

O IMPACTO DA DIFUSÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOBRE AS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA.

Francesco Tommaso Gianelloni Zubiria

09 / 2016

Orientador: José Eduardo Cassiolato, Doutor

Co-Orientador: Nivalde de Castro, Doutor

Área de Concentração: Mestrado em Economia da Indústria e da Tecnologia

Linha de Pesquisa: Economia Industrial

Palavras-chave: distribuidoras de energia; geração distribuída; geração fotovoltaica;

Número de páginas: 17

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, verificou-se o início de um processo de profundas mudanças tecnológicas no setor elétrico, tendo como característica mais visível deste processo o ciclo expansionista de fontes renováveis e alternativas na matriz elétrica. Inicialmente, esta dinâmica esteve basicamente atrelada à difusão da energia eólica. Mais recentemente, a energia solar fotovoltaica também iniciou uma dinâmica de crescimento exponencial. Este crescimento é caracterizado pelo seu caráter difuso, com a predominância de projetos de micro e de mini geração nos investimentos realizados. Nestes termos, carece ser assinalado que a expansão solar fotovoltaica será um elemento central na transição para sistemas elétricos caracterizados pela presença de recursos energéticos distribuídos.

Para viabilizar este novo paradigma tecnológico, as diretrizes regulatórias irão precisar de ajustes e reformulações. Este é o caso da regulação para os serviços de distribuição elétrica, principalmente a estrutura tarifária. Antecipam-se impactos relevantes no âmbito do equilíbrio econômico-financeiro das concessionárias de distribuição em função da redução do volume de energia vendido nos seus mercados, ocasionando queda no volume da receita. Observa-se ainda a iminência do que pode ser classificado como um subsídio perverso, com os consumidores ligados à rede integralmente subsidiando àqueles que passam à auto geração, caso os consumidores de baixa

renda tenham dificuldade de migrar para a auto geração, em função dos elevados investimentos iniciais.

O objetivo deste trabalho é identificar os impactos da difusão da geração distribuída sobre o equilíbrio econômico-financeiro das concessionárias de distribuição elétrica no Brasil.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

Ao longo dos últimos anos, verificou-se o início de um processo de profundas mudanças tecnológicas no setor elétrico, tendo como característica mais visível deste processo o ciclo expansionista de fontes renováveis e alternativas na matriz elétrica. Inicialmente, esta dinâmica esteve basicamente atrelada à difusão da energia eólica. Mais recentemente, a energia solar fotovoltaica também iniciou uma dinâmica de crescimento exponencial. Este crescimento é caracterizado pelo seu caráter difuso, com a predominância de projetos de micro e de mini geração nos investimentos realizados. Nestes termos, carece ser assinalado que a expansão solar fotovoltaica será um elemento central na transição para sistemas elétricos caracterizados pela presença de recursos energéticos distribuídos (RAINERI, 2016).

Tradicionalmente, o setor elétrico brasileiro estruturou-se com base na geração de energia por meio de unidades de grande porte, com predominância das centrais hidroelétricas e em menor grau de termelétricas convencionais. Atualmente, existe uma forte tendência de expansão da participação de fontes alternativas na matriz energética brasileira. A difusão dessas novas unidades geradoras na rede elétrica leva a uma alteração no paradigma de geração do setor, uma vez que as fontes eólica e solar possuem como características principais a intermitência.

Para viabilizar este novo paradigma tecnológico, as diretrizes regulatórias e os modelos de negócios do setor elétrico irão precisar de ajustes e reformulações. No caso específico da micro e da mini geração (principalmente fotovoltaica), embora sua difusão propicie benefícios ambientais, menor necessidade de investimentos na expansão da rede de transmissão e redução de perdas, existem custos relativos derivados da necessidade de lidar com a crescente intermitência da geração e impactos sobre a rede. Antecipam-se ainda desequilíbrios econômico-financeiros das concessionárias de distribuição em função da redução do volume de energia vendido nos seus mercados, ocasionando queda no volume da receita.

