



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048  
Dezembro 2016

## **A MICRO E MINIGERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA COMO POLÍTICA PÚBLICA PARA SUSTENTABILIDADE**

**RECIERI SCARDUELLI NETO**

recieris@hotmail.com

**KÁTIA CILENE RODRIGUES MADRUGA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

katiamadruga08@gmail.com

**REGINALDO GEREMIAS**

reginaldogeremias@gmail.com

## **A MICRO E MINIGERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA COMO POLÍTICA PÚBLICA PARA SUSTENTABILIDADE**

**Resumo:** As mudanças climáticas são consequência do aumento da concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera. Uma das causas desta elevação é a queima de combustíveis fósseis, enquanto a implantação de fontes renováveis é apontada como ação mitigadora. No Brasil, como forma de incentivo às energias limpas, foi editada a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica. Ela aperfeiçoou as condições para acesso dos micro e minigeradores ao sistema de distribuição e compensação de energia elétrica. A regulamentação tem motivado novos projetos. A maioria destes adota a tecnologia fotovoltaica, que não emite gases durante a geração. A proposta deste artigo foi analisar e discutir a importância da geração fotovoltaica distribuída como política pública para sustentabilidade e os principais atores envolvidos neste processo, tendo como foco os aspectos ambiental e econômico. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica abordando os temas políticas públicas, setor fotovoltaico no Brasil e geração fotovoltaica distribuída. Entre os resultados verificou-se que os diferentes atores influenciaram a tomada de decisão. Destaca-se ainda que apesar de já apresentar resultados positivos, são necessárias novas ações para melhorar a atratividade deste tipo de investimento e desenvolvimento do setor.

**Palavras-chave:** Energia Fotovoltaica. Geração de Energia Distribuída. Energia Renovável. Políticas Públicas. Sustentabilidade.

## **THE MICRO AND MINI DISTRIBUTED PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION AS SUSTAINABILITY POLICY**

**Abstract:** Climate change is a consequence of increased carbon dioxide concentration of the greenhouse effect in the atmosphere. One of the causes to this increase is the burning of fossil fuel. The implementation of renewable energy is considered as mitigating action. In Brazil, a clean energy incentive was the regulation number 687/2015 proposed by the National Electric Energy Agency. It improved the conditions for micro and mini distributed generation access to the grid as well as the compensation system. This regulation has motivated new projects. Most of these adopted photovoltaic technology which does not emit gases during power generation. This article aimed at analyzing and discussing about the distributed photovoltaic power generation importance, considering its actors, as a public policy to promote economic and environmental sustainability. A literature review was carried out. The covered themes included: public policies, photovoltaic sector in Brazil and distributed photovoltaic power generation. Among the results it was possible to find out that the different actors have influenced the decision making process. Moreover, it is clear that the policy brought positive results, however new actions are required to attract investments and the sector development.

**Key Words:** Photovoltaic Energy. Distributed Power Generation. Renewable Energy. Policies Public. Sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma matriz elétrica essencialmente baseada em energias renováveis. Atualmente, 71% da capacidade instalada utiliza esse tipo de fonte, especialmente do tipo hidrelétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

O impacto ambiental causado pela implantação de usinas hidrelétricas é sempre de grande proporção. Entretanto, muitas vezes esse aspecto negativo é ignorado pela população devido ao afastamento destes empreendimentos dos grandes centros urbanos (SÁ, 2016).

Desde 2004, com a regulamentação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a energia eólica sofreu forte expansão e consolidou-se. Essa fonte de energia já responde por mais de 6% da matriz elétrica, fruto de uma forte política implantada (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016; BRASIL, 2004).

A expansão da matriz energética no país aponta para a direção da energia solar, fonte já explorada em diversos países desenvolvidos, especialmente a Alemanha (KEMERICH et al., 2016). Um dos alvos das políticas públicas para o desenvolvimento deste setor é o consumidor final, através da geração fotovoltaica distribuída.

Esse processo foi desencadeado com a publicação da Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Através deste instrumento, houve a criação do sistema de compensação de energia, o que permitiu aos micro e minigeradores conexão ao sistema de distribuição de energia elétrica, colocando fim à necessidade de armazenamento de energia por estes produtores. Além dessa vantagem, essa política traduziu-se num grande estímulo para a adesão de novos geradores distribuídos. Esse dispositivo legal foi recentemente aperfeiçoado, através da edição da Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 da ANEEL, que trouxe diversas alterações que aumentaram a atratividade do sistema de compensação de energia.

Estudos apontam para a viabilidade desse tipo de investimento. Entretanto, o tema ainda é recente, portanto existem diversas lacunas para a otimização e popularização desta forma de produção de energia (LACCHINI; RÜTHER, 2015).

Por ser um tipo de energia limpa, existem diversos benefícios ambientais, quando comparada com outras fontes, uma vez que não emite poluentes durante a geração da energia. Além da importância para o meio ambiente, a geração distribuída também possui vantagens econômicas, uma vez que o consumidor pode reduzir sua compra de energia mensal da distribuidora, o que é um bom atrativo tanto para o setor residencial como comercial e industrial (SÁ, 2016).

Devido à regulamentação recente, ainda existe pequena quantidade de produções acadêmicas e discussões acerca do tema. Dessa forma, avaliar a importância da geração de energia fotovoltaica distribuída como uma política pública para sustentabilidade econômica e ambiental, bem como a efetiva participação dos diversos atores que podem influenciar o processo de implantação de políticas públicas é necessária para embasar outras pesquisas e reforçar a importância do tema para a sociedade e as corporações.

