

ENERGIA SOLAR EM JUAZEIRO/BAHIA: ROTAS E ALTERNATIVAS PARA OS CONDOMÍNIOS PRAIA DO RODEADOURO E MORADA DO SALITRE

Felipe Barroco Fontes Cunha¹
Maria Cândida Arrais de Miranda Mousinho²
Ednildo Andrade Torres³
Marcelo Santana Silva⁴
Celso Luiz Braga de Castro⁵

RESUMO

O presente trabalho visa analisar o programa autorizado pela Resolução ANEEL n. 4.385/2013 e a regulação nacional, em especial à afeta a geração distribuída, para propor rotas e alternativas que possam viabilizar a reconexão dos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre à rede elétrica da concessionária COELBA e a fruição de benefícios com os equipamentos recebidos por meio do Programa de Geração de Renda e Energia, implantado pela Caixa Econômica Federal em parceria com a Empresa Brasil Solair, visto que tal programa figurou como extremamente relevante para a inserção da energia solar, via geração distribuída, na matriz elétrica brasileira. A metodologia é aplicada, qualitativa, descritiva e exploratória, com o estudo de caso do Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/BA. Para realizar a coleta dos dados utilizou-se as técnicas da pesquisa bibliográfica e documental. Recorreu-se também a entrevista de atores chaves para compreensão da questão. Para análise dos dados coletados, utilizou-se o método da triangulação. Nos resultados, são expostos e analisados 5 oportunidades diferentes para os condomínios, a exemplo venda direta da energia para a COLEBA, arrendamento dos telhados e equipamentos ou formação de cooperativa com outros beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida, para compensação remota da energia. Nas conclusões entende-se pela necessidade de reforma do setor, com a adoção dos princípios de eficiência energética, resiliência e do desenvolvimento socioambiental sustentável como pilares de sustentação, buscando prevenir que situações como aqui estudada voltem a se repetir.

Palavras-chave: Energia Renovável; Energia Solar; Geração Distribuída; Resolução ANEEL n. 4.385/2013; Juazeiro/Bahia.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the program authorized by ANEEL Resolution no. 4.385 / 2013 and Brazilian regulation, in particular the one affect distributed generation, in order to

¹ Advogado, Doutorando em Energia e Ambiente pelo PGENAm/UFBA, fbarroco@bmeg.com.br

² Doutoranda em Energia e Ambiente Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Professora do Instituto Federal da Bahia (IFBA), mcadmm@yahoo.com.br

³ Pós-Doutor pela Florida A&M University, FAMU, Estados Unidos, Professor Titular da UFBA/Escola Politécnica/LEN/CIENAM/INCT-EA, ednildotorres@gmail.com

⁴ Pós-Doutorando em Engenharia Industrial -PDJ-CNPq (PEI/UFBA), Professor Permanente do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT/IFBA), Professor Participante das Pós-Graduações em Engenharia Industrial e em Energia e Ambiente (UFBA), profmarceloifba@gmail.com

⁵ Advogado, Doutor em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Professor Permanente do Mestrado e Doutorado em Direito da Universidade Federal da Bahia (PPGD/UFBA), celso@celsocastro.adv.br

Todos com endereço na Escola Politécnica da UFBA, Rua Aristides Novis, n. 2, Federação – Salvador – Bahia, CEP: 40210-630 e telefone 71 32839808.

propose routes and alternatives that could enable the reconnection of the Praia do Rodeadouro and Morada do Salitre condominiums to the electricity grid of the COELBA concessionaire and the profit of benefits with the equipment received through the Income and Energy Generation Program, implemented by Caixa Econômica Federal in partnership with Empresa Brasil Solair, since this program was extremely relevant for the insertion of solar energy, via distributed generation, in the Brazilian electricity matrix. The methodology is qualitative, applied, descriptive and exploratory, with the case study of the Generation of Income and Energy Program in Juazeiro / BA. In order to perform the data collection, we used bibliographic and documentary research techniques. It was also used the interview of key actors to understand the issue. For the analysis of the data collected, the triangulation method was used. In the results, 5 different opportunities for condominiums are exposed and analyzed, such as direct sale of energy to COELBA, rental of roofs and equipment, or training of cooperatives with other beneficiaries of the Minha Casa Minha Vida Program for remote energy compensation. The conclusions are understood as the need to reform the sector, with the adoption of the principles of energy efficiency, resilience and sustainable social and environmental development as pillars of sustainability, seeking to prevent situations such as those studied here from happening again

Keywords: Renewable Energy; Solar Energy; Distributed Generation; Resolution ANEEL n. 4.385/2013; Juazeiro/Bahia.

JEL: Z32

1 INTRODUÇÃO

A percepção atual de que o sistema planetário se encontra à beira de um colapso ambiental em suas mais diversas áreas, e que os resultados podem levar a humanidade a pontos de não retorno, com alterações significativas dos processos ambientais hoje conhecidos (ROCKSTRÖM et al., 2009), tem feito com que os países iniciem um movimento ainda não totalmente estruturado e coordenado para práticas ambientalmente mais corretas (ROCKSTRÖM et al., 2017). Busca-se, através de uma cadeia de produção mais limpa (MARINHO; KIPERSTOK, 2001), desacoplar a economia mundial do intensivo uso de fontes fósseis, sendo o esforço mais recente da comunidade internacional a celebração em 2015 do Acordo de Paris sobre as Mudanças Climáticas (FCCC/CP/2015), internalizado no ordenamento pátrio pelo Decreto n. 9.073/2017.

Acontece que enquanto diversos países do mundo buscam implementar uma “revolução verde” em suas matrizes energéticas e sistemas produtivos, visando reduzir os níveis de emissão de gases causadores do efeito estufa e, concomitantemente, garantir um espaço na fronteira da inovação tecnológica das energias renováveis e na economia de baixo carbono (DAWN et al., 2016; ISMAIL et al., 2015; JOLLY, RAVEN, 2016), o Brasil segue a reboque da corrente, limitando-se

à assimilação passiva das tecnologias e ao exercício de atividades da cadeia produtiva com menor valor agregado e baixa sofisticação tecnológica, sobretudo quando se trata de energia solar (DUBEUX, 2015; SOUZA, CAVALCANTE, 2016).

Apesar de contarem com uma taxa de irradiação solar menor que a brasileira, países como Estados Unidos, Alemanha, Itália, Índia e China, além de disputarem a liderança nas tecnologias de produção de painéis solares, têm agregado, anualmente, às suas matrizes elétricas, mais capacidade instalada em números absolutos do que a estimativa total brasileira prevista até o ano de 2024, qual seja, 3.208 MWp (DUSONCHET, TELARETTI, 2015; PYRGOU, et al., 2016; ANEEL, 2017).

A seu turno, atual cenário brasileiro de incremento do risco hidrológico, decorrente das mudanças climáticas (PSR/COPPE/UFRJ, 2015, p. 69-70), e o backup termoelétrico do sistema brasileiro, calcado em combustível fóssil⁶ (ANEEL/BIG, 2017), desvelam que, ao contrário do apregoado pelo Governo Federal, a aposta em geração hídrica é cada vez mais arriscada e cara, principalmente se devidamente consideradas as externalidades ambientais existentes (CORTEKAR; GROTH, 2015, p. 13; MELO et al., 2016, p. 224; SCHMIDT² et al., 2016, p. 8).

A geração solar distribuída, por sua vez, apresenta potencial para revolucionar as matrizes elétricas em futuro próximo (BRINKMAN et al., 2016, p. 50; MIAN, MOTA, 2015, p. 51-55), além de ser capaz de empoderar os cidadãos de menor renda, conforme demonstra o Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/Bahia, implementado nos condomínios Morada do Rodeadouro e Praia do Salitre, integrantes do Programa Minha Casa, Minha Vida, selecionado como estudo de caso deste trabalho.

Observa-se ainda, no contexto nacional, que a falta de informação, o investimento inicial necessário (MITSCHER, RÜTHER, 2012, p. 693) e o fato de não se permitir a comercialização dos excedentes de energia gerados pelos micro e mini produtores (Decreto nº 5.163/2004, art. 15 c/c Resolução ANEEL n. 482/2012, art.

⁶ Segundo o Banco de Informações de Geração da ANEEL, as térmicas representam uma potência instalada de 41.021MW, equivalente à 26,88% da matriz elétrica nacional. As usinas hidrelétricas correspondem à 93.216MW, ou 61,09% e as usinas eólicas equivalem à 10.701MW, que corresponde à 7,01% da capacidade instalada da matriz elétrica brasileira. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> Acesso em: 03 jul. 2017.

7º, VI, XII e XIII) são fatores que dificultam o desenvolvimento de um mercado de imenso potencial, impedindo o aproveitamento de recursos energéticos renováveis, abundantes e limpos, limitando a difusão da tecnologia solar no país (DÁVI et al., 2016, p. 19-20, FARIA JR. et al., 2016, p. 469-470).

