrico nacional (JANNUNZZI, 2000; COSTA, 2006; KAGAN *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015).

3.2 MECANISMOS DE REGULAÇÃO E INCENTIVOS

Para estabelecer condições favoráveis à utilização da geração distribuída, se faz necessário a utilização de políticas de incentivo para a promoção das fontes renováveis. Cada mecanismo de regulação ou incentivo pode reduzir uma ou mais barreiras que impedem o desenvolvimento do uso das fontes renováveis como, barreiras técnicas, econômicas ou regulatórias. Esses mecanismos podem ser classificados de acordo com diferentes critérios, por exemplo, se eles interferem na demanda ou na produção ou se subsidiam aumento na capacidade ou geração de energia (PEREIRA *et al.*, 2015).

Esses mecanismos podem ser diretos ou indiretos. Os diretos possuem o objetivo de promover a geração por fontes renováveis, enquanto que os indiretos são voltados para promover medidas indiretas ao setor de

energia renovável, que influenciam positivamente na promoção das fontes renováveis, e conseqüentemente, na geração distribuída. Tais instrumentos podem ser taxas sobre o uso de combustíveis fósseis, taxas sobre emissões das indústrias, para incentivar o uso eficiente da energia ou para reduzir as emissões de gases poluentes e de efeito estufa (KAGAN *et al.*, 2013).

Em paralelo, os mecanismos diretos podem ser classificados pelo estímulo ao preço ou à quantidade: um grupo de mecanismos impacta diretamente no preço da energia renovável ou tenta facilitar o mercado por meio do estabelecimento de um “Preço Premium”. Outro grupo, de natureza regulatória, define a quantidade mínima de energia renovável a ser produzida ou consumida. Tal procedimento reflete de forma direta na quantidade e a forma como o serviço de energia será adquirido. Existem ainda, os acordos voluntários que funcionam como um instrumento indireto, o qual é realizado entre o governo e a indústria e, então, influenciam a promoção de fontes de energia renovável, tais como acordos para redução de emissões de gases de efeito estufa, podendo vir em forma de redução fiscal ou isenção de taxas ambientais aplicadas sobre o uso de combustível fóssil (COSTA, 2006).

No Brasil, como forma de reduzir as barreiras técnicas e operacionais referentes à conexão de novas fontes de energia, a Resolução Normativa da ANEEL nº 345, de 16 de dezembro de 2008, aprovou os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST com a finalidade de definir os padrões e normas de qualidade dos sistemas de energia, em 2015 os procedimentos foram revisados conforme a Resolução Normativa nº

664, de 16 de junho de 2015. O PRODIST tem como objetivo principal reunir as normas de funcionamento da distribuição de energia, abrangendo assuntos relativos às redes, em módulos de estudo. A regulamentação da qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica estabelecido pela ANEEL está contida no Módulo 8 do PRODIST.

Em seguida com a publicação da RN482 foi instituído no país o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (*net metering*), como principal mecanismo de incentivo a GD. O *net metering* determina que a energia elétrica gerada por micro ou minigeração instalada em uma unidade consumidora é cedida à distribuidora local, sendo posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora, ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade. Ou seja, se em um determinado ciclo de faturamento a energia injetada na rede pelo micro ou minigerador for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (KWh) na próxima fatura. Caso contrário, o consumidor pagará apenas a diferença entre a energia consumida e a gerada (ANEEL, 2015).

Uma grande inovação da revisão da RN482, publicada em 2015, diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nessa configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores. A ANEEL criou, ainda, a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados. A Agência estabelece que irá acompanhar a implantação das novas regras do Sistema de Compensação e prevê que até 2024 cerca de 1,2 milhão de unidades consumidoras passem a produzir

sua própria energia, totalizando 4,5 GW de potência instalada (ANEEL, 2015).

Em resumo, a legislação existente da ANEEL aponta os seguintes tópicos como mecanismos de incentivo:

- Desconto mínimo de 50% na tarifa de uso do sistema de distribuição, aplicável na produção e no consumo;
- Possibilidade de vender energia diretamente à distribuidora por meio de Chamada Pública;
- Possibilidade de venda de energia para consumidores livres e especiais;
- As PCHs e CGHs ficam dispensadas de pagar compensação financeira aos municípios atingidos pelo reservatório da usina. Adicionalmente, esses empreendimentos podem aderir ao Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) para redução dos riscos hidrológicos dentro do sistema interligado;
- As centrais geradoras com registro possuem procedimento de acesso simplificado, necessitando apenas das etapas de solicitação de acesso e parecer de acesso, o que agiliza o procedimento;
- Isenção de pagamento anual de 1% da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico.