Neste contexto, a proposta deste artigo foi analisar e discutir a importância da geração de energia fotovoltaica distribuída como política pública para sustentabilidade, destacando a fase de implementação, os principais atores envolvidos, aspectos positivos, bem como aqueles que carecem de aperfeiçoamento com vistas a dirimir lacunas e fragilidade para a produção deste tipo de energia de forma distribuída, abordando os pilares ambiental e econômico.

O estudo foi realizado por meio de revisão bibliográfica e documental, contemplando temas relacionados à políticas públicas, setor fotovoltaico no Brasil e geração fotovoltaica distribuída. Após o tratamento destas informações, foi realizada a análise e discussão destes assuntos, identificando a fase de implementação dessa política, os atores envolvidos e o nível de participação destes, além dos aspectos positivos e outros que necessitam aperfeiçoamento

sob o ponto de vista econômico e ambiental.

## 2 POLÍTICAS PÚBLICAS

No decorrer da história, a função que o Estado desempenha na sociedade passou por inúmeras transformações. No século XVIII e XIX, o principal objetivo era a segurança e a defesa externa, em caso de ataque inimigo. Devido ao aprofundamento e expansão da democracia, as responsabilidades do Estado se diversificaram. Atualmente, a principal função é promover o bem-estar da sociedade, atuando diretamente em diversas áreas como saúde, educação e meio ambiente. Para tal, os governos se utilizam das Políticas Públicas (LOPES, et al. apud MARQUES, 2012).

Harold D. Lasswell, cientista político americano, em 1936 expôs pela primeira vez a expressão Análise de Política Pública (*Policy Analysis*), no qual procurou instituir contato entre a produção de ações governamentais e o conhecimento científico e acadêmico (LASSWELL apud AGUM; MENEZES; RISCADO, 2015). Apesar disso, foi em 1951, com a publicação dos livros *O processo governamental*, do também cientista político americano, David B. Truman e *As ciências políticas*, de Harold D. Lasswell em conjunto com o escritor Daniel Lerner, que as políticas públicas foram se constituindo como área disciplinar específica (DIAS; MATOS, 2012).

Por definição, política pública é um conjunto de decisões e não uma decisão isolada (LIMA, 2012). Estas ações são empreendidas ou não pelos governos que são responsáveis por estabelecer condições de equidade, de forma que todos possam alcançar melhoria na qualidade de vida (DIAS; MATOS, 2012). As mesmas se traduzem em programas e ações do Estado, de forma direta ou indireta, com o intuito de enfrentar desafios e aproveitar oportunidades de interesse coletivo. As intervenções visam à oferta de bens e serviços que atendam às demandas resultantes das disputas políticas acerca do que é ou deveria ser de interesse público. As políticas públicas remetem a problemas que são públicos, em oposição aos problemas privados. Na sociedade moderna, cabe ao Estado prover políticas que atendam aos anseios coletivos. Para que as funções estatais sejam exercidas com autenticidade, é preciso haver planejamento e permanente interação entre governo e sociedade, de forma que haja o engajamento de objetivos e metas que orientem a formulação e a implementação das políticas públicas (MADEIRA, 2014).

Dentro deste processo compartilhado de decisões atuam diversos indivíduos, grupos, organizações, movimentos, os quais são denominados atores. Estes influenciam no processo de formulação de políticas, através de variadas formas de atuação e com objetivos convergentes ou divergentes entre si. Entre os principais atores podem-se citar os políticos e seus partidos, equipes de governo, o corpo técnico representado pelos funcionários de carreira, a mídia, empresas, sindicatos, organizações do terceiro setor, movimentos sociais, grupos de pressão, associações comunitárias e atores do conhecimento como os centros de pesquisa (DIAS; MATOS, 2012).

O alcance dos objetivos das políticas depende da forma que estes atores interagem. Esse jogo de interesses pode resultar em bons ou maus resultados, de acordo com a concertação entre os envolvidos durante o processo de elaboração e execução. Não há um consenso entre os autores sobre o número de estágios para implementação de uma política pública. Apesar disso, a maioria deles considera cinco fases em comum, que são: a) Identificação do problema; b) Elaboração de alternativas; c) Tomada de decisão; d) Implementação; e) Avaliação. O processo é reiniciado ao identificarem-se problemas e oportunidade de melhoria na etapa de avaliação (DIAS; MATOS, 2012).

As políticas públicas para geração de energia elétrica exigem uma coordenação do Estado que possui a função básica de garantir o provimento de eletricidade para a sociedade,

embora não precise, necessariamente, produzi-la. Apesar disso, elas não atuam de maneira isolada, mas são dependentes de um leque de outras políticas que interagem entre si, tais como as econômica, ambiental, de segurança nacional, social, tecnológica, etc. A agenda energética envolve uma ampla governança e vários níveis de poder competem no processo decisório, por exemplo, a União, estados, municípios, sociedade civil, universidades, centros de pesquisa e inclusive empresas privadas. Em regimes democráticos, os amplos debates, além de promoverem o esclarecimento, norteiam a formulação das políticas públicas (HINRICH; KLEINBACH, 2003).

O Brasil é um país privilegiado em termos de recursos energéticos, com potencial para geração de diversos tipos de energia. Apesar desse cenário favorável, é preciso alinhar as políticas públicas para geração de energia na direção da prosperidade em um momento que o Brasil atravessa um período de crise político-econômica. O passado já ensinou que os resultados dependem das diretrizes estabelecidas.

