

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores**

**ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS E ECONÔMICOS DA UTILIZAÇÃO DA  
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE FORMA DISTRIBUÍDA**

**SOCIAL ENVIRONMENTAL FEATURES OF USING THE ELECTRIC ENERGY  
GENERATION FROM A SPREAD WAY**

Daniel Corrente de Moraes, Marcelo Leandro Fernandes, Marcelo Caetano Teixeira e Laura Lisiane  
Callai dos Santos

**RESUMO**

O presente estudo busca analisar os impactos da implementação da geração de energia elétrica de forma distribuída nos meios econômicos e socioambiental no Brasil. O Decreto nº 5.163 de 2004 e a Resolução Normativa 482 de 2012 da ANEEL, respectivamente deram a definição e regulamentação da geração de energia elétrica de forma distribuída utilizando fontes renováveis. Em razão da referida regulamentação ser recente, carece de um estudo a respeito da viabilidade deste modo de produção de energia e dos impactos que causará nos diferentes setores da sociedade brasileira. Desta forma, foi empregado o método hipotético dedutivo para a resolução do problema proposto. Assim, foram analisadas bibliografias relacionadas ao tema, que primeiramente foram selecionadas e fichadas, para que posteriormente fosse realizada uma análise crítica do conteúdo, surgindo assim novas indagações, o que proporcionou uma autorenovação do conhecimento. Deste modo, verificou-se a viabilidade técnica da geração de energia elétrica de forma distribuída, evidenciando também vantagens econômicas e socioambientais. Concluiu-se, deste modo, que tal prática tende a ganhar espaço em um cenário futuro de provável escassez de combustíveis fósseis, crescendo de importância os incentivos governamentais em prol de sua implementação.

**Palavras-chave:** Geração Distribuída, Gestão Ambiental, Sustentabilidade.

**ABSTRACT**

The present study search to analyze the impacts of implementation of electric energy generation of a spread way in the economics and social environmental in Brazil. The order number 5.163 of 2004 and the normative resolution 482 of 2012 from ANEEL, respectively give the definition and regulated the electric energy generation from a spread way using the renewable resources. In order of being recently this regimentation needs a study of respect and achievement of this kind of energy production and the impacts that could cause in different parts of Brazilian society. This way, it was used the hypothetical method deductive to the resolution of the problem purposed. This form, It was analyzed the bibliography related to the theme, that at first they were selected and registered to after it was realized a critical analysis from the subject coming new questions what purposed the auto renovation of knowledge. This form, checked the technical viability of electric energy generation from a spread way that evidence also economics vantages and social environmental. Concluding from this form, that this practical comes getting space in a future scene of less probability of fossil gas growing the importance of the governmental helpings in sake of their implementation.

**Keywords:** Spread Generation, Environmental Management, Sustainability.

## **1. Objetivos**

A geração de energia elétrica de forma distribuída caracteriza-se pela produção descentralizada de energia. Tal método de geração foi definido pelo Decreto nº 5.163, de 30 de Julho de 2004 como aquela em que a produção de energia elétrica é obtida por meio de empreendimentos dos agentes concessionários, permissionários ou autorizados, os quais deverão estar conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador.

Posteriormente, em abril de 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da Resolução 482, estabelece as condições gerais para o acesso da microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. A microgeração distribuída é uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e a minigeração distribuída é uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW.

Assim, o presente estudo busca verificar os impactos da geração distribuída (GD), que pode ser compreendida como a geração de energia elétrica realizada junto ou próximo aos consumidores, na perspectiva econômica, social e ambiental. Desta forma, é investigada a viabilidade técnica de sua implementação, bem como suas vantagens e desvantagens em comparação com a geração convencional de energia elétrica. Conseqüentemente faz-se necessário avaliar o panorama histórico para se chegar a situação atual da indústria de energia elétrica no Brasil, para em seguida dissertar sobre a geração distribuída, e a utilização de fontes renováveis.

## **2. Revisão da literatura**

O desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade sempre esteve atrelado à descoberta e implementação de novas técnicas de exploração de diferentes fontes de energia. No entanto, no decorrer desta evolução a humanidade nunca levou em conta aspectos ambientais e sociais, dando ênfase apenas ao viés econômico. Em função disso, surgiram diversos problemas relacionados ao mau uso dos recursos naturais. Contudo, o ser humano aprende paulatinamente a valorizar a manutenção de um meio ambiente equilibrado, dando espaço para as chamadas energias renováveis.