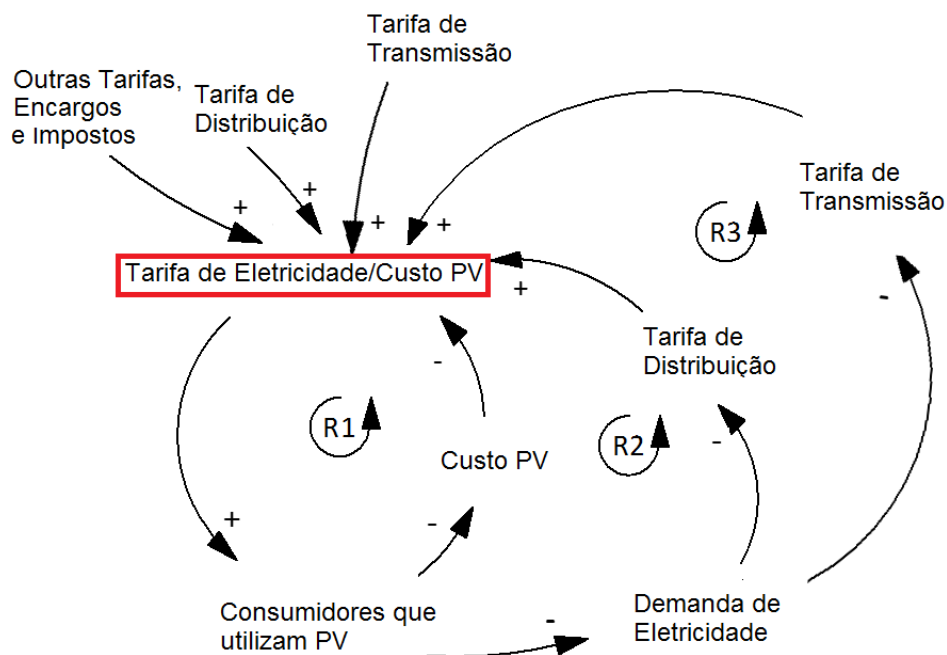
Os consumidores de energia elétrica, ao se depararem com a possibilidade de migração para a auto geração, mais especificamente para a geração fotovoltaica, devem considerar o a relação custo-benefício da instalação de equipamentos geradores e da parcela da tarifa de energia reduzida em função de um consumo menor da rede de distribuição. Esta relação costuma ser analisada segundo a terminologia de *paridade de rede*. Diz-se que uma localidade atingiu a paridade de rede quando ao considerar em conjunto: o valor da tarifa de energia elétrica, os custos dos investimentos dos equipamentos e da instalação, e as preferências intertemporais dos agentes consumidores, a relação custo-benefício é favorável à instalação da auto geração. Em última instância, pode-se considerar a

difusão como dependente da relação “tarifa de energia/custos de instalação de um sistema de geração fotovoltaico”.

Aumentos nas tarifas ligadas à transmissão, distribuição, outras tarifas, encargos e impostos aumentam a relação entre a tarifa de eletricidade (TE) e o custo de instalação de um sistema de geração fotovoltaico (CPV). A adoção da geração fotovoltaica pelas residências é influenciada positivamente pelo aumento da razão entre TE e CPV, com isto o custo dos painéis fotovoltaicos caem devido a um efeito de escala produtiva (R1) e com isto a razão aumenta ainda mais. O aumento do número dos consumidores que utilizam painéis fotovoltaicos diminui a demanda por eletricidade e, por conseguinte, leva à necessidade de readequação das tarifas de distribuição e de transmissão, respectivamente representadas pelos efeitos R2 e R3, levando novamente a aumentos na razão TE/CPV.