### **3 O SETOR FOTOVOLTAICO NO BRASIL**

Para atender ao consumo de eletricidade, o Brasil depende basicamente da gestão dos estoques de água. Quando os reservatórios estão cheios, a participação das hidrelétricas no atendimento do consumo ultrapassa 90% (STREET, 2015). Por outro lado, em períodos de estiagem prolongada, a geração é gravemente afetada. Segundo dados da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), em 19/09/2015 o Sistema Cantareira, reservatório com a maior capacidade de armazenamento do estado de São Paulo (1.269 milhões de metros cúbicos), operava com 12,7% da capacidade já considerando o “volume morto”. Cinco anos antes, nessa mesma data, o nível era de 84,7% (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016).

Uma das alternativas propostas para reduzir a grande dependência da fonte hídrica é a diversificação da matriz energética. Em 2015 foi publicado o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2024), que prevê expansão de 55% da capacidade instalada no país, mantendo a mesma proporção de energia renovável *versus* não renovável. Entretanto, está prevista uma alteração na composição das fontes renováveis, com destaque para a redução da dependência hídrica, que em 2014 era de 67,6% e deverá reduzir para 56,7% em 2024. Um dos caminhos para a efetivação dessa mudança é através da expansão da energia solar. Está previsto que o setor fotovoltaico responderá por 3,3% da capacidade total instalada no Brasil em 2024 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

Em março de 2016, a energia fotovoltaica era responsável por apenas 0,02% da matriz elétrica do país, enquanto as fontes renováveis respondiam por 70,82%. De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG), nessa mesma data existiam 60 empreendimentos fotovoltaicos com a construção a iniciar. Estes somam 1.736MW de potência outorgada, quantidade que correspondia 1,22% da capacidade total instalada no Brasil naquele mês (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

Através da Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 da ANEEL foi regulamentada as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Essa resolução sofreu diversas alterações editadas pela resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, que trouxe condições mais atrativas à geração distribuída (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015).

Nos últimos meses as conexões de unidades geradoras fotovoltaicas distribuídas cresceram acentuadamente. Enquanto em outubro de 2015 a ANEEL anunciava a milésima conexão à rede, sete meses depois, em maio de 2016, o número já havia triplicado, com mais

de 3.300 unidades, alcançando 25,5MW de potência instalada (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

O Brasil apresente aptidão para ampliar a participação da energia solar, uma vez que o seu território está localizado, na sua maior parte, na região intertropical e possui posição privilegiada para exploração de energia solar durante o ano todo. A irradiação solar incidente no país está entre 1500 a 2300 kWh/m<sup>2</sup>/ano, enquanto países que estão na vanguarda da exploração de energia fotovoltaica possuem irradiação solar consideravelmente inferior, como é o caso da Alemanha (900 a 1250 kWh/m<sup>2</sup>/ano) e da Espanha (1200 a 1850 kWh/m<sup>2</sup>) (LACCHINI; RÜTHER, 2015).

Além de contar com esse potencial, no campo das políticas públicas o país também tem avançado para viabilizar a geração de energia fotovoltaica distribuída e também em larga escala através de leilões e financiamentos subsidiados.

#### **4 GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA**

A concepção do termo geração distribuída se deu em 1882 por Thomas A. Edison, quando este criou o primeiro sistema de geração de energia em Nova Iorque. A central de geração encontrava-se próximo à carga, na Rua Pearl Street, onde fornecia energia para lâmpadas incandescentes de aproximadamente 59 clientes em uma área de 1km<sup>2</sup> (VERGÍLIO, 2012).

Os sistemas de distribuição geralmente eram projetados e operados sem a presença intermediária de outras fontes de energia, com o fluxo de potência fluindo apenas em uma direção. A operação de geradores em paralelo com o sistema de distribuição trouxe novos desafios e essa alternativa, conhecida como geração distribuída, tornou-se economicamente interessante e vêm se consolidando como uma tendência (LUIZ, 2012).

A geração distribuída pode ser classificada em grande, médio ou pequeno porte, de acordo com a potência do sistema. Na proporção de que as unidades de grande porte estão associadas fortemente à lógica industrial, a geração de menor porte apresenta uma vinculação à realidade residencial e comercial (CRUZ, 2015).

A micro e a minigeração distribuída baseiam-se na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras. Essas utilizam fontes hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada que, por meio de instalações de unidades consumidoras, são conectadas à rede de distribuição (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2014).

No Brasil, a geração distribuída é regulada pela resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 da ANEEL. Esse dispositivo legal, recentemente, sofreu diversas alterações, por meio da Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 da ANEEL, que estabeleceu inovações e aperfeiçoamentos, tornando mais atrativa a micro e minigeração distribuída. Dentre as alterações, destacam-se o aumento da potência máxima de 1 MW para 5 MW, ampliação da duração dos crédito de energia elétrica de 36 para 60 meses, redução do prazo de tramitação junto às distribuidoras e a previsão de submissão e acompanhamento de novos pedidos pela internet a partir de 2017 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015).