Além de potencial fonte de renda para parcela significativa da população brasileira, sobretudo a historicamente mais desfavorecida, a energia solar também deve ser vista como importante vetor de emancipação e conscientização social, pois é fator de promoção da economia local e se constitui em ação direta da sociedade face às mudanças climáticas (ANEEL, 2012; KASTNER, MATTHIES, 2016, p. 2).

O Brasil precisa encurtar caminhos, saltar etapas (leapfrogging) (GOLDEMBERG, LUCON, 2012, p. 98), alterar o paradigma produtivo para incorporar as questões socioambientais de forma disruptiva, inovando em relação ao paradigma estabelecido (LEFF, 2006, p. 286). É preciso transformar desvantagens (falta de infraestrutura, desigualdade social e de renda etc.) em oportunidades, desfrutando o imenso potencial solar por meio das novas tecnologias, para alcançar, o mais rápido possível, um desenvolvimento limpo e de qualidade, que alie a geração de emprego e renda com a preservação do meio ambiente (ANEEL, 2012; GABRIEL, 2016, p. 362-363).

A emergência de uma nova lógica no setor elétrico brasileiro, calcada na eficiência energética e pautada em uma racionalidade e ética ambiental orientadas para o desenvolvimento sustentável, é necessária para viabilizar a superação do atual mercado cativo, mediante a atribuição da relevância necessária à geração solar distribuída e aos prossumidores (consumidores-produtores) (PAPAEFTHYMIU; DRAGOON, 2016, p. 80-81).

Neste esteio, o objetivo primordial do presente trabalho é contribuir para a aceleração desse processo, por meio da proposição de rotas alternativas e soluções para que os Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre voltem a injetar a energia de seus 9.156 painéis solares na rede de distribuição da COELBA, gerando renda para os condomínios e seu moradores e energia limpa para o Brasil, colaborando para o aumento da participação da energia solar, via geração distribuída, na matriz elétrica nacional.

2 METODOLOGIA E COLETA DE DADOS

A metodologia utilizada neste trabalho é considerada qualitativa, aplicada, descritiva e exploratória. Lança-se mão dos métodos da entrevista na coleta e da triangulação para as análises dos dados (GIL, 2008; LAKATOS, MARCONI, 2003; NUNES, 2016; YIN, 2001).

Como estudo de caso foi selecionado o Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/Ba, nos condomínios Morada do Rodeadouro e Praia do Salitre, integrantes do Programa Minha Casa, Minha Vida, autorizado pela Resolução ANEEL nº 4.385/2013.

A fim de responder à questão fundamental investigada pelo presente estudo, qual seja, quais são as rotas e alternativas que podem promover a reconexão do sistema solar dos Condomínios na rede elétrica, para que eles possam voltar a usufruir dos equipamentos, gerando renda e energia, e colaborando para a diversificação da matriz nacional, mediante a ampliação da energia solar, via geração distribuída, fora realizada vasta pesquisa bibliográfica e documental⁷, bem como realização de entrevistas semiestruturadas com representantes e moradores dos condomínios, especialistas e estudiosos do setor, além de visita *in loco* para observação direta da situação.

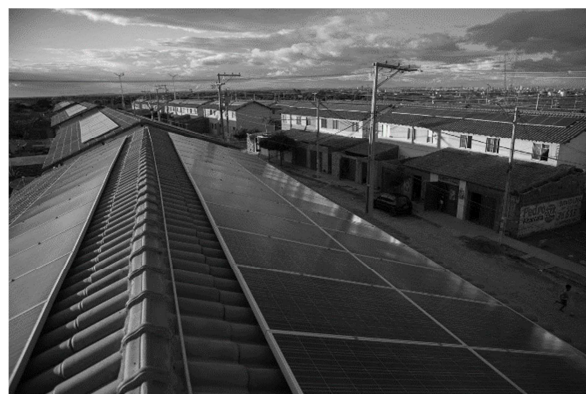
A métodos jurimétricos (NUNES, 2016) foram utilizados para compreender os efeitos da Resolução ANEEL nº 4.385/2013, junto aos moradores. Também foi realizada ampla pesquisa na legislação nacional e documentos das agências reguladoras, em especial da ANEEL, para identificar quais alternativas seriam possíveis para adequar os condomínios em modelos de negócio autorizados em lei.

A pesquisa, portanto, desdobrou-se nas seguintes etapas: **(i)** levantamento bibliográfico com vistas à caracterização e análise da energia solar no contexto atual, nacional e internacionalmente; **(ii)** seleção e avaliação dos chamados fatores determinantes viabilizados pela Resolução ANEEL 4.385/2013, bem como a realização de entrevistas semi estruturadas com “atores-chave” implicados na questão e no setor elétrico nacional, para verificar a percepção destes sobre a situação e contexto fático do momento; **(iii)** visita técnica nos condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, em Juazeiro – Bahia; e **(iv)** construção de

⁷Coleta de dados com empresas do setor elétrico e agências governamentais, revisão da literatura – livros, artigos científicos, dissertações, periódicos e teses.

propostas que contemplem estratégias para adequar os Condomínios à legislação atual, visando reintegrá-los à rede, diversificando e melhorando o desempenho e a resiliência da matriz elétrica nacional.

Figura 1 – Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre (Lado Esquerdo) e Painéis Solares montados (Lado Direito).



Fonte: Autor das fotografias desconhecido⁸

3 ANTECEDENTES FÁTICOS: SINOPSE DO PROJETO DE GERAÇÃO DE RENDA E ENERGIA EM JUAZEIRO/BA

Em 2012, a empresa Brasil Solair celebrou termo de cooperação com o Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal para implantação de um projeto piloto de geração solar em dois Condomínios do Programa Minha Casa Minha Vida em Juazeiro - Bahia, o qual viria a beneficiar mil famílias.

A partir de um investimento de sete milhões de reais, financiados em sua grande maioria pelo Fundo Socioambiental da Caixa, foram instalados nos telhados das unidades habitacionais 9156 (nove mil, cento e cinquenta e seis) painéis solares de 230Wp cada, bem como capacitada mão de obra local (moradores dos condomínios, sobretudo mulheres), para a realização da operação e manutenção dos equipamentos. Surgia, assim, a primeira miniusina de geração solar distribuída do Brasil.

⁸ Imagens obtidas por meio da rede mundial de computadores nos sites:
http://soldenorteasul.org.br/wpcontent/uploads/2015/11/webdoc_solar_emprego_verde_06.jpg e
http://soldenorteasul.org.br/wpcontent/uploads/2015/11/webdoc_solar_emprego_verde_08.jpg, respectivamente.

Cabe destacar que nesta época a capacidade instalada brasileira era praticamente inexistente (1,8MWp de Geração Solar)⁹, e, com este projeto, foram adicionados de uma só vez 2,1MWp de capacidade, equivalentes a uma geração média de 251.484,82kW/h por mês, o que seria suficiente para abastecer 3,6 mil casas populares (ANEEL, 2012).

Em razão dos moradores dos condomínios serem beneficiários da Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE, optou-se pela venda da totalidade da energia gerada, que seria alienada à distribuidora local (COELBA) via chamada pública, ou comercializada no mercado livre (ANEEL, 2012, p. 4-7).

A possibilidade de venda da energia gerada permitiu que o projeto da usina fosse dimensionado de forma mais eficiente, considerando as peculiaridades do caso e a possibilidade de ganho de escala. De fato, um dos objetivos técnicos do projeto piloto implementado era demonstrar que, quando se trata de energia solar fotovoltaica, em razão de características intrínsecas ao elemento de geração e dos avanços da tecnologia da informação, são possíveis arranjos tecnológicos mais eficientes técnica e economicamente em usinas descentralizadas, ou seja, na forma de mini e micro geração distribuída, do que em usinas centralizadas (ANEEL, 2012, p. 4-7).

Acontece que o projeto da Brasil Solair foi autorizado apenas pelo prazo de 36 meses, contados a partir do momento da publicação da Resolução Autorizativa n. 4.385/2013 da ANEEL, qual seja, 22 de outubro de 2013. Diante disto, o Projeto Piloto de Juazeiro entrou em operação em fevereiro de 2014 (quatro meses após sua aprovação) e comercializou a energia gerada no Ambiente de Comercialização Livre – ACL até outubro de 2016, totalizando 32 meses (ANEEL, 2012).