Segundo este raciocínio, Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007) destacam que a partir da Revolução Industrial, houve uma forte competitividade econômica entre os países e a qualidade de vida da população passou a ser fortemente influenciada pela eficiência energética. Assim, as economias que melhor se adaptarem quanto ao acesso a energias de baixo custo e impacto ambiental mínimo, se põem em vantagem sobre as demais. Deste modo, tal perspectiva apresenta-se como um desafio e uma oportunidade para o Brasil. Segundo os autores supracitados, é um desafio, pois para que se atinja um desenvolvimento socioeconômico aceitável necessitará de uma grande quantidade de energia. Ao mesmo tempo é uma oportunidade, pois o Brasil apresenta uma vasta gama de recursos energéticos renováveis que podem ser explorados de maneira sustentável.

### **2.1 Matriz Energética Nacional**

Neste sentido, o Portal Brasil (2010) conceitua a matriz energética nacional como a energia ofertada à sociedade para produzir bens e serviços, sendo que neste aspecto o Brasil se destaca por produzir energia elétrica, em sua grande maioria, utilizando fontes renováveis. O Brasil utiliza mais de 86% de fontes renováveis (80% de hidráulica e 6% de biomassa e

eólica), enquanto no restante do mundo, a participação média da energia hidráulica atinge 16%. Deste modo, por meio de estudos de expansão do suprimento de energia realizado pelo Ministério de Minas e Energia, constatou-se que há tendência da economia brasileira crescer 5% ao ano, entre 2010 e 2020, o que acarretará na necessidade de investimentos significativos na infraestrutura do setor elétrico.

Conforme o Balanço Energético Nacional (2011), o qual é publicado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia, a geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores, no ano de 2010 foi 10% superior a de 2009. Deste modo, as centrais de serviço público continuam com a maior parcela do total, somando 87,5% da geração. No referido Balanço, verificou-se também que a energia hidráulica apresentou aumento de 3,7% em 2010 na comparação direta com o ano anterior. Já o Balanço Energético apresentado em 2012 enfatiza o aumento da participação de renováveis na Matriz Elétrica Brasileira, principalmente em razão das condições hidrológicas favoráveis, bem como o aumento da geração eólica. Verificou-se ainda uma queda de 7,9% na geração das termelétricas, o que em tese é favorável ao meio ambiente.

Outro aspecto favorável ao Brasil, trazido pelo Balanço Energético de 2012, se refere à poluição produzida na geração de energia. De acordo com o Balanço, para produzir 1 TWh (Tera Watt Hora), o setor energético brasileiro emite oito vezes menos poluentes do que o setor elétrico americano, cinco vezes menos que o europeu e cerca de doze vezes menos do que o chinês. Estes números se devem principalmente a utilização de fontes renováveis, como a hidroeletricidade, que provém dos fatores naturais abundantes no Brasil.

Da análise das informações supramencionadas constata-se uma clara vantagem na utilização das chamadas energias renováveis, uma vez que em sua maioria tem baixo impacto ambiental. Contudo, notadamente o Brasil centraliza sua produção de eletricidade em grandes hidrelétricas, que muitas vezes causam grandes impactos ambientais e sociais. Deste modo, torna-se preponderante fomentar a utilização de renováveis tendo o cuidado de diversificar a matriz energética, sendo que agregando estes aspectos surge a chamada geração distribuída.

## 2.2 Geração de energia elétrica de forma distribuída

No Brasil, por meio do Decreto nº 5.163, de 30 de Julho de 2004, foi conceituada a geração de energia elétrica de forma distribuída como aquela em que a produção de energia elétrica é obtida por meio de empreendimentos dos agentes concessionários, permissionários ou autorizados, os quais deverão estar conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, excetuando-se as hidrelétricas com capacidade instalada superior a 30 MW (Mega Watt), bem como as termelétricas, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento (BRASIL, 2004).

