

Desafios Atrelados à Geração Distribuída sob a Perspectiva da Distribuidora de Energia Elétrica no Brasil

Helen Vellozo Vendrameto⁺* André Nunes de Souza⁺*
Gustavo Henrique de Oliveira Miranda⁺*
Danilo Sinkiti Gastaldello⁺** André Gifalli⁺*
Fábio de Oliveira Carvalho⁺*

* Faculdade de Engenharia, Univ. Estadual Paulista (UNESP),
Bauru-SP, Brasil, (e-mail: helen.vendrameto@unesp.br;
andre.souza@unesp.br; gho.miranda@unesp.com.br;
andre.gifalli@unesp.br; e fabio.o.carvalho@unesp.br)

** Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO),
Bauru-SP, Brasil, (e-mail: danilo.gastaldello@unisagrado.edu.br)

⁺ Laboratório de Sistemas de Potência e Técnicas Inteligentes
(LSISPOTI), Bauru-SP, Brasil.

Abstract: The growth of distributed generation, especially from renewable sources, is a global trend, driven by increasing energy demand combined with environmental and economic issues. In this sense, the agents of the electrical sector, such as energy distributors, need to actively follow the evolution, due to the potential impacts of the connection of a new technology on a large scale. Distributors represent one of the most affected niches, since mini and micro distributed generation is directly connected to the medium or low voltage grid. In this scenario, several challenges present themselves to the utilities, categorized in this paper as: regulatory, technical, commercial, and market. From these perspectives, the objective of this paper is to present the main aspects and obstacles related to the theme, based on a review of the scientific literature.

Resumo: O crescimento da geração distribuída, especialmente oriunda de fontes renováveis, é uma tendência mundial, impulsionada pelo aumento da demanda de energia, combinada com questões ambientais e econômicas. Neste sentido, os agentes do setor elétrico, como as distribuidoras de energia, precisam acompanhar ativamente a evolução, devido aos impactos potenciais da conexão de uma nova tecnologia em larga escala. As distribuidoras representam um dos nichos mais afetados, visto que a mini e micro geração distribuída é conectada diretamente na rede de média ou baixa tensão. Neste cenário, diversos desafios se apresentam às distribuidoras, categorizados neste trabalho como: regulatório, técnico, comercial e de mercado. Sob essas perspectivas o objetivo deste trabalho consiste em apresentar os principais aspectos e obstáculos relacionados ao tema, a partir de uma revisão da literatura científica.

Keywords: Distributed Generation; Distributor; Regulation and Electricity Sector.

Palavras-chaves: Geração Distribuída; Distribuidora ; Regulamentação e Setor Elétrico.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Jesus et al. (2021), a energia elétrica que é gerada próxima ou até mesmo na unidade de consumo pode ser considerada como uma Geração Distribuída (GD), de acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (2014) a GD é a geração elétrica feita junto ou próxima do consumidor (ou vários consumidores) independente da potência, tecnologia e fonte de energia utilizada.

No cenário brasileiro, geração distribuída tem sua definição a partir do Artigo 14^o do Decreto de Lei 5.163/2004, onde “considera-se geração distribuída toda produção de energia elétrica proveniente de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, na qual esses agentes estão

diretamente conectados na rede de distribuição, conforme descrito por Alves et al. (2017).

Para Lange Salvia et al. (2016), por mais que a questão da sustentabilidade pareça “utópica”, a iniciativa por se praticar não é, nota-se uma série de medidas que buscam superar grandes desafios relacionados ao tema que já se encontram em prática no Brasil, trazendo pontos positivos ao país.

Segundo SECAP (2019), no contexto internacional, a mini e microgeração ganhou notoriedade nos anos 1970, a partir de uma crescente conscientização ecológica da população, enquanto no Brasil as discussões tornaram-se mais robustas somente em 2010 com a Consulta Pública n^o15.

Nesse sentido, é importante observar as práticas internacionais como orientação para o desenvolvimento da GD no Brasil. Na Alemanha, por exemplo, conforme expõe SECAP (2019), houve políticas de fomento e linhas de investimento específica para fontes renováveis e as distribuidoras eram obrigadas a comprar a energia gerada, foram inseridos controles remotos nas conexões para gestão da estabilidade do sistema.

Ainda no cenário e tendências internacionais relacionadas ao tema, em 2021, na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC) os países apresentaram os respectivos compromissos para os próximos 5 anos, visando cumprir o Acordo de Paris Froggatt and Quiggin (2021). Em Debnath et al. (2021), a Índia, por exemplo, apresentou uma meta ambiciosa de 450 GW de potência instalada de fontes renováveis até 2030.