Ao mesmo tempo em que houve o aperfeiçoamento desta política pública, aumentaram, significativamente, o número mensal de conexões à rede, bem como a potência total instalada conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

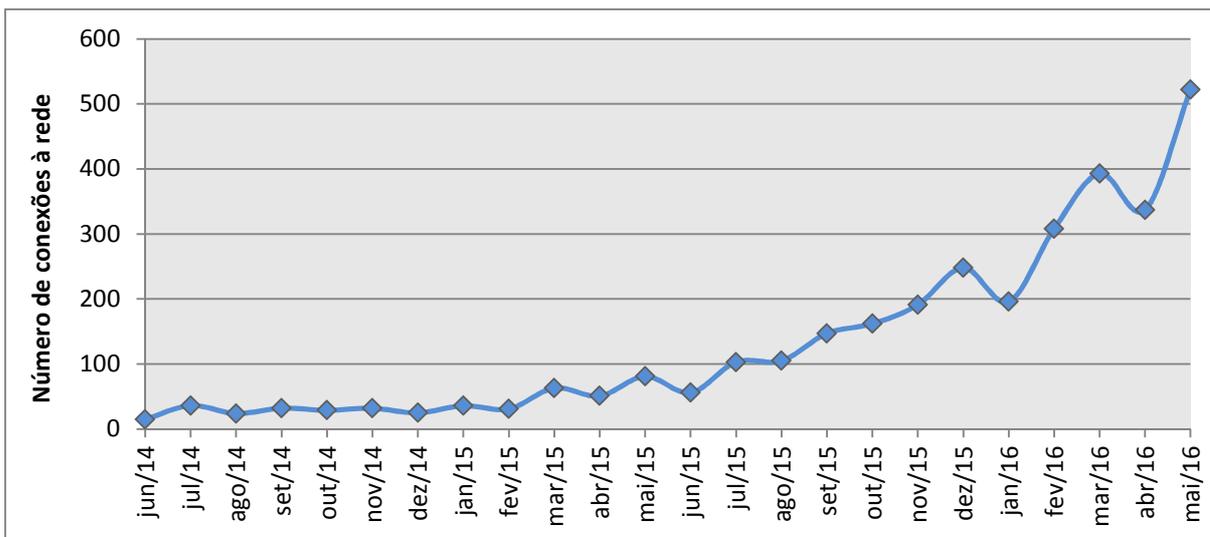


Figura 1 – Quantidade mensal de conexões de micro e minigeradores fotovoltaicos à rede

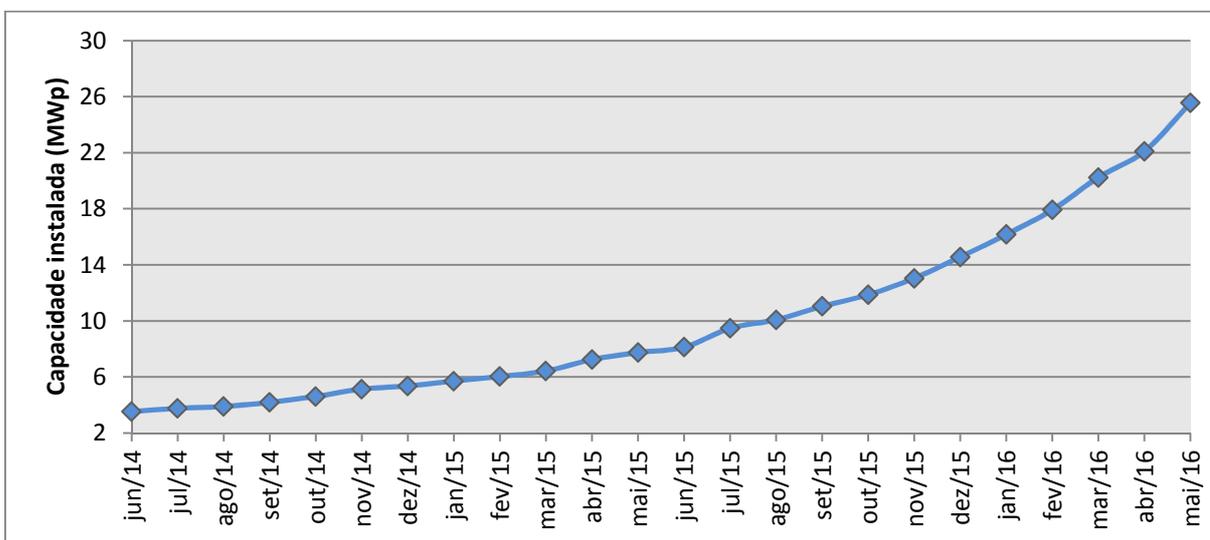


Figura 2 – Capacidade total instalada acumulada de micro e minigeradores fotovoltaicos

Apesar da aceleração do crescimento deste tipo de geração de energia, a capacidade instalada ainda está aquém das projeções da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Governo Federal. A Figura 3 apresenta as previsões realizadas na nota técnica DEA 19/14 da EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