Lezama e Feltrin (2008) descrevem a geração de energia elétrica de forma distribuída, também chamada de geração distribuída, como a geração elétrica efetuada junto ou próxima aos usuários. Os autores ressaltam que, apesar de não poder substituir por completo a geração central, pode ser uma alternativa quando das restrições do sistema de transmissão que muitas vezes dificultam e encarecem o fornecimento de energia.

De acordo com Trevisan (2011) muitos países europeus têm adotado a técnica da geração distribuída, por meio da injeção de energia elétrica na rede, proveniente de painéis fotovoltaicos e aerogeradores, sendo que os governos destes países têm incentivado a prática estabelecendo metas de redução de gases poluentes. Assim, o consumidor passou a ser um elemento ativo dentro do sistema elétrico, pois este passa a ter influência direta sobre a energia disponibilizada na rede.

### 2.3 Energias renováveis

De acordo com Carvalho (2007), na prática nenhuma fonte de energia pode ser considerada inesgotável. Porém, o autor destaca que as energias utilizadas pela humanidade sem variação significativa em seu potencial, que na maioria dos casos tem projeção de duração na casa dos milhões ou bilhões de anos, como exemplo a energia solar e a gravitacional, bem como aquelas cuja reconstituição pode ser feita sem grandes dificuldades em prazos relativamente baixos, como no caso da biomassa, são designadas fontes renováveis de energia.

No mesmo sentido, Pomílio (2012) descreve as energias renováveis como aquelas que ocorrem na natureza de modo contínuo e não artificial, pela ação da energia absorvida do sol, tendo duração quase que infinita. Enquadram-se nesta definição as energias advindas diretamente da ação do sol, chamada de fotovoltaica, dos ventos, intitulada de eólica; a energia da biomassa e a do movimento das águas em geral. O autor supracitado define energias não renováveis como aquelas disponíveis na natureza, porém, com a formação efetivada em longos intervalos de tempo (eras geológicas), fazendo com que os materiais aos quais estão associadas não possam ser repostos na natureza com a velocidade exigida pelo consumo, destacando como exemplos os combustíveis fósseis e o urânio.

Na atualidade, com o ritmo acelerado do consumo, Carvalho (2007) afirma que o ser humano acabará provocando uma escassez de fontes não renováveis, sendo deste modo obrigado a utilizar outras fontes de energia. Assim, a tendência é que as energias renováveis sejam a solução para este problema, pois podem garantir um desenvolvimento socioeconômico ambientalmente sustentável. Neste aspecto, torna-se necessário o planejamento de ações que possam levar a humanidade a superar problemas de ordem social como a pobreza, fome, desigualdade e a exclusão vivenciada por grande parte dos habitantes do planeta, sem que para isso sejam degradados os já escassos recursos naturais.

Dentro deste planejamento inserem-se as ações voltadas para a produção de energia elétrica utilizando fontes renováveis. Estas agredem menos o ambiente do que as utilizadas atualmente, como é o caso do petróleo, que tem um enorme potencial de nocividade ao meio ambiente, além de já demonstrar sinais de escassez. Tais fatos elevam a importância de estudos que viabilizam meios de geração de energia, bem como uma regulação eficiente no sentido de incentivar o seu uso de energias renováveis e limpas.

De acordo com a resolução 482 da ANEEL, a microgeração distribuída e a minigeração distribuída devem utilizar fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. Por este motivo torna-se fundamental o estudo prévio das fontes renováveis de energia com a finalidade de verificar suas vantagens e desvantagens confrontando-as com as especificidades casuísticas a que se aplicarão.

#### 2.3.1 Hidráulica

A ANEEL (2008) afirma que a água é o recurso natural mais abundante no planeta, tendo um volume estimado de 1,36 bilhão de quilômetros cúbicos, cobrindo dois terços da superfície do planeta sob a forma de oceanos, gelo, rios e lagos. Para se obter eletricidade através da água é necessário que ocorra alguns fatores, que são: a vazão de um rio, a quantidade de água disponível em quantidade suficiente para atender a demanda e os desníveis de relevo, tanto naturais, como os criados artificialmente.

No Brasil, segundo dados da ANEEL (2008), as usinas hidrelétricas respondem por cerca de 75,68% da potência total instalada no país, sendo que este valor, no passado, chegou

a ser 90% da capacidade instalada. A redução se deu em razão da necessidade da diversificação da matriz energética, além da dificuldade em ofertar novos empreendimentos devido à falta de estudos e inventários, necessários em decorrência de normas jurídicas que regulam o licenciamento ambiental de usinas de fonte hídrica.