Ou seja, consumidores que migram para a geração distribuída deixam de pagar por boa parte dos custos de rede. Conforme visto por Andrade (2016) existe algum grau de correlação entre renda e migração para geração distribuída, dado que alguns consumidores cativos não possuem condições financeiras para investir em micro e minigeração. Desta forma, este seria um subsídio perverso, com consumidores de menor renda subsidiando consumidores de maior renda. Quem deve pagar por estes custos são os consumidores cativos que não migraram para a geração distribuída. Este mecanismo constitui um subsídio cruzado, com os consumidores que migram sendo subsidiados pelos consumidores que permanecem integralmente dependentes da rede. Esta dinâmica é ilustrada de forma simplificada através da Figura 1.

Figura 1 - Modelo geral de difusão da geração fotovoltaica



Fonte: Adaptado de Dyner et al.(2016)

O esquema cíclico da Figura 1 é conhecido como “a espiral da morte”. O termo surgiu pela primeira vez na década de 1970, em um contexto internacional de crise do petróleo, quando a demanda por energia elétrica sofreu redução e, concomitantemente, os custos de capital e operação das distribuidoras subiram. O termo tornou-se bastante utilizado por economistas e analistas para descrever a possibilidade de um ciclo vicioso de aumentos de custos e queda da demanda. A queda inicial no nível de consumo de energia elétrica força as distribuidoras a repassar os seus custos a uma quantidade menor de energia consumida, tornando a tarifa mais cara. O fato dos custos absolutos terem aumentado em função da crise torna a elevação tarifária ainda mais severa. Esta elevação, por sua vez, pode induzir a uma nova redução do consumo. Não obstante, o processo não se desencadeou da maneira esperada pela teoria, e uma década depois, como apontado por Felder e Athawale (2014), a espiral da morte foi considerada como resultante de condições pouco verossímeis, relacionadas à reação dos consumidores.

No final de 2013 o termo voltou a ganhar grande repercussão da mídia com a publicação de um artigo no The Wall Street Journal, onde este fora mencionado sob uma nova ótica. Esta retomada de atenção a este fenômeno, no entanto, começou a ressurgir, em menor escala, antes mesmo da publicação do artigo, em função de novas incertezas relacionadas com a crescente disseminação da geração distribuída. A concretização da “espiral da morte” não depende apenas do

“se”, mas também de “o quanto” os consumidores irão reagir à subida das tarifas de energia elétrica. É exatamente este o ponto que a proximidade de um cenário de paridade tarifária da geração distribuída pode afetar. A possibilidade de migrar para a geração distribuída tornou a reação dos consumidores mais intensa. A geração distribuída desafia a natureza de monopólio da distribuição.

A dinâmica aludida acima tem um caráter simplificado. Para uma análise mais precisa é necessário que se acrescente mais informação quanto às características da estrutura tarifária, da demanda, da possível difusão da geração distribuída, e das condições de equilíbrio.

No Brasil, a tarifa de fornecimento de energia elétrica segue um critério de remuneração dos custos em duas categorias:

Custos não-gerenciáveis (Parcela A), nos quais estão contidos os custos de compra de energia e os associados à transmissão e aos encargos setoriais; e

Custos gerenciáveis (Parcela B), que são os custos de prestação do serviço de distribuição e a remuneração dos investimentos em capital físico feitos pelas distribuidoras.

Os custos da Parcela A, pagos pela distribuidora, são repassados em sua totalidade para a tarifa. Os custos da Parcela B devem ser aprovados pela ANEEL, seguindo os princípios de prudência e eficiência, considerando os custos de prestação do serviço de distribuição e a remuneração e depreciação dos ativos vinculados à prestação do serviço de distribuição. Após determinação dos custos da Parcela B, o órgão regulador pode calcular a Receita Requerida, que é a receita necessária para que a distribuidora possa pagar todos os seus custos e possa obter um retorno justo dos investimentos físicos que realizou para viabilizar a oferta de serviços. Esta receita requerida será revista periodicamente, nos processos de revisão tarifária, que costuma ocorrer a cada quatro anos. Porém, anualmente os custos derivados da Parcela A são atualizados, utilizando o IGP-M. Nesta revisão anual aplica-se também o chamado “Fator X”, que objetiva permitir a apropriação de parte dos ganhos de escala e de produtividade pelo consumidor, atuando como um incentivo aos ganhos de eficiência.