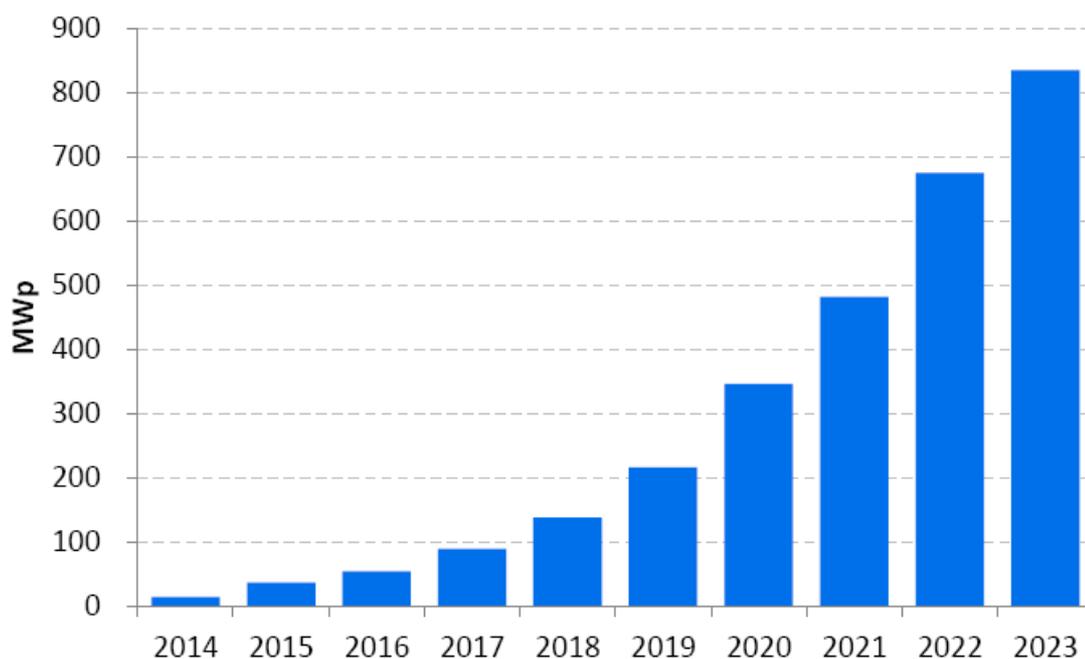


Figura 3 – Capacidade total instalada acumulada de micro e minigeradores fotovoltaicos

Considera-se microgeradores as centrais geradoras de energia elétrica com potência instalada de até 75 kW e que utilizem fontes renováveis ou cogeração qualificada. Os minigeradores são as centrais geradoras com potência entre 75kW e 3MW para fontes hídricas e entre 75kW e 5MW para as demais fontes renováveis ou cogeração qualificada (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015).

Conforme dados disponibilizados pela ANEEL em julho de 2016, a fonte mais representativa na geração distribuída era a fotovoltaica, tanto na quantidade de centrais geradoras (Tabela 1) como na potência instalada (Figura 4).

Tabela 1 - Quantidade de centrais geradoras por tipo de fonte

Tipo de Fonte	Quantidade de centrais geradoras
Fotovoltaica	3374
Eólica	64
Biomassa / Solar Térmica / Coogeração	17
Hidráulica	5

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (2016).

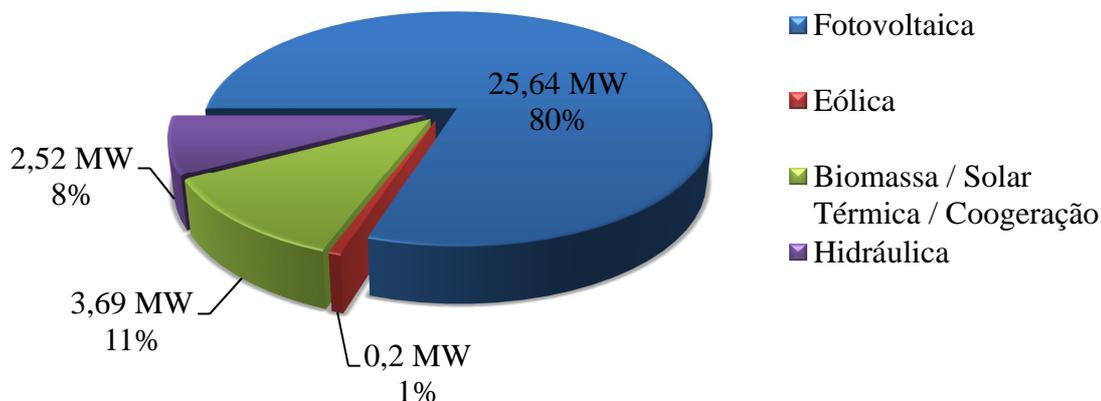


Figura 4 – Potência Instalada por tipo de fonte (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

A conexão à rede pode ser realizada por unidades consumidoras isoladas, por empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras ou ainda através da reunião de consumidores por meio de consórcio ou cooperativa. Também está previsto o autoconsumo remoto que é caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica ou Física que possua unidade com micro ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015).

O processo de solicitação de acesso é composto por 5 fases: a) Solicitação de acesso; b) Parecer de acesso; c) Implantação da conexão; d) Aprovação do ponto de conexão; e) Contratos. O prazo total da distribuidora para conclusão de todas as etapas é de 34 a 79 dias, de acordo com o porte da central geradora e a necessidade de reforço ou melhoria do sistema de distribuição. Os custos relativos às adequações do sistema de medição e às melhorias decorrentes exclusivamente da conexão de minigeração acarretam em ônus ao acessante, enquanto para o microgerador esse ônus é de responsabilidade da distribuidora. Para ambos os grupos de geradores distribuídos, os custos de operação e manutenção do sistema de medição é de responsabilidade da distribuidora (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015).

No Brasil a geração de energia distribuída funciona sob a forma de sistema de compensação, onde a energia injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora é cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora. O gerador dessa energia fará jus a um crédito em quantidade de energia a ser consumida em até 60 meses. Apesar disso, deverá ser cobrado destes consumidores, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o grupo B (baixa tensão), ou da demanda contratada para o grupo A (alta tensão). Por esse motivo, independente da energia gerada, não é possível alcançar o custo zero da fatura de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015).

Como medidas futuras para aperfeiçoamento, a Resolução normativa 687/2015 da ANEEL prevê que, a partir de 2017, todas distribuidoras deverão disponibilizar sistema eletrônico que permita o envio da solicitação de acesso e dos documentos necessários, bem como o acompanhamento de cada etapa do processo. Também está previsto que ocorra uma nova revisão da Resolução normativa 482/2012 até o final do ano de 2019.