De acordo com as projeções oficiais sobre a evolução da matriz energética nacional até 2030, haverá uma redução relativa da utilização de fontes hidráulicas, conforme destaca Pomílio (2012). Tal redução é relativa, pois apesar de um aumento no valor absoluto, na comparação com o percentual de participação, perderá espaço para outras fontes renováveis, dentre as quais se destacam a biomassa e a eólica. Salienta-se que em termos absolutos, há a previsão de um aumento de todas as fontes, incluindo a utilização de gás natural, energia nuclear, e as termelétricas.

### 2.3.2 Energia solar

Sarruf e Piga (2006) destacam que a energia solar pode ser convertida diretamente em energia elétrica, sendo que isto se dá por meio dos efeitos ocasionados pela ação do sol em certos materiais através da radiação. Deste modo, os autores citam dois destes efeitos, que são o termoeletrico e o fotovoltaico, sendo este último o mais utilizado para produção de energia elétrica na atualidade.

Assim, o sistema termoeletrico ocorre em razão do surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela associação de dois metais, em condições específicas. Porém, mesmo sendo muito empregado na construção de medidores de temperatura, sua utilização comercial para a geração de energia elétrica é considerada inviável, principalmente em decorrência do baixo rendimento obtido, bem como pelos custos elevados dos materiais empregados, conforme estudo publicado pela ANEEL (2008).

Quanto a eletricidade produzida por meio do efeito fotovoltaico, esta utiliza-se de células solares para converter os fótons contidos na luz solar em energia elétrica. Contudo, sua utilização para geração de eletricidade em escala comercial encontra obstáculo nos custos elevados que, conforme a ANEEL (2008), ficam entre de 5 a 15 vezes mais que os custos unitários de uma usina a gás natural, por exemplo.

Segundo este raciocínio Walker (2009), destaca que as considerações econômicas, ainda não são favoráveis ao uso da energia solar em grande escala em curto prazo, muito em razão dos elevados custos iniciais e as dificuldades quanto à imprevisibilidade dos fatores climáticos. Porém, a energia solar é uma fonte limpa e sob este viés, seu aproveitamento constitui a solução ideal para a proteção do meio ambiente, devendo sua utilização ser subsidiada pelo Estado.

Mesmo com o elevado custo do investimento inicial interferindo na utilização da energia solar para a produção de eletricidade, com o aumento da produção de painéis fotovoltaicos a tendência é que estes custos diminuam. Deste modo, em razão de ser uma forma de produzir eletricidade sem impactos ambientais diretos, além de ser uma fonte teoricamente inesgotável, a energia solar deve ser colocada como uma das primeiras opções para a geração de energia elétrica no futuro.

### 2.3.3 Energia eólica

De acordo com a ANEEL (2008), considera-se energia eólica a energia cinética proveniente dos ventos. Seu aproveitamento se dá por meio da conversão da energia das massas de ar em movimento, chamada de energia cinética de translação, em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas chamadas de aerogeradores, os quais são

responsáveis pela produção de eletricidade. São citados ainda os cataventos ou moinhos, para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água.

Deste modo, Pomílio (2012) destaca que o grande diferencial no uso da produção de energia eólica é a não emissão de gases na atmosfera. Contudo, há de se considerar outros fatores, mantendo os projetos de instalação de tais fontes geradores adequadamente integrados a paisagem, sendo desenvolvidos em colaboração com as comunidades locais. Importante ressaltar que se deve levar em conta o ruído das turbinas, a interferência eletromagnética com sinais de comunicações, além de seus efeitos com as aves migratórias, o que pode ser equacionado por meio da escolha criteriosa do local de instalação.

Outros aspectos relevantes quanto à energia eólica são citados por Molion (2010), que salienta que capacidade instalada não significa energia gerada, deste modo em casos práticos verificou-se que a geração de eletricidade fica muito abaixo do potencial dos equipamentos, em razão da não constância dos ventos. Assim, constatou-se na Europa que o custo benefício da energia eólica pode torná-la um mau investimento, se instalada em uma área inadequada. Deste modo, é necessário um criterioso estudo prévio para analisar a viabilidade da instalação de um parque eólico.