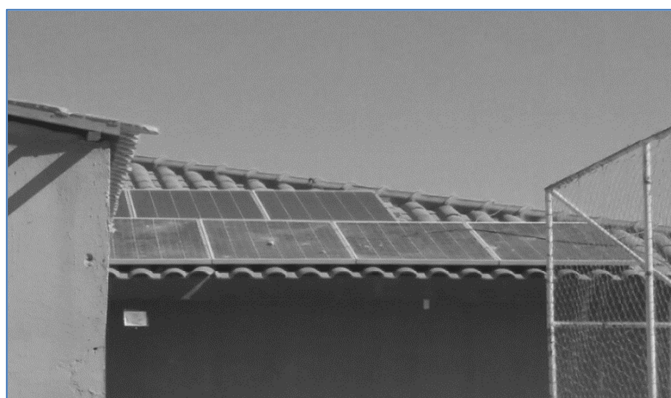
O faturamento total do projeto foi de R\$3.134.065,80 (três milhões, cento e trinta e quatro mil, sessenta e cinco reais e oitenta centavos), equivalentes a R\$97.939,55 (noventa e sete mil, novecentos e trinta e nove reais e cinquenta e cinco centavos) por mês. O condomínio ficou com 40% das receitas auferidas e os outros 60% foram divididos entre as mil unidades habitacionais, de forma que cada

⁹ Tais dados correspondem à geração solar distribuída, integrante ao sistema de compensação da Resolução Aneel 482/2012, conforme informação obtida pelo Sistema de Registro de Geração Distribuída – SISGD da ANEEL, disponível no site <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/VerGD.asp>, acessado em 03/07/2017.

uma recebeu R\$1.880,44 (um mil, oitocentos e oitenta reais e quarenta e quatro centavos), equivalentes a uma média de R\$58,76 por mês (ANEEL, 2012).

Com o encerramento do prazo autorizado pela ANEEL, os condomínios estão sem comercializar a energia gerada nos painéis desde novembro de 2016, o que os coloca em difícil situação financeira, além de se haver criado um ambiente de incompreensão e insatisfação geral em relação às causas da interrupção do projeto, o que tem ameaçado a integridade dos equipamentos da usina, que vêm sendo depredados e sucateados pelos próprios moradores dos condomínios.

Figura 2 – Painéis Solares do Centro Comunitário do Condomínio Praia do Rodeadouro com sinais de depredação



Fonte: Autores do trabalho em 04/10/2017

É importante destacar ainda que, a partir da conclusão o prazo de vigência do projeto, a energia gerada pelos painéis passou a ser injetada na rede de distribuição de forma gratuita, sem que os condomínios ou condôminos recebessem qualquer contraprestação por ela até janeiro de 2017, momento em que a COELBA decidiu desconectá-los da rede, sem qualquer motivo aparente ou comunicação prévia.

Atualmente os painéis seguem gerando energia, mas ela não é injetada na rede da COELBA, nem utilizada pelas unidades habitacionais, de forma que acaba sendo integralmente perdida. Para que os condôminos possam utilizar a energia via sistema de compensação, conforme previsto na Resolução ANEEL 482/2012, são necessários vultuosos investimentos de adequação nas instalações dos

Condomínios, bem como gastos consideráveis da COELBA, que teria que trocar todos os 1000 medidores unidirecionais individuais atualmente em funcionamento¹⁰.

Ademais, o custo financeiro das adaptações não seria jamais recuperado, tendo em vista que, como a geração dos painéis é equivalente a quase três vezes o consumo das unidades habitacionais, haveria uma grande quantidade de créditos excedentes, que jamais poderiam ser aproveitados ou transferidos, nos termos da atual legislação. E pior: como o valor das contas de eletricidade dos beneficiários da Tarifa Social são relativamente módicos, os ganhos mensais dos condôminos seriam pouco significativos, não viabilizando o retorno do investimento durante a vida útil esperada dos equipamentos (ANEEL, 2012).

Cabe também registrar que, enquanto a energia gerada com os 9156 (nove mil, cento e cinquenta e seis) painéis solares, está sendo desperdiçada diariamente, sendo literalmente jogada para fora do Sistema Interligado Nacional, as térmicas movidas a combustíveis fósseis estão sendo acionadas para alimentar o sistema interligado, injetando na rede em maio de 2017 o volume de 7682,17GWh (ONS, 2017). Ademais, o Rio São Francisco, neste momento, apresenta vazão na barragem de Sobradinho fixada em 600 m³/s, a menor da sua história e inferior à metade do mínimo recomendado pelos órgãos ambientais responsáveis (Art. 1º da Resolução ANA n. 742, de 24 de abril de 2017)¹¹.

Anota-se, por fim, que existem ainda 06 aerogeradores instalados nos condomínios, cuja energia é destinada às áreas comuns, como quadra de esportes e os centros comunitários, de forma que os condomínios pagam unicamente a taxa mínima da conta de energia, sendo todo o consumo compensado pelo sistema de *net metering* da Resolução ANEEL n. 482/2012.

¹⁰ Os custos para as adaptações do sistema são estimados pela Brasil Solair em R\$3.026.000,00 (três milhões e vinte e seis mil reais) a cargo dos Condomínios e R\$410.000,00 (quatrocentos e dez mil) a ser suportado pela COELBA, com a troca dos medidores.

¹¹ Segundo a Agência Nacional de Águas, a vazão mínima de defluente em Sobradinho é de 1.300 m³/s (patamar mínimo em situações de normalidade). A vazão média normal é de 2.846 m³/s. O atual normativo, Resolução ANA nº 742/2017, reduz a defluência mínima média diária para 600m³/s, admitindo a prática de 570m³/s de vazão instantânea (a cada medição) até 30 de novembro de 2017. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/saofrancisco.aspx>, acessado em 03/07/2017.

Figura 3 – Aerogeradores dos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre.



Fonte: Autores do trabalho em 04/10/2017

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Energia solar no Brasil

A geração com base na fonte solar apresenta potencial para revolucionar as matrizes elétricas em futuro próximo (BRINKMAN et al., 2016), além de ser capaz de empoderar os cidadãos de menor renda, conforme abordado pelo trabalho *Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing* (PINTO et al., 2016, p. 75), e constatado no Projeto de Geração de Renda e Energia em Juazeiro, nos Condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, integrantes do Programa Minha Casa, Minha Vida (CUNHA et. al., 2017).

Observa-se ainda, no contexto nacional, que a falta de informação, o investimento inicial necessário (MITSCHER; RÜTHER, 2012, p. 693) e o fato de não se permitir a comercialização dos excedentes de energia gerados pelos micro e mini produtores (Decreto nº 5.163/2004, art. 15 c/c Resolução ANEEL n. 482/2012, art. 7º, VI, XII e XIII) são fatores que dificultam o desenvolvimento de um mercado de imenso potencial, impedindo o aproveitamento de recursos energéticos renováveis, abundantes e limpos, limitando a difusão da tecnologia solar no país (DÁVI et al., 2016, FARIA JR. et al., 2016).

Neste contexto, a energia solar, além de potencial fonte de renda para parcela significativa da população brasileira, sobretudo a historicamente mais desfavorecida,

também deve ser vista como importante vetor de emancipação e conscientização social, pois é fator de promoção da economia local e constitui-se em ação direta da sociedade face às mudanças climáticas (ANEEL, 2012; KASTNER; MATTHIES, 2016, PINTO et al., 2016, CUNHA, 2017).

O Brasil precisa encurtar caminhos, saltar etapas (leapfrogging) (GOLDEMBERG, LUCON, 2012), alterar o paradigma produtivo para incorporar as questões socioambientais de forma disruptiva, inovando em relação ao paradigma estabelecido (LEFF, 2006), pois apenas assim será capaz de inovar de forma efetiva, alcançando um fator 10 de sustentabilidade socioambiental (MARINHO & KIPERSTOK, 2001).

É preciso transformar desvantagens (falta de infraestrutura, desigualdade social e de renda etc.) em oportunidades, para desfrutar do imenso potencial solar por meio das novas tecnologias, viabilizando, o mais rápido possível, um desenvolvimento efetivamente limpo e de qualidade, que alie a geração de emprego e renda com a preservação do meio ambiente (ANEEL, 2012; GABRIEL, 2016).

A emergência de uma nova lógica, calcada na eficiência energética e pautada em uma racionalidade e ética ambiental orientada para o desenvolvimento sustentável é necessária para viabilizar o aspecto socioambiental, através da atribuição da relevância necessária à geração solar distribuída, por meio de modelos de negócio inovadores, gestão da demanda e dos consumidores-produtores (PAPAEFTHYMIU; DRAGOON, 2016, SAJN, 2016).

4.1.1 A Energia solar na matriz elétrica brasileira: contexto atual

O Brasil, nas suas áreas residenciais urbanizadas, possui potencial para atender, via geração solar distribuída, mais que o dobro de todo o seu consumo residencial. São 287.505 GWh de potencial, contra um consumo, em 2013, de 124.896 GWh (MME/EPE, 2014, p. 21). Na Bahia, a razão entre potencial e consumo residencial é de 3,37, ou seja, o potencial é quase três vezes e meia maior que o consumo (MME/EPE, 2014, p. 21).

Além disso, o horário de maior consumo (“horário de pico”) no subsistema Nordeste migrou para o período de maior insolação, o que desafogaria o Sistema Interligado Nacional - SIN no seu momento de maior carga (GREENPEACE, 2016, p. 57-67).