Embora ainda não existam linhas de financiamento subsidiadas para a micro e

minigeração fotovoltaica, estudos recentes demonstram viabilidade financeira para esse tipo de investimento com recursos próprios nas cidades de Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Porto Alegre e Brasília. Dentre estas, as que mais se destacaram com o menor tempo de retorno do investimento foram Fortaleza e Belo Horizonte, com *payback* de 8,9 e 11,1 anos, respectivamente, utilizando a tecnologia de células fotovoltaicas de silício cristalino. As demais cidades também alcançaram o retorno do investimento antes do encerramento da vida útil do empreendimento (25 anos), porém com taxas internas de retorno menores, conforme demonstrado na Figura 5 (LACCHINI; RÜTHER, 2015).

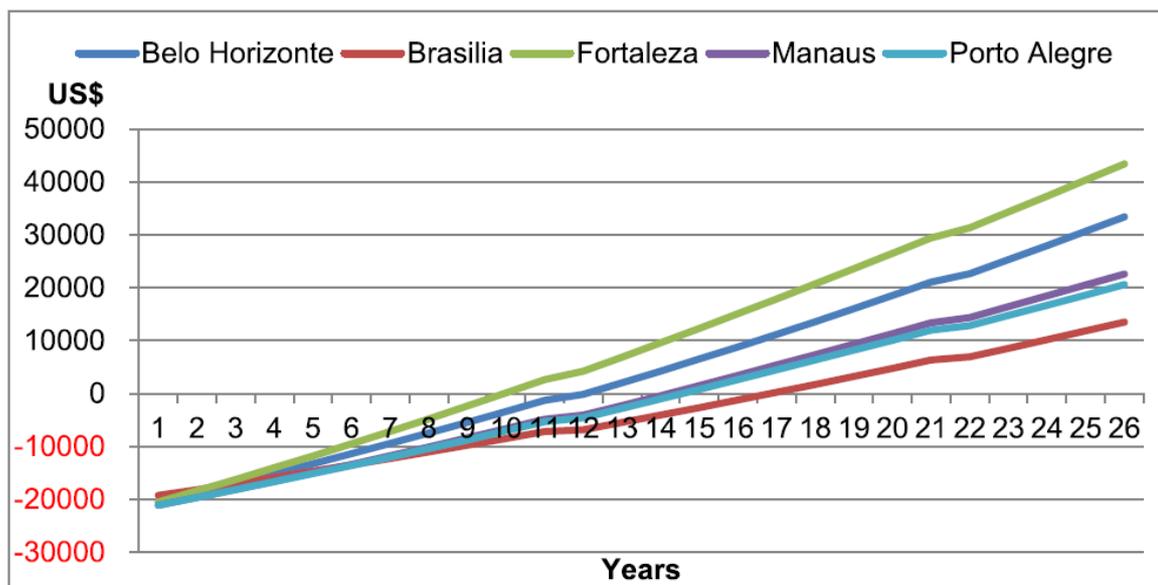


Figura 5 – Evolução do fluxo de caixa acumulado das cinco cidades em 25 anos com a tecnologia de silício cristalino utilizando recursos próprios

Portanto, nota-se que o benefício econômico da energia fotovoltaica distribuída para os micros e minigeradores varia de acordo com a região onde eles estão localizados. Além disso, deve ser considerada a redução da exposição à variação da tarifa de energia elétrica e do sistema de bandeiras tarifárias.

A tecnologia fotovoltaica também possui benefícios ambientais, notadamente quando comparada com outras formas de geração de energia, em especial aquelas a partir de combustíveis fósseis. As principais vantagens ambientais deste tipo de tecnologia estão relacionadas às emissões e produção de ruído, que são praticamente inexistentes. Apesar disso, deve-se destacar que as outras etapas da cadeia produtiva dos módulos fotovoltaicos e demais componentes causam emissões. No passado, os sistemas fotovoltaicos eram consumidores de energia em vez de produtores, ou seja, o tempo de retorno de investimento de energia (*payback* energético) era maior do que a sua vida útil. Entretanto, com o desenvolvimento deste tipo de tecnologia, atualmente o *payback* energético é de aproximadamente 4,5 anos (FUKUROZAKI, 2011).

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A edição da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 da ANEEL materializou uma importante política pública, ao viabilizar a conexão de micro e minigeradores de energia fotovoltaica à rede. Segundo as cinco fases de implementação de uma política pública definida por Dias e Matos (2012), constata-se que a geração fotovoltaica

no Brasil está na quinta fase, a de avaliação, que é retroalimentada através da identificação de problemas novos ou não sanados, para os quais são elaboradas novas alternativas de ajustes e tomadas as decisões para implementação de políticas complementares. Exemplo disso são os dados disponibilizados pela ANEEL que demonstram que após a implementação da referida Resolução normativa, os efeitos não foram imediatos. O número de conexões e a potência instalada apenas sofreram significativo acréscimo mais de três anos depois, no final de 2015.

Esse incremento coincide com a publicação da Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 da ANEEL, que aperfeiçoou o sistema de compensação de energia. A resolução tornou as condições de produção dos mini e microgeradores mais atrativas e o trâmite para conexão à rede menos burocrática, ou seja, ocorreu um ajuste à política pública para geração de energia distribuída. Nesse caso, identifica-se o provimento de uma política pública para atendimento dos anseios coletivos que, conforme Madeira (2014), é uma das responsabilidades do Estado moderno.

Apesar destes aspectos positivos, percebe-se que existem diversas outras ações necessárias para solidificar a política pública de geração fotovoltaica distribuída. A título de exemplo, atualmente o país não possui linhas de crédito específicas para financiamento dos equipamentos para o consumidor final, e nem ações concentradas para o desenvolvimento da cadeia produtiva.