Portanto, a utilização desta fonte renovável deve seguir os preceitos de sustentabilidade, considerando os diferentes aspectos de sua utilização e a relação de cada um destes com o meio ambiente. Se for assim empregada pode vir a impulsionar o desenvolvimento e a sustentabilidade, pois gera energia sem emitir poluentes contribuindo desta forma para a melhoria das condições de vida de populações que vivem em áreas isoladas, em razão de sua versatilidade e viabilidade técnica.

#### 2.3.4 Biomassa

Biomassa é todo recurso renovável proveniente de matéria orgânica que pode ser empregado na produção de energia, conforme destaca a ANEEL (2008). Apesar de ter baixa eficiência, seu aproveitamento pode ser feito de maneira, por intermédio da combustão. Nesta área tem-se buscado desenvolver novas tecnologias de aperfeiçoamento para reduzir impactos socioambientais. A biomassa é utilizada principalmente em sistemas de cogeração e no suprimento de eletricidade para localidades isoladas da rede elétrica.

Conforme Walker (2009), uma maneira eficiente da utilização da biomassa é a produção de eletricidade a partir do biogás, a qual emprega um motor de combustão acoplado a um gerador elétrico. De acordo com o autor, biogás é a mistura gasosa obtida a partir da fermentação da biomassa em um processo causado pela ação de bactérias na ausência de oxigênio. O biogás também aparece naturalmente na superfície terrestre em lagos, pântanos e rios, como uma fase no ciclo do carbono. Sua obtenção também é possível por meio de biodigestores, que realizam a decomposição de resíduos orgânicos.

Assim, a ANEEL (2008) destaca que dentre as fontes existentes para produção de energia elétrica, o biogás destaca-se por favorecer o meio ambiente. Deste modo, sua utilização proporciona a diminuição dos gases causadores do efeito estufa, além de contribuir com a diminuição poluição do solo e dos lençóis freáticos, em razão do emprego de dejetos urbanos, industriais e agropecuários para a obtenção do referido gás.

De acordo com estudos realizados pela ANEEL (2008), de maneira geral a aplicação da biomassa para produção de energia elétrica se contrapõem a necessidade de um maior gerenciamento do uso e ocupação do solo, bem como na criação de monoculturas, a perda de biodiversidade e o uso demasiado de defensivos agrícolas. Desta maneira, tal fonte de energia poderá vir a ser viável de médio a longo prazo, por meio da aplicação e aprimoramento de novas tecnologias de conversão energética da biomassa e por meio dos incentivos de políticas públicas do setor elétrico.

### 2.3.5 Hidrogênio

Uma ideia que vem ganhando espaço nos últimos anos é utilização do hidrogênio para a produção de eletricidade. Neste sentido, Ett et al. (2002) referem a “célula a combustível” como uma possibilidade para o emprego desta fonte renovável pois, além da geração de eletricidade, produz água pura e emite calor aproveitável para aquecer água. Dentre as vantagens desta tecnologia destacam-se a ausência de emissão de poluentes e sua alta eficiência. Estes aspectos podem dar a célula a combustível lugar de destaque no planejamento ecológico e socioeconômico da matriz energética nacional.

De acordo com os autores supramencionados o combustível de tais células é o hidrogênio, o qual pode ser obtido por meio de um processo químico de reforma de hidrocarbonetos renováveis (álcoois, biomassa). Desta forma, as células a combustível têm o mesmo princípio das baterias e pilhas químicas, transformando energia química em energia elétrica e térmica, com o diferencial de ter uma operação contínua graças à alimentação constante de um combustível.

Deste modo, Pomílio (2012) descreve o rendimento elétrico das células a combustível como sendo muito mais elevado do que o que se obtém em qualquer processo de combustão interna. Porém, salienta-se que para usar tais células como modo de armazenar energia, é preciso dispor de hidrogênio, o qual pode ser obtido por eletrólise da água, por exemplo. Deste modo, deve ser considerado todo o processo, desde a produção do hidrogênio, até a conversão posterior em eletricidade, para verificar seu real benefício para o consumidor e para o meio ambiente.