O Brasil, sobretudo a partir das cidades inseridas no Cinturão Solar¹², deve utilizar as energias renováveis à disposição (solar, eólica e bioenergia) para dar um salto quântico (leapfrogging) na qualidade de vida de suas populações, aproveitando o seu enorme potencial de geração renovável para avançar em direção a uma matriz diversificada e resiliente (DE JONG, 2017).

No campo da energia solar fotovoltaica, de igual forma ao que se verificou com a indústria da energia eólica, existe amplo espaço para que o nordeste desenvolva com excelência toda a cadeia de produção e volte a ser um significativo exportador de energia para os subsistemas centro-oeste e sudeste, complementando a renda dos estados nordestinos e de suas populações (SILVA, 2012; DE JONG, 2017). Tal aspecto, portanto, no entender do presente trabalho, deveria ser contemplado no planejamento do setor elétrico de forma prioritária, garantindo-se os investimentos necessários à sua consecução.

O estado da Bahia, além da grande irradiação solar, foi abençoado também com reservas de areia silicosa e quartzo com baixo teor de impurezas, situada na jazida de Belmonte, na região sul do estado - consideradas uma das melhores jazidas do mundo para a produção dos módulos fotovoltaicos, tendo, portanto, condições de desenvolver toda a cadeia de produção em seu território e liderar os investimentos na geração de energia fotovoltaica nos próximos anos (Bahia, 2015; FARIA JR. et al., 2016, p. 469).

Após anos de maturação da tecnologia solar e da atual penetração das fontes intermitentes (solar e eólica) em matrizes elétricas ao redor do mundo, já se vislumbra um “percentual ótimo” ou “limite entrada” para cada uma destas fontes, sendo este próximo de 10% da potência instalada para a energia solar fotovoltaica, sem o uso de fontes de armazenamento, conforme se verifica na Grécia, Itália e Alemanha (IEA, 2016, p. 14).

No Brasil, estudo realizado por SCHMIDT¹ et. al, 2016, p. 137, apurou percentual de até 37% para a penetração da energia solar na matriz elétrica nacional, tendo em vista a excepcional complementaridade existente entre as fontes hídrica, eólica e solar, verificada no território nacional, e a interligação do sistema elétrico. Tal estudo, entretanto, não levou em consideração os custos de produção

¹² Área que compreende o Cinturão Solar Brasileiro vai do nordeste do Pantanal, incluindo o norte de Minas Gerais, o sul da Bahia e o norte e o nordeste de São Paulo.

entre as distintas fontes. DE JONG, 2017 também advoga por uma maior participação da energia solar fotovoltaica no subsistema nordeste, como forma de reduzir a dependência de geração baseada em combustíveis fósseis e maximizar a integração da fonte eólica neste submercado.

É importante anotar que, para se viabilizar um cenário que limite o aquecimento global em níveis inferiores à 2°C, atendendo a meta base do Acordo de Paris (FCCC, 2015), faz-se necessária a imediata dissociação entre geração de eletricidade e emissões de CO₂, sobretudo quando se trata de expansão da capacidade de geração, conforme explicita a Agência Internacional de Energia em seus últimos relatórios (IEA, 2016, p. 71), cabendo destacar que o setor elétrico brasileiro tem caminhado sentido contrário à referida tendência, sendo previsto um aumento anual das emissões em 2,8% no período entre 2000 e 2020 (EPE, 2017), conforme já trazido nas figuras 01 e 03.

De fato, o Brasil já possui um parque termelétrico de backup calcado em combustíveis fósseis bem significativo e caro, não sendo desejável a sua ampliação¹³ a não ser por usinas termoelétricas movidas a biomassa e gás natural, tendo em vista a necessidade de firmar a energia gerada pelas fontes intermitentes, em especial a eólica.

A forte entrada da energia eólica no subsistema nordeste, associada com o baixo nível dos reservatórios da bacia do São Francisco, vem demandando cada vez mais uso de caras termoelétricas movidas a combustíveis fósseis, isto porque o modelo de expansão do setor (leilões de energia nova) não considera em sua precificação que, para cada nova eólica adicionada, far-se-á necessária uma pequena ampliação do despacho termoelétrico, para corrigir os efeitos da intermitência. Tal circunstância, se não corrigida, tende a ampliar a necessidade de uso das usinas termoelétricas para um fim distinto da concepção original do parque atual, que é de backup esporádico, estressando ainda mais o sistema.

A proposta de separação entre lastro e energia, que será analisada mais a frente, visa justamente auxiliar nesta necessária correção, por meio de uma precificação mais acurada em relação às contribuições de cada uma das fontes para a segurança de suprimento do setor.

¹³ Fala-se já inclusive em propostas de antecipação da concessão para descomissionamento de algumas plantas termoelétricas que contem com CVU maior que R\$600/MWh.

O presente estudo entende também que para firmar a energia das fontes intermitentes devem ser priorizadas: 1) a hibridização de parques solares e eólicos com PCHs e usinas de bioenergia, quando viável do ponto de vista técnico, ambiental e econômico, a exemplo da usina eólica – solar de Tacaratu, em Pernambuco; 2) complementação da geração por meio de biomassa de florestas plantadas (ERBER et al., 2017, p. 13) 3) construção de reservatórios reversos em hidrelétricas existentes; 4) geração por meio de termoelétricas a gás natural (na base) e biomassa de cana de açúcar (na base, conforme sazonalidade), em períodos de hidrologia desfavorável.

Neste sentido, destaca-se que a primeira conclusão do estudo “Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho”, levado a cabo pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e a Inter Academy Council, é no sentido de que se deve dar prioridade para o fornecimento de eletricidade, por fontes modernas e a valores acessíveis, às populações menos favorecidas, a fim de reduzir as desigualdades atuais e preservar o meio ambiente (FAPESP, 2010, p. 267/268).

Resta claro, portanto, o relevante papel que a energia solar tem a desempenhar no Brasil, em especial na região nordeste, como fator integração de fontes renováveis e de redução das desigualdades regionais e sociais.

Neste exato sentido, apresenta-se também o objetivo do desenvolvimento sustentável número 7 (ODS 7), estabelecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas, por meio da “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, e internalizado no ordenamento jurídico pátrio por meio do Decreto n. 8.892/2016 (BRASIL, 2016), que traz como meta o acesso universal a energia por fontes limpas e modernas, de forma confiável e a preços acessíveis, contemplando especialmente os mais desassistidos (JOSHI et. al., 2015, p. 286; STRAM, 2016, p. 6).

4.1.2. O regime jurídico brasileiro da energia solar distribuída

O atual modelo do setor elétrico brasileiro, regido precipuamente pela Lei 10.848/2004 e seu respectivo decreto regulamentador, n. 5.163/2004, foi concebido em resposta ao “apagão” do setor elétrico verificado em 2001 (BARDELIN, 2004). Acontece que, passada pouco mais de uma década, o setor se vê envolto em nova crise de grandes proporções. De fato, se um novo racionamento ainda não ocorreu é

tão somente em razão das duas crises econômicas consecutivas que assolaram o país: a financeira, verificada em 2009, e que foi seguida da crise política, iniciada nas eleições de 2014 e que se estende até a presente data (FARIA JR. et al., 2016, p. 470).

A estagnação econômica verificada no referido período derrubou a demanda de energia elétrica, evitando, ao menos momentaneamente, a crise de abastecimento no Brasil. O país, atualmente, possui carga semelhante à do ano de 2014 (ONS, 2017).

É importante anotar, entretanto, que existem outras leis que também possuem papel preponderante na disciplina do setor elétrico brasileiro, que foram alteradas ao longo dos anos, cabendo, entre estas, destacar:

a) Lei n. 8.987/1995, que disciplina a concessão e permissão de serviços públicos;

b) Lei n. 9.074/1995, que, além de tratar da concessão e permissão de serviços públicos, em complementação à Lei 8.987/95, cria também a figura do Produtor Independente de Energia – PIE;

c) Lei 9.427/1996, que institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e disciplina o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica;

d) Lei 9.648/1998, que reestrutura as Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás e suas subsidiárias; e

e) Lei 10.847/2004, que institui a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, cuja finalidade é subsidiar, com estudos e pesquisas, o planejamento do setor energético nacional.

Para um estudo mais detalhado a respeito do modelo implementado no setor elétrico nacional a partir de 2004 e vigente até a presente data, sugere-se: LANDI, 2006; AGUIAR FILHO, 2007; e CUBEIROS, 2008.

A seu turno, no que tange especificamente à energia solar distribuída, temos como normas fundamentais as seguintes Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL:

a) Resolução n. 482/2012, atualizada pela Res. n. 687/2015, que estabelece as condições gerais para o acesso da micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, define o sistema de compensação de energia elétrica, entre outras providências;

b) Resolução n. 414/2010, que atualiza e consolida as condições gerais de fornecimento de energia elétrica;

c) Resolução n. 77/2004, alterada pela Resolução n. 745/2016, que estabelece os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição para a geração solar distribuída, entre outras fontes;

d) Resolução n. 493/2012, que institui os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI; e

e) Resolução n. 502/2012, que regulamenta sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B (baixa tensão).