No Brasil existem, ainda, incentivos fiscais para promover a geração de energia elétrica por fontes renováveis e conseqüentemente, a geração distribuída. O convênio CONFAZ nº 101/97 concede isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) nas operações com alguns equipamentos: aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos; bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP; aquecedores solares de água; geradores fotovoltaicos; aerogeradores de energia

eólica; células solares não montadas; células solares em módulos ou painéis; e torre para suporte de gerador de energia eólica (CONFAZ, 1997)

O convênio ICMS nº 75 prorrogou até o dia 31 de maio de 2017, o período de vigência desses incentivos. Como principal exemplo, o estado do Mato Grosso do Sul, no Brasil, que concedeu incentivos fiscais para a empresa, que investirá R\$ 220 milhões e será responsável por toda a cadeia produtiva de painéis solares (CONFAZ, 2011).

Assim, desde a publicação da Resolução em 2012 até outubro de 2015, já foram instaladas 1.285 centrais geradoras, sendo 1.233 (96%) com a fonte solar fotovoltaica, 31 eólicas, 13 híbridas (solar/eólica), 6 movidas a biogás, 1 a biomassa e 1 hidráulica. Esses números atrelados aos benefícios provenientes da geração distribuída fortalecem cada vez mais a necessidade de mecanismos de incentivo e regulação que atuem diretamente no setor elétrico, com a finalidade de permitir a integração desses novos recursos que já se mostraram como tendências mundiais (ANEEL, 2016).

6. DISCUSSÃO

A utilização de instrumentos de políticas públicas que permitam a disseminação das fontes alternativas de energia garantindo a entrega de um serviço de qualidade ao consumidor final, é um fator de alto impacto quando se discute o desenvolvimento do setor energético de qualquer país.

Em paralelo, a regulação do setor elétrico corresponde ao aspecto central para o monitoramento da conduta dos agentes de geração, transmissão e comercialização dos serviços de energia, de forma garantir o amplo acesso à sociedade, como roga a Constituição Federal de 1988. Inserindo-se neste contexto, a geração de energia por meio das fontes alternativas possibilita o aumento da confiabilidade do sistema elétrico. Entretanto, é notável que a

complexidade do sistema tende a trazer novos desafios quanto aos aspectos regulatórios que deverão ser tomados nos próximos anos.

De maneira geral, a regulação garante as condições favoráveis à realização de novos investimentos e de incentivos adequados para a maximização da eficiência técnica, econômica e ambiental do setor energético. O maior desafio está em garantir que os mecanismos adotados para a promoção dessas fontes sejam eficazes para romper ou diminuir os riscos associados às barreiras impostas ao sistema elétrico.

Além da utilização dos mecanismos de incentivos como instrumentos para o desenvolvimento da geração distribuída, também se faz necessário a difusão do conhecimento sobre essas novas tecnologias de geração. Uma pesquisa realizada pela Market Analysis em conjunto com o Greenpeace (2013) com os consumidores brasileiros para avaliar suas percepções em relação à microgeração distribuída destacou que 71% dos entrevistados dizem conhecer pouco ou nada sobre a proposta de microgeração regulamentada pela RN 482/2012, indicando um grande desconhecimento da população. A característica dos conhecedores (28%) segue o padrão de classe alta, alta escolaridade e mais velha, não havendo grande distinção entre gênero.

Dessa forma, fica evidente que apesar das políticas de promoção de fontes alternativas de energia, atuarem no sentido de reduzir o custo de geração e incentivar a expansão e penetração dessa fonte na matriz energética, não será possível superar essas barreiras, se a difusão das informações sobre essas tecnologias não for tratada com a real importância que possui.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração distribuída apresentou um avanço significativo nos últimos anos, apesar dos grandes desafios enfrentados para a implementação desse

modelo no setor elétrico brasileiro. A busca por fontes alternativas de energia pode ser uma solução para reduzir os problemas associados a geração centralizada. Tal benefício é possível pois nos sistemas de GD a unidade de geração está localizada próxima à carga permitindo, ainda, a redução das perdas associadas ao transporte de energia.