Outra maneira de realizar a separação de custos da distribuidora é pela sua natureza técnica. A tarifa de fornecimento de eletricidade da distribuidora pode ser dividida em:

Tarifa de energia (TE), relacionada ao pagamento dos custos de compra de energia elétrica e encargos setoriais; e

TUSD: tarifa do uso do sistema de distribuição (TUSD), paga pelos consumidores cativos e livres que se destina à remuneração dos investimentos e serviços das concessionárias de distribuição e de transmissão.

Os custos que formam a TE são remunerados volumetricamente: cada consumidor paga em função do seu nível de consumo. Estima-se a demanda do período subsequente e, a partir desta, calcula-se a tarifa unitária por unidade de consumo (seja esta unidade um kWh ou um MWh) necessária para cobrir os custos. Parte dos custos existentes na TUSD é remunerada pelo mesmo princípio volumétrico do consumo, sendo este o caso de todos os consumidores conectados na rede de baixa tensão. A outra parte é remunerada pela cobrança de uma taxa fixa. Embora maiores detalhes deste mecanismo fujam do escopo deste texto, é importante compreender que parte dos custos do fornecimento de energia elétrica aos consumidores é pago por meio de um critério volumétrico, sujeito a erros de previsão da demanda, para mais ou para menos, e por uma parcela fixa por consumidor. A razão entre estes será um componente fundamental para analisar a possibilidade de uma espiral da morte.

O ingresso de consumidores no novo paradigma de geração distribuída irá afetar a distribuidora de duas maneiras distintas e em dois prazos distintos.

1.1. Curto prazo

No curto prazo a migração de consumidores para a geração distribuída pode trazer prejuízos e afetar o fluxo de caixa destas entre os períodos de revisão tarifária. Isto é decorrência do efeito da migração, que provocará um menor volume de consumo. Como a estrutura tarifária é formada em que parte por custos cobertos a partir do volume de consumo, com este volume menor do que o esperado, a tarifa multiplicada pelo consumo gerará uma receita menor que a requerida para remunerar as distribuidoras. Ou seja, o lag regulatório torna-se um risco para as distribuidoras em caso de entrada de geração distribuída. Pela regulação atual, a tarifa é reajustada para a nova demanda, porém as perdas incorridas não são recuperadas. Em partes, é este fenômeno de curto prazo que torna as distribuidoras contrárias à entrada de geração distribuída.

1.2. Longo prazo

Com relação ao longo prazo, deve-se compreender melhor quais as condições determinantes para a efetiva concretização da “espiral da morte”, que é um tipo de equilíbrio instável. Isto que

dizer que quando houver uma primeira perturbação, o equilíbrio não será mais restaurado, pois as variáveis tenderão a seguir trajetórias de divergência e não mais será possível equalizá-las. Henderson (1986) demonstra analiticamente qual é a condição necessária para que exista um equilíbrio estável.

A condição de Henderson é mais facilmente disposta seguindo a equação utilizada por Costello e Hemphil (2014):

Equação 1 - Condição de Henderson

$$e > \frac{P}{P - cm}$$

onde, e representa a elasticidade-preço da demanda, P representa o preço (ou a tarifa) e cm representa o custo marginal¹.

Ou seja, quando a resposta da demanda dos consumidores for muito elevada, a ponto de superar a razão do lado direito, se dará início a um quadro de equilíbrio instável que resulta na “espiral da morte”. Torna-se necessária então a compreensão dos fatores que afetam esta desigualdade.

A começar pelo lado direito da desigualdade, percebe-se a presença de duas variáveis: o preço e o custo marginal. O preço é a tarifa, e esta é determinada regulatoriamente pela Receita Requerida e pelo volume de consumo. Ou seja, existe reduzido controle sobre o nível da tarifa uma vez que a estrutura tarifária esteja definida.