Outro fator negativo é o tempo de retorno de investimento. Conforme o estudo apresentado, na melhor situação o *payback* é de quase 9 anos, enquanto no pior caso esse tempo chega até 16 anos. Os principais motivos para este resultado são o preço da tarifa elétrica e o alto custo de investimento inicial. As duas formas para reduzir esse *payback* são: a) aumento das tarifas de energia elétrica, medida indesejada, uma vez que produziria efeitos nocivos à economia, como aqueles ocorridos no final do ano de 2014 e início de 2015; b) redução dos custos dos equipamentos, através de políticas para desenvolvimento da cadeia produtiva do setor fotovoltaico e/ou outros incentivos para tornar a produção de energia distribuída mais atrativa e, por consequência, gerar demanda em escala de maneira que seja possível reduzir os custos dos equipamentos, conjunto de ações que poderia gerar efeitos positivos na economia. A criação de políticas públicas que incentivem a pesquisa também deve ser considerada, uma vez que o desenvolvimento desta tecnologia proporcionará redução dos custos contribuindo para o aumento da atratividade do investimento.

Ainda que se tenham muitos desafios para o desenvolvimento das políticas públicas para geração de energia distribuída, existem diversos aspectos positivos observados nessa implantação. Conforme Lima (2012), política pública é um conjunto de decisões e não somente uma decisão isolada. Essa ideia é ratificada por Dias e Matos (2012), que afirmam que o processo compartilhado de decisões é composto por diversos atores que influenciam na formulação das políticas. Na edição da Resolução normativa nº 687/2015, além dos atores que possuem participação direta, como a equipe de governo inserida na ANEEL e o seu corpo técnico, na audiência pública 026/2015 foram enviadas 101 contribuições para essa Resolução normativa. Dentre essas contribuições externas, identificaram-se diversos atores elencados por Dias e Matos (2012) como fontes de influência na formulação de políticas, os quais seriam: empresas privadas, empresas públicas que atuam na área de desenvolvimento (Caixa Econômica Federal), grupos de pressão (através de associações e conselhos), atores do conhecimento (centros de pesquisa e universidades), organizações do terceiro setor (Greenpeace Brasil e WWF), equipes de governo (Secretaria de Energia do Estado de São Paulo e a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades), participações individuais de cidadãos, entre outros.

Essa participação de diferentes partes interessadas (*stakeholders*) proporciona uma grande colaboração para o atendimento dos seus diferentes anseios e, quando bem concertada, pode convergir com grande eficácia para o atingimento do objetivo da política pública.

Hinrich e Kleinbach (2003) nos ensinam que essa ampla governança em regimes democráticos, além de promover o esclarecimento, norteiam a formulação das políticas públicas. Ressalta-se, ainda, a capilaridade do processo, uma vez que qualquer cidadão, mesmo que de forma individual, possui voz no mesmo. Exemplificamos a participação autônoma de uma pessoa física, que sugeriu que a resolução normativa passasse a reconhecer equipamentos, não somente homologados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), mas também aqueles homologados por órgãos internacionais. Como resultado, houve a inclusão do item 4.3.1 ao “Módulo 3 – Acesso ao Sistema de distribuição”, com o seguinte texto: “[...] o acessante deve apresentar certificados atestando que os inversores foram ensaiados e aprovados conforme normas técnicas brasileiras ou normas internacionais, ou o número de registro da concessão do Inmetro [...]”.

Sob o ponto de vista ambiental, essa política é extremamente benéfica, uma vez que incentiva a produção de um tipo de energia renovável que não emite gases do efeito estufa durante sua geração. De acordo com Lacchini e Rütter (2015), o Brasil possui posição privilegiada para exploração de energia solar, com alto índice de aproveitamento durante o ano todo. Incentivos neste tipo de fonte energética contribuem para retardar a implantação de novas plantas de geração de energia por meio de combustíveis fósseis ou mesmo a construção de barragens para produção de energia hidrelétrica que, embora não gerem emissões de gases tóxicos, causam grandes impactos ambientais. Segundo dados da EPE, estima-se que até 2023 tenhamos 835MW de potência instalada em micro e minigeradores fotovoltaicos distribuídos, o que, atualmente, representa cerca de 0,56% da matriz elétrica nacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

Apesar disso, qualquer ação implantada somente sob a óptica ambiental desacompanhada de um viés econômico, está fadada ao insucesso. Como verificado no estudo de Lacchini e Rütter (2015), com tempo de retorno de investimento para cinco capitais, percebe-se que já existe viabilidade econômica de implantação dos sistemas fotovoltaicos distribuídos, principalmente nas regiões com maior incidência solar. Outro aspecto econômico positivo a ser considerado é a mitigação do risco de aumento de tarifas para os consumidores que produzem sua própria energia. Esses, por exemplo, pouco seriam afetados pelos reajustes tarifários da ordem de 50% ocorridos no final do ano de 2014 e início de 2015. Esse fator é especialmente importante para o setor empresarial, pois além de ser um investimento para corte de custos, também pode ser considerado como um elemento para redução do componente risco do Lucro e despesas indiretas (LDI), aumentando a competitividade da empresa. Como destacado no estudo da Resolução normativa nº 687/2015, além da fotovoltaica é possível utilizar outro tipos de energia dentro do sistema de compensação, como a eólica, as quais podem ser combinadas em projetos de instalação proporcionando otimização do investimento dos micro e minigeradores.