É preciso mencionar também o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST (cuja versão atual é dada pela Resolução Normativa ANEEL nº 724/2016), e o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, criado pela Portaria MME 538/2015, que visa promover a ampliação da geração distribuída de energia elétrica, com base em fontes renováveis e cogeração.

Para um estudo mais detalhado a respeito da regulamentação afeta à geração solar distribuída, sugere-se: AFONSO, 2012 e CRUZ, 2015.

4.2. Energia solar como fator de redução das desigualdades sociais

A geração solar distribuída também é capaz de beneficiar os cidadãos de menor renda, conforme abordado pelo Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing (PINTO et al., 2016, p. 75), e constatado na visita técnica realizada ao Projeto de Geração de Renda e Energia em Juazeiro, nos Condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, integrantes do Programa Minha Casa Minha Vida e detalhado mais a frente neste trabalho.

O Brasil, sobretudo a região nordeste, em razão da alta incidência solar, situação histórica de empobrecimento e falta de oportunidades aos quais seus habitantes foram relegados, deve se utilizar das energias renováveis à disposição (solar, eólica e biomassa), para dar um salto quântico (leapfrogging) na qualidade de

vida de suas populações, aproveitando o seu enorme potencial de geração renovável (CONPEDI/UFPB, 2014, p. 491).

Existe amplo espaço para que o nordeste desenvolva com excelência toda a cadeia de produção da energia solar fotovoltaica, assim como fez com a indústria de energia eólica, e volte a ser um significativo exportador de energia para os subsistemas centro-oeste e sudeste, complementando a renda dos estados nordestinos e de suas populações (SILVA, 2012). Tal aspecto, portanto, no entender do presente estudo, deveria ser contemplado no planejamento do setor elétrico, garantindo-se os investimentos necessários à sua consecução.

Não por outro motivo, a primeira conclusão do estudo “Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho” é no sentido de dar prioridade ao fornecimento de eletricidade, por fontes modernas e a valores acessíveis, às populações menos favorecidas, a fim de reduzir as desigualdades atuais e preservar o meio ambiente (FAPESP, 2010, p. 267/268).

Apresenta-se também em consonância com o objetivo do desenvolvimento sustentável número 7 (ODS 7), estabelecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas, por meio da “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, e internalizado no ordenamento jurídico pátrio por meio do Decreto n. 8.892/2016 (BRASIL, 2016), que traz como meta o acesso universal a energia por fontes limpas e modernas, de forma confiável e a preços acessíveis, contemplando especialmente os mais desassistidos (JOSHI et. Al., 2015, p. 286; STRAM, 2016, p. 6).

Resta claro, portanto, o relevante papel que a energia solar tem a desempenhar no Brasil, em especial na região nordeste, como fator de redução das desigualdades regionais e sociais.

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

5.1 Análise da resolução ANEEL 4.385/2013 à luz da Constituição Federal

A análise jurimétrica do programa de geração de renda e energia instituído pela Resolução ANEEL 4.385/2013 realizada no estudo em tela indica o concomitante atendimento a todos os objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil listados no art. 3º da Carta Magna (BRASIL, 1988), na medida em que se observa o auxílio à recuperação da dignidade das pessoas beneficiadas,

ajuda na construção de uma sociedade mais livre, justa e solidária ao fomentar a distribuição de renda, ao tempo em que colabora para o desenvolvimento sustentável nacional por meio de investimentos em fontes renováveis de energia, bem como combate a pobreza e a marginalização, além de reduzir as desigualdades sociais e regionais.

O investimento em uma tecnologia energética renovável e moderna, em dois condomínios de moradia social do Minha Casa Minha Vida situados em local de imenso potencial de geração fotovoltaica¹⁴, cujas unidades foram outorgadas preferencialmente a mulheres chefes de família, demonstra também o potencial da ação como política afirmativa, promotora de igualdade e preservação ambiental.

No que tange ao artigo 170 da Constituição (BRASIL, 1988), disciplinador da Ordem Econômica e Financeira, entende-se que o projeto piloto analisado incrementa a função social da propriedade, na medida em que transforma as casas em verdadeiras unidades geradoras, que injetam energia gerada por uma fonte renovável e moderna na rede, auxiliando na redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo, portanto, para proteção do meio ambiente.

A renda destinada à economia local, seja através da entrega direta aos condôminos ou por meio de ações promovidas pelos condomínios, a exemplo das atividades formativas e de saúde (ANEEL, 2012), colaboram para redução das desigualdades e promoção de uma vida digna para todos.

Ainda no âmbito constitucional, é preciso tratar também do direito fundamental ao acesso à energia elétrica (ANDRADE, 2009; CAVALCANTE, 2013; ROSA, 2016) e a uma renda básica incondicionada (PARIJS, 2000, p. 179-180), ambos indispensáveis para se garantir a consecução da dignidade humana de forma mais plena, igualmente contemplados pela Res. ANEEL 4.385/2013.

Por fim, quanto ao comando constitucional insculpido no artigo 225 (BRASIL, 1988), entende-se que o projeto implantado em Juazeiro/Ba tem a virtude de mobilizar a sociedade civil, o poder público e as empresas a atuarem em conjunto, em favor do meio ambiente, através de soluções modernas, efetivas e com horizonte de longo prazo. Encontra-se, destarte, configurada a ação como garantidora do

¹⁴ Os valores de irradiação solar em Juazeiro – Bahia mostram que é possível um aproveitamento médio de 2285,653 Wh/m² dia considerando-se apenas a irradiação direta (SILVA; SEVERO, 2012).

direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, para a presente e futuras gerações.

5.2. Políticas de inserção da energia solar no Brasil

A construção de um futuro sustentável, ambientalmente correto e economicamente viável perpassa pela implementação do *mix* de fontes renováveis que se tem à disposição, além de uma política que realize uma efetiva gestão da demanda e reduza as desigualdades sociais. Neste sentido, o papel da fonte solar deveria ser de destaque na matriz nacional.

O aproveitamento do potencial solar verifica-se em 2 formas básicas, a saber: aproveitamento do calor (energia termossolar) e geração direta de eletricidade (processo fotovoltaico) que pode se dar por meio de grandes plantas (geração centralizada) ou de forma distribuída, por meio de painéis instalados em comércios, residências, indústrias e outros locais, com capacidade instalada limitada à 5MW.

5.2.1 Geração termossolar

A substituição do aquecimento elétrico de água pelo solar (energia termossolar), ao lado da geração fotovoltaica, também é de suma importância, pois constitui relevante medida de eficiência energética que poderia ser adotada de forma prioritária em todo o país. Apresenta-se como espécie de geração virtual de energia, na medida em que libera a energia antes utilizada no aquecimento para outros fins mais nobres, postergando investimentos significativos em nova infraestrutura de geração e transmissão e, no caso brasileiro, reduzindo a ponta da demanda.

Simulações realizadas por TOMÉ (2014, p. 46) demonstraram que a supressão do chuveiro elétrico acarretaria uma redução de 27% da demanda no horário de ponta na região Sudeste e Centro Oeste do país, sendo que cenário semelhante se verifica para a região sul, com 25% de redução. No norte e nordeste tais reduções são menos significativas, 1,9% e 9,6%, respectivamente, em razão da menor utilização do dispositivo nestas regiões. Tal demanda elétrica poderia ser eliminada completamente da matriz nacional, caso os aquecedores elétricos fossem substituídos pela tecnologia solar ou a gás, implicando em redução significativa da necessidade de expansão do parque gerador.

Conforme afirma Maurício Tomé, autor do trabalho supra referido, em entrevista concedida ao Jornal da Unicamp, em 19/05/2014 (GARDENAL, 2014, p. 7): “estamos gastando um terço da energia gerada pela maior usina em operação no mundo para esquentar água num país que tem insolação suficiente para aquecer a água através do sol na maior parte do ano” e isto está sendo feito no horário de ponta, o que torna o fato ainda mais gravoso do ponto de vista sistêmico.

A instalação de aquecimento solar ou a gás, deveria ser considerada como condição indispensável para a aprovação de projetos de novas edificações, por determinação nacional, para ser válida e cogente em todo o território. Faz-se necessária também a previsão de incentivos e fontes de financiamento para a realização de reformas de *retrofit*, que contenham medidas de incremento da eficiência energética de imóveis.

Ademais, na classe de baixa renda, a instalação dos sistemas termossolares, assim como os fotovoltaicos, ainda tem a vantagem de liberar a energia elétrica outrora destinada à Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE, desonerando a CDE, passando tal energia a ser vendida pela concessionária em extrato de renda superior do seu mercado cativo, garantindo-lhe a uma remuneração tarifária maior, ao tempo em que desonera o sistema elétrico como um todo.

Tal medida é eficiente e benéfica a todos os atores envolvidos, na medida em que aumenta a eficiência do sistema elétrico brasileiro, ao tempo em que reduz o valor da conta para o consumidor e lhe proporciona acesso a uma tecnologia moderna e de baixo impacto ambiental, ao tempo em que torna a concessionária mais eficiente e lucrativa.