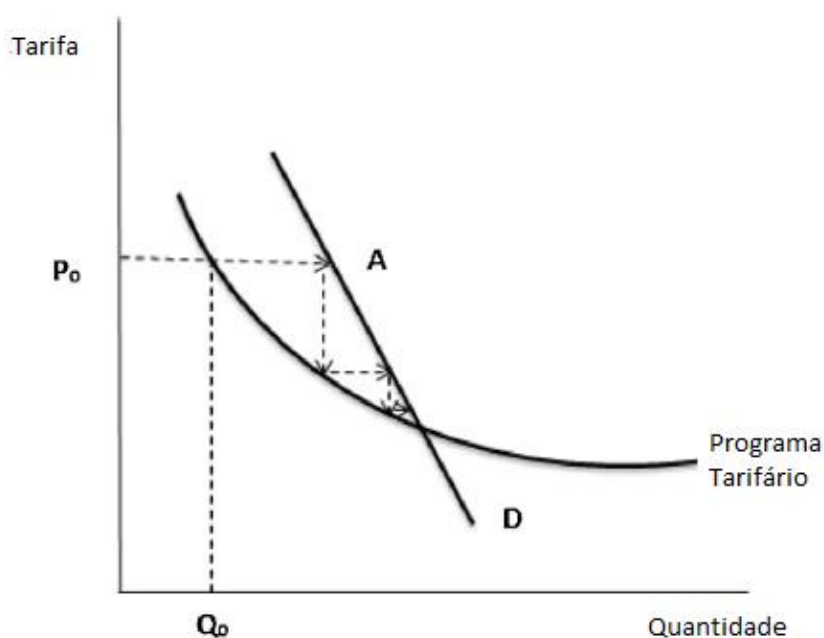
Quanto à elasticidade, esta depende principalmente da existência de bens substitutos. No caso das distribuidoras, refere-se aos substitutos de fornecimento de energia, onde entra a geração distribuída, que desafia o papel de monopólio natural da distribuidora. Ao criar uma opção, a elasticidade aumenta, pois os consumidores poderão migrar para esta, caso os preços tornem-se mais elevados.

Esta condição de equilíbrio pode ser visualizada graficamente. Antes, porém, é necessário introduzir o conceito de programa tarifário. A tarifa depende de dois fatores: Receita Requerida e quantidade de energia consumida. Para diferentes quantidades de energia consumida e uma Receita Requerida fixa, haverá diferentes tarifas que satisfaçam a condição de atender a esta. Esta relação é denominada de programa tarifário. A elasticidade (lado

¹ O custo marginal é o custo de produzir uma unidade a mais. Neste caso, de fornecer um MW/h a mais, por exemplo.

esquerdo da equação) pode ser vista como a inclinação da curva de demanda. O lado direito da condição de “espiral da morte” é a inclinação do programa tarifário. Ou seja, a condição acima pode ser interpretada em função da inclinação da curva de demanda e do programa tarifário. Sempre que a curva de demanda for menos inclinada (supõe elasticidade elevada) que a curva do programa tarifário, haverá a possibilidade de perturbações, como por exemplo, uma primeira migração para a geração distribuída, por alguns consumidores cativos, que vai determinar a “espiral da morte”. O Gráfico 1 exemplifica o caso de um mercado estável, com a curva de demanda mais inclinada que a do programa tarifário.