Entretanto, a inserção de novas fontes de energia no setor enfrentam preconceitos criados pela estrutura da geração centralizada e com isso, surgem barreiras que dificultam esse avanço tecnológico como as barreiras econômicas, técnicas, ambientais e aceitação pública, regulatórias e administrativas, políticas, financeiras, infraestrutura e de mercado.

Por este motivo, pode-se justificar a utilização de políticas para a promoção de fontes renováveis alternativas. Essas políticas tem como objetivos a diminuição ou eliminação de algumas barreiras, reduzir os custos, acelerar o desenvolvimento tecnológico das fontes renováveis e gerar economia de escala.

É notável, que no Brasil, o setor de energia renovável carece de planejamentos e marcos regulatórios que permitem uma expansão desse setor, levando em conta os problemas dos custos elevados para a geração e as formas de financiamento oferecidos.

A RN482 estabelecida pela ANEEL é uma das principais incentivadoras dessa nova tecnologia que busca fornecer condições de acesso à geração distribuída disponibilizando as regras para o acesso ao mecanismo de compensação de energia. Entretanto, essa resolução não trata de todas as formas de geração e nem garante o desenvolvimento efetivo de todo o sistema elétrico nacional.

Por fim, a utilização de mecanismos de incentivos diretos ou indiretos de forma planejada, pode oferecer ao país a expansão da geração distribuída. Entretanto, para a tomada de decisão sobre quais seriam os mecanismos efetivos no país, será necessário levar

em consideração todos os aspectos relativos as regiões de forma pontual.

REFERÊNCIAS

ALVIM, A. C. F. **Desafios e perspectivas de P&D na geração de energia elétrica**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL. P&D, ISSN 1981-9803, pg.12, junho 2009.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Alteração da Resolução Normativa nº 482, De 17 de Abril de 2012**. Altera em 24 de outubro de 2015 a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/026/documento/nota_tecnica_0017_2015_srd_-_anexo_i_-_minuta_resolucao.pdf> Acesso em Jan. 2016, 2015.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de informações de geração. Capacidade de geração do Brasil**. 2016. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em Nov. de 2016.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, De 17 de Abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída e dá outras providências. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em Set. 2015, 2012.

BARBOSA, P. S. F.; LEONE FILHO, M. A.; PRADO JR., F. A.; PIRES, J. R. C. **Um modelo de simulação do sistema elétrico nacional com presença de geração de Renováveis intermitentes: impactos operacionais, regulatórios e custos**. Anais do XXIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz do Iguaçu - PR, Brasil, 18-21/10/2015.

BERGER, L. T. e INIEWSKI, K. **Smart Grid: aplicações, comunicação e segurança**. 1 ed - Rio de Janeiro: LTC, 2015.

BERTOI, E. F. **Análise dos incentivos à microgeração distribuída sob a perspectiva da viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. 2012. 68 fl. Dissertação (Gestão de Energia) – Pós-Graduação em Eng. Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. **O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais**. Gestão e Sociedade. Belo Horizonte, v.5, n. 11, p. 121-136 · maio-ago. 2011 · ISSN 1980-5756.