Destas análises, observa-se que dentro de alguns anos as fontes de energias renováveis devem substituir os combustíveis fósseis. Contudo, o uso de renováveis deve observar fatores sociais e ambientais, dando ênfase as alternativas que contribuam para um desenvolvimento equilibrado. Neste contexto, a substituição das fontes de energia tradicionais se dá paulatinamente, por meio de incentivos de políticas públicas que promovam energias mais limpas, como é o caso da geração de energia elétrica de forma distribuída.

## 3. Metodologia

O método empregado para o desenvolvimento do presente artigo foi hipotético dedutivo. Deste modo, foi realizada uma pesquisa sobre o tema, por meio da qual houve uma análise crítica dos aspectos pertinentes aos impactos que a geração de energia elétrica de forma distribuída pode vir a ter na gestão ambiental. Partindo deste problema inicial, foi realizada a pesquisa com base na hipótese proposta de que a geração distribuída pode incrementar a produção de eletricidade no Brasil, contribuindo para o crescimento socioeconômico, sem contudo degradar o meio ambiente.

Da análise da hipótese supracitada, surgiram novas indagações, sobre a forma como tal processo se dará. Assim, por meio da busca destas novas respostas surge um processo de autorenovação do conhecimento, agregando novas ideias bem como aspectos do tema, que eram desconhecidos antes da realização do trabalho, mostraram-se de extrema relevância, vindo a corroborar com a hipótese inicial. Neste sentido, cabe citar o potencial da geração distribuída de diversificar a matriz energética nacional, que apresentou-se como uma vantagem intrínseca a esta técnica.

## 4. Resultados e conclusões

O Brasil utiliza um sistema centralizado de geração de energia elétrica o qual, segundo Camargo (2006), emprega linhas de transmissão que atualmente estão sobrecarregadas, o que acaba por torná-las propensas a problemas. O autor salienta a necessidade iminente de expansão da capacidade produtiva, pois há uma demanda crescente que se dá em decorrência do desenvolvimento econômico do país. Este último aspecto, traz o alerta para as consequências ambientais e sociais que grandes obras trariam e deste modo, surge espaço para práticas inovadoras como a da geração distribuída, que se baseia em energias diversificadas, renováveis e limpas.

Cabe destacar que o planejamento inadequado quando da construção de usinas hidrelétricas pode ter consequências muito danosas ao meio ambiente e a sociedade. A formação de grandes lagos artificiais acaba por modificar ecossistemas inteiros, vindo ainda a cobrir materiais orgânicos que produzirão gases causadores do efeito estufa. Quanto ao aspecto social, estes lagos interferem diretamente na vida das populações que vivem nas imediações das áreas afetadas, causando desapropriações e inevitáveis injustiças.

Assim, Molion (2010) cita a Usina de Sobradinho, que em razão da falta de planejamento tem um espelho d'água exageradamente grande, ocasionando grandes perdas em razão da evaporação. Outro exemplo trazido pelo autor é Hidrelétrica Balbina, a qual trouxe como consequência de sua construção um lago que inundou 2.400 km<sup>2</sup> de florestas, fazendo com que a decomposição deste material emita dez vezes mais gases causadores do efeito estufa que uma termelétrica de mesma potência.

Muito embora existam aspectos negativos, a produção de hidroeletricidade com o correto planejamento, é considerada uma fonte limpa de produção de energia elétrica. De acordo com Wottrich (2007), ultimamente ganham espaço as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), que diferentemente das Usinas Hidrelétricas de Energia (UHE), causam impactos mínimos ao meio ambiente e enquadram-se na regulamentação concernente a geração distribuída.

Assim, são diversas as vantagens da geração distribuída e neste aspecto Almeida (2010) enumera as principais como sendo as seguintes: maior confiabilidade do suprimento aos usuários; redução de perdas na transmissão, uma vez que é reduzido o Efeito Joule<sup>1</sup>; rápido atendimento ao crescimento da demanda; possibilidade da colocação dos excedentes no mercado; diminuição dos impactos ambientais; benefícios gerais decorrentes da maior eficiência energética em razão da integração dos sistemas de geração distribuída e geração centralizada; aumento na concorrência do mercado de energia elétrica.

Verifica-se que as diversas vantagens da geração distribuída sobre o sistema centralizado lhe dão a perspectiva de um futuro promissor. Destaca-se que suas desvantagens são apenas de ordem técnica, uma vez que é um sistema novo que deverá ser implementado de maneira gradativa.