Gráfico 1 – Exemplo de Mercado de Distribuição Elétrica Estável

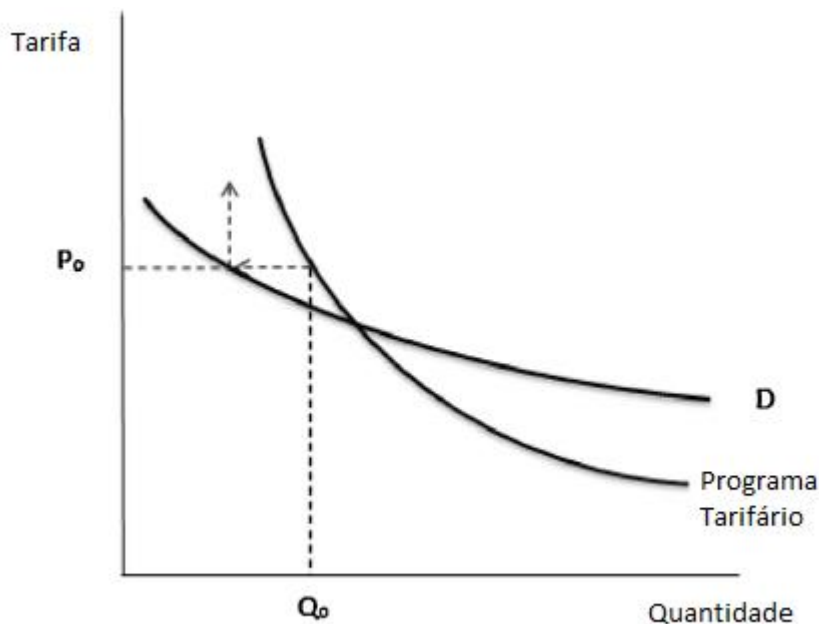


Fonte: Adaptado de Costello e Hemphil (2014)

Neste Gráfico, quando o preço aumenta, a curva de demanda descola-se para a esquerda e obtém-se um novo equilíbrio. Não há realimentação endógena para que este equilíbrio seja perturbado. É como se, após uma entrada de consumidores na geração distribuída, não houvesse um estímulo muito grande para que outros mais migrassem, seja porque o preço não subiu muito, seja porque os custos de migração na caíram muito.

O Gráfico 2 abaixo ilustra o caso de um mercado instável, onde um aumento de preços vai deslocar a demanda de tal maneira que será necessário um novo aumento de preços, o qual, por sua vez, afastará ainda mais a demanda, impossibilitando qualquer equilíbrio.

Gráfico 2 – Exemplo de Mercado de Distribuição Elétrica Instável



Fonte: Adaptado de Costello e Hemphil (2014)

É possível compreender então como as atuais regulação e estrutura tarifária podem responder de maneira inadequada à entrada de geração distribuída em volume considerável dentro do setor de geração elétrica.

PROBLEMA DE PESQUISA

O problema a ser resolvido é: quais os impactos da difusão da geração distribuída sobre o equilíbrio econômico-financeiro das concessionárias de distribuição no Brasil, sob a atual regulação? Dado que estes serviços de distribuição continuarão como fundamentais e essenciais para o funcionamento do setor de eletricidade, é importante que a lógica econômica seja respeitada. Um primeiro passo em direção a formulação de soluções é a compreensão dos impactos e a razão destes.

Buscar-se-á responder:

- a) Quais são os possíveis impactos sobre os fluxos de caixa das distribuidoras e qual é a origem dos mesmos?
- b) Quais os riscos inerentes de elevados graus de difusão de geração distribuída sobre a lógica econômica dos serviços de distribuição elétrica?

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Diagnosticar que a difusão de geração distribuída, sob a atual regulação e estrutura tarifária dos serviços de distribuição irá afetar o equilíbrio econômico-financeiro das distribuidoras, podendo trazer consequências para todas as partes interessadas do setor elétrico.

Objetivos Específicos

- Verificar a existência de perdas acumuladas entre os períodos de reajuste tarifário para as concessionárias de distribuição elétrica no Brasil;
- Diagnosticar a presença de um subsídio cruzado implícito, resultante da difusão sobre a atual estrutura tarifária;
- Diagnosticar a presença de riscos associados à perda da lógica econômica dos serviços de distribuição elétrica em cenários nos quais ocorre elevada difusão de geração distribuída conjuntamente à manutenção da regulação atual.