- CARVALHO, J. F.; SAUER, I. L. **Um sistema interligado hidroelétrico para o Brasil**. *Estud. av.*, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 117-124, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10 Nov. 2015.
- CONFAZ - Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 101/97 de 12 de dezembro de 1997**. Disponível em: <http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/ICMS/1997/CV101_97.htm>. Acesso em: Outubro de 2015.
- _____. **Convênio ICMS 75**, de 14 de julho de 2011. Disponível em: <http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/ICMS/2011/CV075_11.htm>. Acesso em: Agosto de 2015.
- COSTA, C. V. **Políticas de promoção de fontes novas e renováveis para geração de energia elétrica: lições da experiência europeia para o caso brasileiro**. 2006. 249f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2006.
- CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz. **Formação de Custos e Preços de Geração e Transmissão de Energia Elétrica**. Relatório V. 2015. Disponível em <<http://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/inovacao/projetos/Documents/PB3002/formacao-de-custos-e-precos-de-geracao-e-transmissao.pdf>> Acesso em jan. 2016.
- DAL TOÉ, M. C.; RIDER, M. J. **Modelo Binível de Preço de Contrato Ótimo Multiestágio da Geração Distribuída em Sistemas de Distribuição Radiais de Energia Elétrica**. Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos - SBSE 2014, Foz do Iguaçu - PR, Brasil, 22-25/04/2014.
- DIAS, M. V. X.; BOROTNI, E. C.; HADDAD, J. **Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras**. *Revista Brasileira de Energia* Vol. 11 | N o 2, 2002
- ELLISTON, B, DIESENDORF, M., MACGILL, I, **Simulations of scenarios with 100% renewable electricity in the Australian National Electricity Market**, *Energy Policy* 45 606–613, 2012.
- EPE e ONS. Empresa de Pesquisa Energética e Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Previsões de carga para o Planejamento Anual da Operação Energética 2016 - 2020**. 2015 Disponível em <<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Boletim%20Tecnico%20ONS-EPE%20-%20Planejamento%20Anual%20ciclo%20%202016-2020.pdf>> Acesso em Janeiro de 2016.
- GOLDEMBERG, J. - **The case for renewable energies**. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro de 2004.
- GREENPEACE e MARKET ANALYSIS. **Os brasileiros diante da microgeração de energia renovável**. 2013. Acesso em Setembro de 2015. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/documentos/2013/Os%20brasileiros%20diante%20da%20microgera%C3%A7%C3%A3o.pdf>>
- HASHIMURA, Luís de Medeiros Marques. **Aproveitamento do potencial de geração de energia elétrica por fontes renováveis alternativos no Brasil: instrumentos de política e indicadores de progresso**. 2012. 216f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- HODGE, B. K. **Sistemas e aplicações de energia alternativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- IEA - International Energy Agency. **Deploying renewables: principles for effective policies**. IEA/OECD, Paris, 2008.
- INEE - Instituto nacional de eficiência energética. **O que é geração distribuída**. 2013. Disponível em <<http://www.inee.org.br/forumgerdistrib.asp>>. Acesso em Jan. de 2016.
- JANNUNZZI, G. M. **Políticas Públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil**. São Paulo - Campinas, FAPESP, 2000.
- JANNUZZI, G.; SWISHER, J. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis**. Campinas, SP: Editora Autores Associados, 1997.
- KAGAN, N.; GOLVEA, M.; MAIA, F. C.; DUARTE, D.; LABRONICI, J.; GUIMARÃES, S. D. **Redes elétricas inteligentes no Brasil: análise de custos e benefícios de um plano nacional de implantação**. Rio de Janeiro: Sinergia: Abradee; Brasília: Aneel, 2013.
- LA ROVERE, E. L. **Proposta de regulamentação da geração de energia elétrica de fontes renováveis requerida de centrais termoelétricas a combustíveis fósseis no Estado do Rio de Janeiro**. In: XII Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2008.
- MARTINS, V. A. **Análise do potencial de políticas públicas na viabilidade de geração distribuída no Brasil**. 2015. 110f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). UFRJ - COPPE, 2015.
- MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVAO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto contexto - enferm., Florianópolis, v. 17, n. 4, Dec. 2008. Disponível em <

<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
>. Acesso em 25 Nov. 2011.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2015**. Edição de maio de 2016. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+2016+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/66e011ce-f34b-419e-adf1-8a3853c95fd4?version=1.1> > Acesso em Nov. de 2016.

PEREIRA, A. L.; CHAVES, G. de L. D.; CELESTE, W. C.; COURA, D. J. C. **Estudo dos instrumentos de política para promoção das redes inteligentes de energia**. Anais do XXIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz do Iguaçu - PR, Brasil, 18-21/10/2015.

PINTO, M. O. **Energia Elétrica: Geração, Transmissão e Sistemas Interligados**. 1 Edição - Rio de Janeiro: LTC, pg. 22, 2014.

RIBEIRO, A. E. D.; AROUCA, M. C.; COELHO, D. M..Electric energy generation from small-scale solar and wind power in Brazil: The influence of location, area and shape.**Renewable Energy**, v. 85, p. 554-563, 2016.

TOLEDO, F. et al., **Desvendando as Redes Elétricas Inteligentes: Smart Grid Handbook**, Rio de Janeiro, 2012.

ÜRGE-VORSATZ, D.; CZAKÓ, V.; KOEPPPEL, S. **Assessment of policy instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings**. UNEP, 2007.

WEITEMEYER, S.; KLEINHANS, D., VOGT, T.; AGERT, C. Integration of Renewable Energy Sources in future power systems: The role of storage.**Renewable Energy**, 75, 14-20. 2015.