Deste modo, entende-se que a regulação do setor poderia incentivar as concessionárias a adotarem medidas de eficiência energética *custo-efetivas*, potencializando benefícios às partes envolvidas, garantindo-se a remuneração da concessionária sobre percentual do benefício auferido com a redução do consumo.

5.2.2. Geração solar fotovoltaica centralizada

A geração solar fotovoltaica centralizada (*utility-scale solar photovoltaic*) constitui-se em planta de geração fotovoltaica de grande porte, ou seja, acima de 5MWp, também conhecidas como fazendas solares, as quais, via de regra, são

viabilizadas por meio de leilões de energia, com contratos celebrados no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) (NASCIMENTO, 2017, p. 23).

As plantas centralizadas costumam ser mais economicas (custo efetivas), se comparadas com a solar fotovoltaica em pequena escala (micro e minigeração), instalada em geral nos telhados, motivo pelo qual é denominada na literatura estrangeira de *rooftop*, sendo estas ligadas diretamente na rede de distribuição.

As plantas centralizadas costumam contar com dispositivo denominado de *tracker*, que permite que o painel acompanhe o movimento do sol, buscando estar sempre o mais perpendicular possível à este, maximizando a geração de eletricidade.

Em que pese a legislação brasileira considerar como geração centralizada aquela injetada por plantas com potência superior à 5MWp, no caso da energia solar, estudo realizado pelo The Brattle Group (TSUCHIDA et al., 2015), demonstrou que a economia de escala se faz efetivamente presente em empreendimentos com potência instalada a partir de 300MW. Nestes empreendimentos a energia (kWh) tende a custar metade da gerada por meio da modalidade *rooftop*.

A comparação feita pelo estudo entre a instalação de 300MW de potência solar fotovoltaica nas modalidades *utility* e *rooftop* mostrou que proporcionalmente a modalidade centralizada emitiria 50% menos gases de efeito estufa em relação as instalações residenciais, além de contar com outros benefícios, como a redução do consumo de água (TSUCHIDA et al., 2015).

No Brasil, os primeiros projetos de geração solar em grande escala surgiram no ano de 2013, com o escopo de participar dos certames de energia nova (A-3/2013 e A-5/2013). Embora tais leilões tenham despertado interesse de diversos agentes do setor, nenhum projeto fotovoltaico foi vendido, pois como o leilão era aperto a participação de todos as fontes em igualdade de condições, a fonte solar não se mostrou competitiva em relação as demais, em especial com a eólica e térmicas na modalidade “por disponibilidade”.

Diante da patente impossibilidade de competir com as demais fontes, que apresentavam custos inferiores aos da fonte solar, em 2014, o Governo Federal promoveu um Leilão de Energia de Reserva – LER 2014 (Leilão nº 008/2014) exclusivo para a fonte solar.

Neste certame, conforme informa Nascimento (2017, p. 23):

[...] foram cadastrados quatrocentos projetos no leilão, com uma potência de 10.790 MW. Dos projetos cadastrados, foram contratados 31 empreendimentos com capacidade de 889,66 MW de potência e 202,3 MW médios de garantia física. O preço médio de contratação foi de R\$ 215,12/MWh, representando um deságio de 17,9% frente ao preço máximo fixado (R\$ 262,00/MWh)

No ano de 2015, foram realizados dois leilões de reserva exclusivos para fonte solar, o (7º Leilão de Energia de Reserva – Leilão nº 008/2015) e o 8º Leilão de Energia de Reserva (Leilão nº 009/2015), sendo contratados em ambos os certames um total de 439,5 MW médios, agregando 1763 MW de capacidade solar fotovoltaica instalada ao SIN.

Observou-se em 02 (dois) anos a contratação de 2.6 GW de energia solar fotovoltaica em grandes projetos, por meio de leilões governamentais (NASCIMENTO, 2017, p. 24). O que parecia querer demonstrar uma sinalização direta para o início da implementação de uma cadeia de produção nacional, a exemplo do verificado no setor eólico.

Acontece que no ano seguinte, 05 (cinco) dias de sua realização, o leilão para contratação de empreendimentos com base em fontes solar e eólica é cancelado pelo MME gerando preocupação e indignação ao setor, em especial à indústria solar e aos agentes participantes do certame.

A surpresa e a quebra da confiança foi um duro golpe no setor e certamente retarda o processo de atração e fixação da cadeia produtiva da energia solar no país. Entretanto, com o imenso potencial ainda inexplorável e a ampla possibilidade de complementariedade com as demais fontes (hídrica e eólica), garantem que a maciça penetração da fonte solar no país é só uma questão de tempo.

Sem embargo, em que pese a inexoriedade da inserção da fonte solar na matriz elétrica brasileira, esta pode se dar de maneira ótima, aproveitando os melhores potenciais e incrementando a complementariedade e resiliência sistema elétrico, ou pode se verificar de forma retardada e apesar de todas às barreiras e obstáculos regulatórios, o que traria mais ônus para o setor.

Neste sentido e a título de exemplo, o presente trabalho propõe que a compra da energia solar fotovoltaica na modalidade centralizada (*utility-scale*) seja realizada por meio de leilões específicos para hibridização com parques eólicos e usinas

hidrelétricas já implantados, a fim de utilizar a infraestrutura de transmissão ali existente e favorecer a complementariedade entre as fontes.

5.2.3. Geração solar fotovoltaica distribuída

No Brasil, as políticas e os planos de ação que visam promover o desenvolvimento energético sustentável, mediante a inserção da geração solar distribuída, ainda são por demais tímidas, mesmo consideradas as alterações implementadas em 1º de abril de 2016, com a revisão da Resolução n. 482/2012 da ANEEL (ANEEL, 2015, p. 4/9), que trata do sistema de compensação de energia (*net metering*), a isenção do PIS/Cofins (BRASIL, Lei 13.169/15) e a disseminação da isenção do ICMS sobre a energia gerada e consumida na própria unidade consumidora para os demais estados da Federação, nos termos do Convênio 16/2015 do CONFAZ (CONFAZ, 2015).

O Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, lançado em dezembro de 2015, como ação alinhada com o Acordo de Paris, tampouco irá causar a inflexão necessária no setor, em que pese o alarde do investimento previsto (R\$100 bilhões) e a meta de instalar 36GWp. Isto porque a Portaria nº 538/2015 do Ministério de Minas e Energia, que institui referido o programa, limita-se a estabelecer *Valores Anuais Específicos de Referência (VRES)* para a venda da energia proveniente da geração distribuída das fontes solar e cogeração qualificada, bem como a instituir um Grupo de Trabalho para apresentar ações que ajudem a concretizar os objetivos do programa, grupo este cujo relatório final está atrasado há quase dois anos.

Impende também registrar que, até o presente momento, não se tem conhecimento de qualquer concessionária do país que tenha se utilizado dos *Valores Anuais Específicos de Referência (VRES)* da Portaria MME nº 538/2015 para aquisição de energia gerada por meio da fonte solar¹⁵, e nem se acredita que haverá a utilização de tais parâmetros enquanto não for reformulado o seu mecanismo de contratação, qual seja, o instituto da chamada pública, estabelecido pelo artigo 15 do Decreto n. 5.163/2004.

¹⁵Não foi localizada nenhuma informação que tratasse de contratação, via chamada pública, baseada nos valores de referência fixados pela Portaria MME nº 538/2015. Os entrevistados tampouco souberam indicar qualquer exemplo de contratação que a tivesse utilizado como parâmetro.

Além das considerações já tecidas em trabalho anterior (CUNHA, 2012, p. 26, 28), merece destaque o fato de que o instrumento da chamada pública não permite a apropriação pela concessionária de qualquer benefício obtido por meio da contratação. Ademais, veda-se também o repasse de eventuais custos adicionais com esta contratação, o que, na prática, retira totalmente o interesse da distribuidora em adquirir energia por meio de geração distribuída. Desta forma, em que pese haver permissão legal para que ela possa suprir até 10% (dez por cento) de seu mercado com tais fontes (§1º e §4º do art. 15 do Decreto n. 5.163/2004), tal fornecimento atualmente é inexistente e tende a permanecer assim enquanto não houver uma reformulação do instituto¹⁶.

Por tal motivo, conforme será melhor detalhado abaixo, entende-se que a contratação da energia elétrica gerada pelos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia - COELBA, via instrumento da chamada pública (art. 15 Decreto n. 5.163/2004), com base no Valor Anual Específico de Referência (VRES) (Portaria MME nº 538/2015), em que pese se apresentar como uma alternativa juridicamente viável para equacionar a questão da destinação de sua energia, é vista pelo presente estudo com remota chance de implementação.