METODOLOGIA

- Revisão bibliográfica e documental para estudo detalhado da regulação atual das distribuidoras e da estrutura tarifária;
- Utilização de modelos de difusão de geração distribuída para construção de cenários;
- Formalização e estudo do mecanismo econômico que rege a regulação atual;

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Introdução

- Contextualização
- Problema
- Motivação
- Resultados

Capítulo 1: Base teórica da indústria de rede

- 1.1 O que é a indústria de rede?
- 1.2 Serviços de utilidade pública.
- 1.3 Serviços de rede.
- 1.4 Abordagem à fundamentação dos investimentos (longo prazo e curto prazo) para realização dos serviços.

Obs: Neste capítulo deve-se mencionar a estocagem como uma possível ameaça ao fim dos serviços de distribuição elétrica.

Capítulo 2: As concessionárias de distribuição no Brasil

- 2.1 Como funciona uma distribuidora?
- 2.2 Análise da composição de custos.
 - 2.2.1 Parcelas A e B.
 - 2.2.2 CAPEX.
 - 2.2.3 OPEX.
- 2.3 Regulação
 - 2.3.1 *Price Cap*.
 - 2.3.2 Incentivos.
 - 2.3.3 Receita requerida.
 - 2.3.4 Estrutura tarifária.
 - 2.3.5 Reajustes tarifários.

Capítulo 3: Geração distribuída.

- 3.1 O que é a geração distribuída?
- 3.2 Possíveis cenários de difusão.
 - 3.2.1 Construção de cenários.
 - 3.2.2 Incluir modelagem do projeto.
- 3.3 Impactos sobre as distribuidoras do setor elétrico.
 - 3.3.1 Necessidade de investimentos em novos equipamentos.
 - 3.3.2 Impactos financeiros.
 - 3.3.2.1 Impactos sobre o fluxo de caixa, advindos de: *lag regulatório* e perdas acumuladas.
 - 3.3.3 Impactos econômicos.
 - 3.3.3.1 A espiral da morte e a criação de um mercado instável.

REFERÊNCIAS

ABRADEE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. "Tarifas de Energia." (2015). Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>> acesso: <03/06/2016>

AGORA ENERGIEWENDE (Org.). Current and Future Cost of Photovoltaics. Berlin: Agora Energiewende, 2015.

AGRELL, P. J., BOGETOFT, P., MIKKERS, M., 2013. *Smart-grid investments, regulation and organization*. Energy Policy. v. 52, pp. 656-666.

ANDRADE, Diego. **Impactos dos Recursos Energéticos Distribuídos sobre o Setor de Distribuição**. Rio de Janeiro: Diego Andrade, 2016. 25 slides.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Nota Técnica nº 0017, de 13 de abril de 2015 que trata da proposta de abertura de Audiência Pública para o recebimento de contribuições visando aprimorar a Resolução Normativa nº 482/2012 e a seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST (Anexo IV)*.

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

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 que altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST*.

ANEEL, C. T. (2014). *Micro e Minigeração Distribuída. Sistema de Compensação de Energia Elétrica*. Brasília, DF, Brasil: Centro de Documentação–Cedoc.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. "Alternativas Energéticas: uma visão CEMIG." Belo Horizonte (2012)

CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária. *Convênio ICMS nº6 de 05 de abril de 2013 que estabelece disciplina para fins de emissão de documentos fiscais nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de energia Elétrica*. Diário Oficial Da União. 12.04.23, despacho 73/13

COSTELLO, Kenneth W.; HEMPHILL, Ross C.. Electric Utilities' 'Death Spiral': Hyperbole or Reality? **The Electricity Journal**. Amsterdã, p. 7-26. 10 dez. 2014.

DYNER,I; CASTAÑEDA,M; ZAPATA, S; FRANCO, C - Workshop Impacto dos Recursos Energéticos Distribuídos sobre o Setor de Distribuição - Firjan - 20 de maio de 2016

E-BRIDGE CONSULTING, IAEW, OFFIS (Alemanha). Moderne Verteilernetze für Deutschland: Verteilernetzstudie. Bonn: E-bridge, 2014.