Deste modo, Valois Coelho e Cartaxo (2004) salientam que em razão das relações sociais de produção vigentes no Brasil, a implementação da geração distribuída, que vai em direção ao fim das desigualdades na distribuição de energia elétrica, empregando tecnologias limpas, eficientes e descentralizadas deve ocorrer apenas a longo prazo. O motivo da demora também está ligado ao alto grau de concentração de renda, pois é normal que as empresas busquem maximizar seus lucros e que, nestas circunstâncias, se insurjam contra às tentativas de mudança.

Assim, os autores supracitados consideram que atualmente o homem vive na condição de objeto de manipulação, deixando de lado a igualdade que deveria ser privilegiada em uma sociedade composta por cidadãos livres. Uma vez que a fome, o analfabetismo e o

---

<sup>1</sup> Efeito Joule: efeito decorrente das perdas na transmissão de energia elétrica em função da transformação desta em calor, como consequência da resistência oferecida pelo condutor quando da passagem da corrente elétrica.



desemprego são consequências dessa desigualdade, é de extrema importância a inclusão que a geração distribuída pode proporcionar ao levar energia elétrica aos mais longínquos recantos do país.

Recentemente o Governo Federal tem adotado algumas iniciativas no sentido de promover estudos sobre a viabilidade da implementação da Geração distribuída. Após a concretização de tais estudos, a Agência Nacional de Energia Elétrica publicou a Resolução Normativa 482/12, que regulamentou a inserção deste modelo de geração no país, determinando a adequação das distribuidoras e regrido o sistema de compensação, por meio do qual o usuário coloca o excedente de sua produção na rede elétrica, ganhando créditos para abater de sua conta.

Com a resolução acima citada o país dá um grande passo em direção ao desenvolvimento de maneira sustentável. Cabe salientar que embora a geração distribuída tenha um custo inicial elevado, traz por outro lado benefícios que vão desde a diversificação da matriz energética até a conscientização ambiental que promove, pois coloca em pauta uma transformação cultural da sociedade, uma vez que insere o cidadão no sistema como um agente que, por meio de sua ação direta, é capaz de gerar energia limpa.

Este papel dado ao indivíduo mostra-se de extrema importância pois, promete ser um catalisador do processo de transformação cultural necessário para que haja a manutenção de um ambiente sadio. Neste aspecto, cresce de importância a iniciativa de agentes públicos que devem adequar economia a aspectos ambientais, sociais e culturais, para que assim possa haver uma gestão pautada na sustentabilidade

## **5. Limitações**

Apesar das vantagens anteriormente citadas, Almeida (2010) cita que a geração distribuída apresenta alguns inconvenientes: aumento da complexidade no planejamento, maior complexidade na realização de manutenções, maior complexidade administrativa, contratual e comercial, aumento de dificuldade na coordenação das atividades, diminuição do fator de utilização das instalações das concessionárias de distribuição, o que tende a aumentar o preço de fornecimento das mesmas.

Vergílio (2012) enfatiza que a geração distribuída conectada a rede trará uma maior complexidade da coordenação da proteção, planejamento e operação do sistema elétrico, além da maior complexidade administrativa, contratual e comercial, maior custo de geração de energia e de manutenção das centrais elétricas. Vergílio (2012) também cita que as principais barreiras para a disseminação de fontes renováveis na geração de energia elétrica no Brasil é o alto custo tecnológico, quando comparado às fontes convencionais, e a grande dificuldade de financiamento das fontes renováveis, não se tornando atrativas sobre o ponto de vista econômico.

## **6. Recomendações de estudo**

São muitas as perguntas que surgem quando se fala em geração distribuída, principalmente no Brasil, país em que a regulamentação desta técnica é recente e, portanto, carece de experiências práticas. Inicialmente é de suma importância uma maior atenção aos aspectos técnicos de viabilidade, em razão de que no Brasil existem diferenças climáticas e espaciais, bem como de seu sistema elétrico peculiar.

Assim, de acordo com Driemeier (2009) a inserção de fontes de geração distribuída no sistema de distribuição de energia elétrica podem afetar tanto os perfis de tensão e frequência, níveis de curto circuito e a qualidade da energia da rede da concessionária. Para evitar que a

conexão da geração distribuída não prejudique a qualidade do fornecimento, alguns estudos deverão ser feitos.