Outro aspecto que merece menção é a expressiva regulação do setor, em especial no que tange à geração distribuída, por meio de normas de menor hierarquia jurídica, a exemplo de resoluções normativas e portarias, que tendem a ser menos estáveis do ponto de vista temporal e extremamente suscetíveis às mudanças de entendimento do governo, fato que retira a segurança jurídica necessária ao adequado desenvolvimento do setor elétrico, cujo planejamento é de longo prazo e requer, portanto, estabilidade institucional.

De fato, hoje não existe qualquer garantia de que o modelo de compensação de energia estabelecido pela Resolução ANEEL n. 482/2012 será mantido no futuro para os consumidores que já instalaram os seus sistemas fotovoltaicos em suas residências sob sua égide, o que causa grande insegurança jurídica e pode vir a

¹⁶ Foi solicitada a informação por meio do sistema “fale conosco” da COELBA, a respeito da capacidade instalada de geração distribuída contratada via o instituto da chamada pública, mas até o fechamento do artigo não havia sido recebida qualquer resposta por parte da empresa.

invalidar todos os cálculos de viabilidade econômica que foram realizados no momento da tomada de decisão favorável à instalação dos painéis.

Observa-se ainda, no contexto nacional, que a paridade tarifária, que no momento não atinge ainda a totalidade das distribuidoras¹⁷, o investimento inicial necessário (MITSCHER; RÜTHER, 2012, p. 693), o fato de não se permitir a comercialização dos excedentes de energia gerados pelos micro e mini produtores (Decreto nº 5.163/2004, art. 15 c/c Resolução ANEEL n. 482/2012, art. 7º, VI, XII e XIII), a regulação inadequada da chamada pública (§4º do art. 15 do Decreto 5.163/2004), entre outros aspectos, atrofiam um mercado de imenso potencial, impedindo o aproveitamento de recursos energéticos renováveis, abundantes e limpos, limitando a difusão da tecnologia solar no país (DÁVI et al., 2016, p. 19-20).

A energia solar, além de fonte de renda para parcela significativa da população brasileira, deve ser vista como importante vetor de conscientização ambiental, na medida em que viabiliza uma ação direta da sociedade face às mudanças climáticas (ANEEL, 2012; KASTNER; MATTHIES, 2016, p. 2).

Impende destacar que em que pese serem possíveis arranjos técnicos em que a geração distribuída (*rooftop*) se apresente como menos vulnerável ao a interrupções de fornecimento, os sistemas instalados atualmente possuem um mecanismo de proteção que interrompe a geração em caso de interrupção de fornecimento pela rede elétrica, a fim de evitar acidentes com fluxos reversos no momento da manutenção para religamento da rede, fato que reduz sua capacidade de incremento da resiliência ao setor elétrico.

5.3. Rotas e alternativas para os condomínios morada do salitre e Praia do Rodeadouro

A exceção legislativa trazida pela Resolução ANEEL nº 4.385/2013, que autoriza o Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/Ba, e os entendimentos conferidos às alterações realizadas em novembro de 2015 no sistema de compensação de energia (*net metering*), disciplinados pela Resolução 482/2012, atualizada pela Resolução 687/2015, apontam para soluções passíveis de

¹⁷A geração de energia solar de forma distribuída, vinculada ao regime de compensação de energia da Resolução 482/2012, já é economicamente viável em 23 Estados e no Distrito Federal. Apenas nos estados do Amazonas, Roraima e Amapá, essa alternativa de energia ainda não é interessante, do ponto de vista econômico.

responder a questão dos Condomínios de Juazeiro, na medida em que autorizam a constituição de condomínios solares e a possibilidade de se realizar a compensação por meio de consumo remoto.

O presente estudo vislumbra como alternativas possíveis para a solução da atual situação dos condomínios, dentro do atual marco regulatório:

(i) a venda da energia à COELBA, por meio de chamada pública a ser realizada por esta, baseada nos *Valores Anuais Específicos de Referência (VRES)* da Portaria MME nº 538/2015;

(ii) a venda dos equipamentos e painéis a terceiro(s), com o arrendamento/aluguel da área (telhado) em que estes se encontram instalados;

(iii) o arrendamento/aluguel dos equipamentos e painéis a terceiro(s), viabilizando compensação da energia gerada em favor deste(s), mas mantendo a propriedade dos equipamentos pelos condomínios; e

(iv) a criação de cooperativa conformada pelos moradores dos condomínios e outras pessoas, a exemplo de mutuários de outros condomínios do Minha Casa Minha Vida na região, para compensação dos créditos gerados, por meio do consumo remoto.

Registra-se que, conforme já tratado acima, a adaptação das instalações dos condomínios para a compensação da energia gerada de forma individual pelos condôminos não é viável economicamente, em razão da necessidade de vultuosos investimentos para tanto, além de não equacionar a questão do excesso de créditos que seriam gerados (ANEEL, 2012).

Destaque-se ainda que o maior diferencial do referido Programa é certamente a possibilidade de reduzir a desigualdade social, ao tempo em que se gera renda e energia em localidade economicamente desfavorecida e detentora de grande potencial solar. Tais aspectos, no entendimento do presente estudo, justificam o esforço para se encontrar soluções e ajustes ao modelo, a fim de viabilizar sua replicabilidade em outras localidades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto ao longo do presente trabalho, observa-se que são várias as possibilidades de adequação dos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre no atual marco regulatório, cabendo destacar a venda da energia para a

COELBA, por meio do instrumento da chamada pública e a possibilidade de locação dos painéis, com contrato de arrendamento a ser celebrado com base na *performance*, conforme autorizado pela Ofício Circular ANEEL n. 10/2017 apresentam-se como as alternativas mais interessantes do ponto de vista econômico e operacional.

Entende-se também que projetos como o implementado nos referidos condomínios em Juazeiro/Bahia são relevantes para a promoção da diversificação da matriz elétrica por meio da inserção da energia solar via geração distribuída no Brasil.

É importante destacar também que não se defende, no presente trabalho, em absoluto, a repetição do modelo da Resolução ANEEL n. 4.385/13. É evidente que o modelo deve ser aprimorado a cada novo empreendimento, mediante a correção de suas falhas, através de acurado planejamento pelos agentes reguladores, entretanto, não se pode ignorar os benefícios aportados pelo projeto aos moradores beneficiados, bem como ao sistema elétrico como um todo.

De fato, entende-se pela necessidade de reforma do setor, com a adoção dos princípios da eficiência energética, resiliência e do desenvolvimento socioambiental sustentável como pilares de sustentação, buscando-se prevenir que situações como a aqui estudada não voltem a se repetir.

A geração de energia solar, em local de grande potencial de irradiação e baixa renda e oportunidades econômicas deve ser visto como tendência, viabilizando a geração de energia renovável ao tempo em que se reduz a desigualdade social que assola grande parte da população do Brasil.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Geraldo Sidnei. **Análise dos Instrumentos Normativos de Suporte à Geração Solar Fotovoltaica Distribuída Conectada à Rede de Distribuição**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, 2012.

AGUIAR FILHO, Fernando Luiz. **Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro: análise da capacidade de atração de capital privado para investimentos em geração de energia hidrelétrica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 742, de 24 de abril de 2017.

ANDRADE, Maísa Medeiro Pacheco de. **O direito social fundamental de acesso à energia elétrica e a atuação estatal**. 2009. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Pós-graduação em Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Processo n. 48599.995435/2012-88, Projeto de Geração de Energia Solar nos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre em Juazeiro - Ba, Interessado Brasil Solair, Superintendente Carlos Alberto Calixto Mattar, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Nota Técnica DEA nº 01/2015 - Estimativa da capacidade instalada em geração distribuída no SIN: aplicações no horário de ponta- ANEEL, de fevereiro de 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Nota Técnica nº 0096/2015-SRD/ANEEL, de 4 de novembro de 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL, de 24 maio de 2017.

BARDELIN, Cesar Endrigo Alves. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

BAHIA. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. **Bahia mira indústria solar**, 2015. Disponível em: <http://www.cbpm.ba.gov.br>, acessado em 26/05/2017.

BRASIL. Decreto nº 5.163 de 30 de Julho de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm>. Acessado em: 08 nov. 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília: MME/EPE, 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**. Brasília: MME/EPE, 2014.

BRINKMAN, Gregory; JORGENSON, Jennie; EHLEN, Ali; CALDWELL, James H.; NREL. **National Renewable Energy Laboratory**. Low Carbon Grid Study: Analysis of a 50% Emission Reduction in California. USA: NREL, 2016.

CAPRA, Fritjof; MATTEI, Ugo. **The Ecology of Law: Toward a Legal System in Tune with Nature and Community**. Califórnia – USA: Berrett-Koehler Publishers Inc., 2015.

CAVALCANTE, Hellen Priscilla Marinho. O Acesso à energia elétrica no Brasil sob a ótica do desenvolvimento como liberdade. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 58-86, 2013.

COLLAÇO, Flávia Mendes de Almeida. **Planejamento e Políticas Públicas: uma análise sobre Gestão Energética Descentralizada em âmbito municipal no Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Energia) - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2015.