EPE, 2014a. Nota Técnica DEA 19/14- Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil - Condicionantes e Impactos. Brasil, Rio de Janeiro, 2014.

EPE, 2014b. Nota Técnica DEA 13/14- Estudos da Demanda de Energia - Demanda de Energia 2050. Brasil, Rio de Janeiro, 2014.

EPE, 2016. Balanço Energético Nacional. Disponível em https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf . Acesso em 10 de maio de 2016.

FALCÃO, D - Workshop Impacto dos Recursos Energéticos Distribuídos sobre o Setor de Distribuição - Firjan - 20 de maio de 2016

FELDER, Frank A.; ATHAWALE, Rasika. The Life and Death of the Utility Death Spiral. **The Electricity Journal**. Amsterdã, p. 9-16. 08 jul. 2014.

FIGUEIREDO, Job. **Perspectivas de Difusão de Recursos Energéticos Distribuídos (REDS)**. Rio de Janeiro: Job Figueiredo, 2016. 46 slides.

GUERREIRO, A. Workshop Impacto dos Recursos Energéticos Distribuídos sobre o Setor de Distribuição. *Perspectivas de Difusão dos RED*. Rio de Janeiro, Firjan. 20 de maio de 2016.

International Energy Agency, 2014. World Energy Outlook. OECD/IEA, Paris.

JANNUZZI, Gilberto de Martino; DE MELO, Conrado Augustus. Grid-connected photovoltaic in Brazil: Policies and potential impacts for 2030. *Energy for Sustainable Development*, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

Martins, Vanderlei Affonso. ANÁLISE DO POTENCIAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS NA VIABILIDADE DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL. Diss. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2015.

RAINERI, R. Workshop Impacto dos Recursos Energéticos Distribuídos sobre o Setor de Distribuição. Rio de Janeiro, Firjan. 20 de maio de 2016.

REN21 - Renewable Energy Policy Network For the 21st Century(Org.). Renewables 2016 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat, 2016.

REN21 - Renewable Energy Policy Network For the 21st Century(Org.). The first Decade: 2004-2014.. Paris: REN21 Secretariat, 2014.

RODRIGUEZ, C. R. C., 2002. *Mecanismos Regulatórios, Tarifários e Econômicos na Geração Distribuída: O Caso dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede*. Dissertação de Mestrado. Planejamento de Sistemas Energéticos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, Brasil.

ROMAGNOLI, H. C., 2005. *Identificação de Barreiras à geração distribuída no marco regulatório atual do setor elétrico brasileiro*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia Elétrica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, Brasil.

Rüther, R., & Zilles, R. (2011). Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. *Energy policy*, 39(3), 1027-1030.

SAUAIA, Rodrigo. **Geração Distribuída Solar Fotovoltaica**. Rio de Janeiro: Rodrigo Sauaia, 2016. 17 slides, color.

SAUAIA, Rodrigo. **Energia Solar Fotovoltaica: Potencial, Oportunidades e Desafios**. Rio de Janeiro: Rodrigo Sauaia, 2016. 33 slides, color.

SHAYANI, R. A. (2010). Método para determinação do Limite de Penetração da Geração Distribuída Fotovoltaica em Redes Radiais de Distribuição. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE. TD-0e51/10, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, DF, 161 p.

SPERTINO, Filippo ; DI LEO, Paolo ; COCINA, Valeria. (2014). Which are the constraints to the photovoltaic grid-parity in the main European markets? *Solar Energy*, July, v. 105, p.390-400.

YAN, Y., QIAN, Y., SHARIF, H., TIPPER, D., 2012. *A Survey on Smart Grid Communication Infrastructures: Motivations, Requirements and Challenges*. *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, v. 15, n. 1, pp. 5-20.