## **7. Referências bibliográficas**

ALMEIDA, Ronaldo Pereira de. **Suprimento regional de energia através de geração distribuída com recursos renováveis**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2010. Disponível em: <<http://juno.unifei.edu.br/bim/0036341.pdf>>. Acesso em: 12jul. 2013.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=1689](http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689)>. Acesso em: 20jun. 2013.

BRASIL. Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.htm)>. Acesso em 14jun. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. 2011. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/resultados\\_pre\\_ben\\_2011.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/resultados_pre_ben_2011.pdf)>. Acesso em 13jul 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. 2012. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf)>. Acesso em 21 jun. 2013.

CAMARGO, Cornélio Celso de Brasil. **Transmissão de energia elétrica: aspectos Fundamentais**. Florianópolis: UFSC, 2006.

CARVALHO, Carlos Henrique Fiche de. **Projeto de um sistema de aquecimento solar de água para pousadas**. 2007. Disponível em: <[http://www.solenerg.com.br/files/monografia\\_carloshenrique.pdf](http://www.solenerg.com.br/files/monografia_carloshenrique.pdf)>. Acesso em : 30jun. 2013.

DRIEMEIER, Luís Henrique. **Geração Distribuída**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24339/000736407.pdf?sequence=1>> Acesso em: 31 jul. 2013.

ETT, Gerhard et al. **Geração de energia elétrica distribuída a partir de célula a combustível**. 2002. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000200007&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000200007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 10jul. 2013.

LEZAMA, Jesús María López; FELTRIN, Antonio Padilha. **Alocação e dimensionamento ótimo de geração distribuída em sistemas com mercados elétricos**. Trabalho completo apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Automática, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, 2008.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. **Energias renováveis**. 2010. Disponível em: <<http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/ENERGIAS%20RENOV%C3%81VEIS.pdf>>. Acesso em 27jun. 2013.

POMILIO, José Antenor. **Eletrônica de potência para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica**. 2012. Disponível em:

<<http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/it744/CAP1.pdf>>. Acesso em 10jul. 2013.

PORTAL Brasil. **Matriz brasileira**. 2010. Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/matriz-energetica>>. Acesso em: 20jul. 2013.

SARRUF, Gustavo Afif, PIGA, Leonardo de Paula Rosa. **Viabilidade da energia solar na Unicamp**. 2006. Disponível em:

<<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/56/36>>. Acesso em: 17jun. 2013.

TOLMASQUIM, Mauricio; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. **Matriz energética brasileira: uma perspectiva**. 2007. Disponível em:

<<http://pt.scribd.com/doc/50102840/matriz-energetica-brasileira>>. Acesso em: 15jul. 2013.

TREVISAN, Aramis Schwanka. **Efeitos da geração distribuída em sistemas de distribuição de baixa tensão**. 2011. Trabalho de conclusão de curso engenharia elétrica do departamento acadêmico de engenharia elétrica da Universidade Federal do Paraná.

<<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/195.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2013

VALOIS COELHO, Ilsa Maria; CARTAXO, Elizabeth Ferreira. 2004. **Universalização da energia elétrica: uma análise política da distribuição de energia e da sua importância sócio-ambiental para o Amazonas**. 2004. Disponível em:

<[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200059&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200059&script=sci_arttext)>. Acesso em 15jul. 2013.

VERGÍLIO, Karen Evelline Perusso. **Geração Distribuída e Pequenas Centrais Hidrelétricas: Alternativas para a Geração de Energia Elétrica no Brasil**. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 2012.

WALKER, Eliana. **Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais**. 2009.

Disponível em:

<<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/220/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Eliana%20Walker.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 8jul 2013

WOTTRICH, Breno. **Modelo para a análise econômica e financeira em projetos de geração distribuída de energia com fontes alternativas**. 2007. Disponível em:

<[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/7/TDE-2011-02-08T083703Z-3019/Publico/WOTTRICH,%20BRENO.pdf](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/7/TDE-2011-02-08T083703Z-3019/Publico/WOTTRICH,%20BRENO.pdf)>. Acesso em: 2 maio 2013.