A energia fotovoltaica distribuída também pode contribuir para a diversificação da matriz elétrica nacional. Entretanto, uma maior participação deste tipo de energia poderá proporcionar maior segurança energética e catalisar o desenvolvimento econômico ao colaborar com a mitigação de riscos atrelados ao desabastecimento de energia.

## **6 CONCLUSÕES**

Conforme proposto inicialmente, o objetivo deste trabalho foi analisar e discutir acerca da importância da geração de energia fotovoltaica distribuída como política pública para sustentabilidade, destacando a fase de implementação, os principais atores envolvidos, aspectos positivos, bem como aqueles que carecem de aperfeiçoamento com vistas a dirimir lacunas e fragilidade para a produção deste tipo de energia de forma distribuída, abordando os

pilares ambiental e econômico.

Por meio deste estudo, verificou-se que a política para geração fotovoltaica distribuída no Brasil encontra-se na fase de avaliação e conta com a participação de atores de diversos segmentos da sociedade. As regulamentações 482/2012 e 687/2015 da ANEEL possibilitaram a conexão de micro e minigeradores à rede, favorecendo as condições dessa forma de geração de energia. Apesar disso, para que a geração fotovoltaica distribuída se torne relevante dentro da matriz elétrica nacional, ainda são necessárias políticas complementares que aumentem a atratividade desse tipo de investimento. Todavia, o cenário no ano de 2016 é de expansão, fato positivo para o Brasil, pois essa forma de energia apresenta-se intimamente ligada com a sustentabilidade, tanto sob o ponto de vista ambiental, uma vez que apresenta menores impactos negativos ao meio ambiente, como sob o ponto de vista econômico para o segmento empresarial e residencial.

A tecnologia fotovoltaica ainda é muito recente no país e esta temática ainda é pouco explorada no meio acadêmico. Neste contexto, podem ser sugeridos novas pesquisas acerca do tema, incluindo-se estudos sobre linhas de pesquisa para redução do custo desta tecnologia, políticas estruturantes para o setor fotovoltaico, como ocorreu para o eólico através do PROINFA, avaliação da carga tributária e impactos da desoneração do setor, entre outros.

## REFERÊNCIAS

AGUM, Ricardo; MENEZES, Monique; RISCADO, Priscila. Políticas Públicas: Conceitos e Análise em Revisão. **Revista Agenda Política**, São Carlos, v. 3, n. 2, p.12-42, jul. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 19 abr. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. Brasília, 2014. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/caderno-tematico-microeminigeracao.pdf>>. Acesso em 02 jul. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 02 dez. 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informação de Geração**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/prodist>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Registro de micro e minigeração distribuída**. 2016. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/Excel/Micro\\_Minigeracao\\_ANEEL.xlsx](http://www.aneel.gov.br/arquivos/Excel/Micro_Minigeracao_ANEEL.xlsx)>. Acesso em 06

jul. 2016.

BRASIL. Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004. Regulamenta o inciso I e os §§ 1o, 2o, 3o, 4o e 5o do art. 3o da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, DF, 31 mar. 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5025.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5025.htm)>. Acesso em: 23 ago. 2016

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Sítio da SABESP**. Disponível em <http://www.sabesp.com.br>. Acessado em 09 jul. 2016.

CRUZ, Daniel Tavares. **Micro e minigeração eólica e solar no Brasil**: propostas para desenvolvimento do setor. 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

DIAS, Reinaldo; MATOS, Fernanda. **Políticas Públicas**: princípios propósito e processos. São Paulo: Atlas, 2012. 252 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica DEA 19/14**: Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Rio de Janeiro, 2014. 60 p.

FUKUROZAKI, Sandra Harumi. **Avaliação do ciclo de vida de potenciais rotas de produção de hidrogênio**: estudo dos sistemas de gaseificação da biomassa e de energia solar fotovoltaica. 2011. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-10102011-102047/>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

HINRICH, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e meio ambiente**. 3. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 543 p.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha et al. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 20, n. 1, p.241-247, abr. 2016.

LACCHINI, Corrado; RÜTHER, Ricardo. The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. **Renewable Energy**, v. 83, p. 786-798, 2015.

LIMA, Waner Gonçalves. Política pública: discussão de conceitos. **Interface**, Palmas, v. 5, n. 5, p.49-54, out. 2012.

LUIZ, Cicéli Martins. **Avaliação dos Impactos da Geração Distribuída para Proteção do Sistema Elétrico**. 2012. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MACHADO, C.T.; MIRANDA, F.S. **Energia Solar Fotovoltaica**: uma breve revisão.

Revista Virtual de Química, 2015. 7(1), 126-143.

MADEIRA, L. M.. **Avaliação de Políticas Públicas**. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2014. v. 1. 254p .

MARQUES, Alexandra Nunes. **Políticas públicas de saúde: Análise do acolhimento às gestantes do município de Guararema (SP)**. 2012. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão Pública Municipal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília, 2015. Disponível em <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>. Acesso em 19 mar. 2016.

SÁ, Vinícius de Souza. **Estudo de Viabilidade de Utilização de Sistema de Geração Fotovoltaica Conectado à Rede no Brasil**. 2016. 39 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

STREET, Alexandre. **A crise energética de 2015**. Jornal Valor Econômico. Versão online, 24/02/2015. Disponível em <http://www.valor.com.br/opiniao/3922020/crise-energetica-de-2015>. Acessado em 26 mar. 2015.

VERGÍLIO, Karen Evelline Perusso. **Geração Distribuída e Pequenas Centrais Hidrelétricas: Alternativas para a geração de energia elétrica no Brasil**. 2012. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica Com ênfase em Sistemas de Energia e Automação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.