CONPEDI/UFPB. PIMENTEL Filho, José Ernesto, ROSA LIRA, Ana Adelaide Guedes Pereira, BREGA Filho, Vladimir (Coord). In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI. Direito Sociais e Políticas Públicas II: 23., 2014, Florianópolis. **Anais...** CONPEDI: 2014.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA (CONFAZ). Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015.

CORTEKAR, Jörg; GROTH, Markus. Adapting energy infrastructure to climate change – Is there a need for government interventions and legal obligations within the German “Energiewende”? **Energy Procedia**, v. 73, p. 12-15, 2015.

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

CUBEROS, Fábio Luiz. **Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro: análise dos mecanismos de mitigação de riscos de mercado das distribuidoras**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

CULLMANN, Astrid; NIESWAND, Maria. Regulation and investment incentives in electricity distribution: An empirical assessment. **Energy Economics**, v. 57, p. 192-2013, 2016.

CUNHA, Felipe Barroco Fontes. **A Titularidade dos Créditos de Carbono Gerados por Empreendimentos Integrantes do PROINFA**. 2012. Monografia – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2012.

DALY, Herman E. Toward Some Operational Principles of Sustainable Development. **Ecological Economics**, v. 2, p. 1-6, 1990

DALY, Herman E. From Empty-World Economics to Full-World Economics: Recognizing an Historical Turning Point in Economic Development. **TOES/Americas**, v. 9, 1992.

DÁVI, Giovani Almeida; CAAMAÑO-MARTÍN, Estefanía; RÜTHER, Ricardo; SOLANO, Juan. Energy performance evaluation of a net plus-energy residential building with grid connected photovoltaic system in Brazil. **Energy and Buildings**, v. 120, p. 19-29, 2016.

DAWN, Subhojit; TIWARI, Prashant Kumar; GOSWAMI, Arup Kumar; MISHRA, Manash Kumar. Recent developments of solar energy in India: Perspectives, strategies and future goals. **Renewable&Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 215-235, 2016.

DUBEUX, Rafael Ramalho. **Desenvolvimento e mudança climática**: estímulos à inovação em energia de baixo carbono em países de industrialização tardia (1997-2014). 2015. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) - Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília, 2015.

DUSONCHET, L.; TELARETTI, E. Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 986-998, 2015.

ECHEGARAY, Fabián. Understanding stakeholders' views and support for solar energy in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 63, p. 125-133, 2014.

EL HAGE, Fabio S.; RUFÍN, Carlos. Context analysis for a new regulatory model for electric utilities in Brazil. **Energy Policy**, v. 97, p. 145-154, 2016.

FARIA JR., Haroldo de; TRIGOSO, Federico B. M.; CAVALCANTI, João A. M. Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 469–475, 2017.

FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1 - **Adoption Of The Paris Agreement** - Draft decision - /CP.21, Paris, 2015.

FÜCKS, Ralf. **Green Growth, Smart Growth: A New Approach to Economics, Innovation and The Environment**, UK and USA, 2015.

GABRIEL, Cle-Anne. What is challenging renewable energy entrepreneurs in developing countries? **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 64, p. 362-371, 2016.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

GREENPEACE. **Revolução energética**: A caminho do desenvolvimento limpo. Em: <
http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2013/Agosto/Revolucao_Energética.pdf> Acesso em: 29 nov. 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy Technology Perspectives 2016**: Towards Sustainable Urban Energy Systems, France, 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Snapshot of Global Photovoltaic Markets**, 2016. Disponível Em: http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016__1_.pdf. Acesso em: 17 jul. 2017.

ISMAIL, Abdul Muhaimin; RAMIREZ-INIGUEZ, Roberto; ASIF, Muhammad; MUNIR, Abu Bakar; MUHAMMAD-SUKKI, Firdaus. Progress of solar photovoltaic in ASEAN countries: A review. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 48, p. 399-412, 2015.

JOLLY, Suyash; RAVEN, R. P. J. M. Field configuring events shaping sustainability transitions? The case of solar PV in India. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 103, p. 324-333, 2016.

JOSHI, Devin K.; HUGHES, Barry B.; SISK, Timothy D. Improving Governance for the Post-2015 Sustainable Development Goals: Scenario Forecasting the Next 50 years. **World Development**, v. 70, p. 286-302, 2015.

KASTNER, Ingo; MATTHIES, Ellen. Investments in renewable energies by German households: A matter of economics, social influences and ecological concern? **Energy Research & Social Science**, v. 17, p. 1-9, 2016.

KIRCHNER, Carlos Augusto Ramos. Dimensão da crise e a explosão das tarifas de energia elétrica. São Paulo, **Revista da USP**, n. 104, 2015.

KONZEN, Gabriel. **Difusão de Sistemas Fotovoltaicos Residenciais Conectados à Rede no Brasil: Uma Simulação Via Modelo de Bass**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo, 2014.

LANDI, Mônica. **Energia Elétrica e Políticas Públicas** - a experiência do setor elétrico brasileiro no período de 1934 a 2005. 2006. Tese (Doutorado em Energia) – Programa de Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2006.

LEFF, Enrique. **Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LOVINS, Amory B. **Reinventando o fogo: soluções ousadas de negócios na nova era da energia**. São Paulo: Cultrix, 2013.

MATA, Henrique Tomé Costa; CAVALCANTI, José Euclides A. A Ética Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Economia Política**, v. 22, p. 170-185, 2002.

MELO, Conrado Augustus de; JANNUZZI, Gilberto de Martino; BAJAY, Sergio Valdir. Non conventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 61, p. 222-234, 2016.

MIAN, Helena Magalhães; MOTA, Vítor Augusto de Souza. **Mecanismos de suporte para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira: modelos e sugestão para uma transição acelerada**. Brasília: WWF-Brasil, 2015

MITSCHER, Martin; RÜTHER, Ricardo. Economic performance and policies for grid-connected residential solar photovoltaic systems in Brazil. **Energy Policy**, v. 49, p. 688-694, 2012.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. Histórico da Operação – Geração de Energia, 2017. Disponível em: http://www.ons.org.br/historico/geracao_energia.aspx, Acessado em: 03 jul. 2017.

OVERHOLM, Harald. Spreading the rooftop revolution: what policies enable solar-as-a service? **Energy Policy**, v. 84, p. 69-79, 2015.

PAPAEFTHYMIU, G.; DRAGOON, Ken. Towards 100% renewable energy systems: Uncapping power system flexibility. **Energy Policy**, v. 92, p. 69-82, 2016.

PINTO, Julian T.M.; AMARAL, Karen J.; JANISSEK, Paulo R..Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, v. 133, p. 73–84, 2016.

PSR/COPPE/UFRJ. **Adaptação às mudanças climáticas no Brasil**: cenários e alternativas. Energia - relatório final. PSR/COPPE/UFRJ, 2015.

PYRGOU, Andri; KYLILI, Angeliki; FOKAIDES, Paris A. The future of the Feed-in Tariff (FiT) scheme in Europe: The case of photovoltaics. **Energy Policy**, v. 95, p. 94-102, 2016.

ROSA, Taís Hemann Da. **O acesso à energia elétrica como manifestação do direito ao mínimo existencial**: uma análise com ênfase na dimensão defensiva do direito de acesso à energia elétrica. 2016. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Direito Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.

ROCKSTRÖM, et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, 2009.

ROCKSTRÖM, J. et al. A roadmap for rapid decarbonization. **Science**, v. 355, 2017.

SCHMIDT, Johannes; CANCELLA, Rafael; PEREIRA JUNIOR, Amaro O. An optimal mix of solar PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v 85, p. 137,147, 2016.

SCHMIDT, Johannes; CANCELLA, Rafael; PEREIRA JUNIOR, Amaro O. The role of wind power and solar PV in reducing risks in the Brazilian hydro-thermal power system. **Energy**, p. 1-10, 2016.

SILVA, Glauciene Justino Ferreira da; SEVERO, Thiago Emmanuel Araújo. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordestino: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 03, p. 586-599, 2012.

SILVA, Rodrigo Corrêa; MARCHI NETO DE, Ismael; SEIFERT, Stephan Silva. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 328-341, 2016.

SIMSHAUSER, Paul. Distribution network prices and solar PV: Resolving rate instability and wealth transfers through demand tariffs. **Energy Economics**, v. 54, p. 108-122, 2016.

SOUZA, Luiz Enrique Vieira de; CAVALCANTE, Alina Mikhailovna Gilmanova. Towards a sociology of energy and globalization: Interconnectedness, capital, and knowledge in the Brazilian solar photovoltaic industry. **Energy Research & Social Science**, v. 21, p. 145-154, 2016.

STRAM, Bruce N. Key challenges to expanding renewable energy. **Energy Policy**, v. 96, p. 728-734, 2016.

WITTMANN, Douglas. **A indústria de energia elétrica no Brasil e o desenvolvimento sustentável**: Uma proposta para o horizonte 2050 à luz da Teoria de Sistemas. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2014.