A forma que se vem conduzindo a política e o planejamento energético no Brasil tem contribuído para que se ocorra a inserção de fontes renováveis que minimizem o impacto ambiental na matriz energética, além disso essas fontes auxiliaram a complementação da fonte hidráulica, que no ano de 2019 estava em 64,9%, conforme apresenta EPE (2020); Soares and Cândido (2020).

Segundo EPE (2020), o Brasil tem se destacado no cenário energético mundial por ser um país com um alto percentual de fontes renováveis de energia, os valores mostram que o Brasil conta com uma participação de fontes renováveis superior a 40% em sua matriz energética, nos últimos 20 anos, com a expansão da oferta de alguns derivados, sendo eles a cana de açúcar, eólica e o biodiesel, o país atingiu um expressivo número de 46,1% no ano de 2019, frente aos 14% no cenário global.

Devido ao perfil da matriz energética brasileira, segundo SECAP (2019), não existe o mesmo nível de incentivo para descarbonização que em outros países, todavia isso não representa um impedimento para expansão do mercado de GD, pois o desenvolvimento tecnológico dos painéis ou sistemas e subsídios governamentais são o suficiente.

No dia 17 de abril de 2012 a ANEEL vigorou uma Resolução Normativa ANEEL nº482/2012, na qual permite o consumidor realizar a geração da sua própria energia elétrica, isso podendo ser gerada através de fontes renováveis ou cogeração qualificada, além disso permite também que o excedente da sua produção possa ser injetado na rede local de distribuição de energia, desde que atenda todas as recomendações impostas pelas concessionárias, conforme BordinhoãO (2021).

Para Schweizer et al. (2021), a implementação de potenciais de eficiência energética demanda um envolvimento de várias engrenagens para se obter ações efetivas.

De acordo com a referência EPE (2020) existe um pacote de políticas ideais que promovam a eficiência energética, na qual esse pacote é composto por 3 tipos de engrenagens principais, sendo eles: regulamentações, informações e incentivos. Ainda de acordo a referência EPE (2020), essas ferramentas além de promoverem melhorias de eficiência energética no país, trazem consigo

a promoção de gerar empregos, redução na conta de energia, além de outros benefícios que podem ser encontrados nas indústrias, transportes, eletrodomésticos ou até mesmo nos edifícios.

As concessionárias de energia elétrica são responsáveis por efetuar a conexão de geração distribuída na rede, desde que essa conexão atenda os requisitos presentes na Normativa ANEEL N°56 de Abril de 2004 e no Módulo 3 do PRODIST (Procedimentos da Distribuição), que aborda o acesso ao sistema de distribuição. Nesse documento elaborado pela ANEEL constam tanto condições de acesso, como define critérios técnicos e operacionais que devem ser atendidas por todas as conexões de GD, bem como devem atender às normas técnicas brasileiras e padrões que possam ser solicitados pelas concessionárias locais, conforme apresenta Gama et al. (2013).

Sob a perspectiva da distribuidora de energia elétrica existem desafios e efeitos relacionados ao aumento de geração distribuída, que necessitam ser identificados, acompanhados e estudados, tanto para a sustentabilidade do negócio, como também mitigar prejuízos para consumidores que não possuem geração distribuída. A proposta deste trabalho é abordar tais desafios com diferentes perspectivas, são elas: regulatório, técnicos, comerciais e de mercado.

2. DESAFIOS

Esta seção apresenta os principais obstáculos das distribuidoras relacionados à geração distribuída. Tais obstáculos serão discutidos e foram identificados através da revisão da literatura.

2.1 Desafios Regulatórios

Uma vez que o fornecimento de energia elétrica é uma concessão de serviço público e essencial, o setor é regido por uma autarquia, neste caso a ANEEL, a qual estabelece regulamentos para as diversas operações da empresa.

Em um mercado regulado, as empresas, além da necessidade de conhecerem e aplicarem as normas vigentes, devem acompanhar proativamente as mudanças em curso, visando antecipar e mitigar eventuais impactos, sob o risco de inviabilizar o negócio ou a perda da concessão.

A geração distribuída, por ter uma tendência de crescimento sustentada nos próximos anos, torna-se naturalmente alvo de constantes atualizações das regulamentações, para adequação às necessidades dos diferentes agentes.

A Resolução Normativa nº 482/2012, estabelece disposições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída, bem como o sistema de compensação de energia elétrica, possibilitou ao consumidor brasileiro gerar sua própria energia elétrica por meio de fontes renováveis, bem como fornecer o excedente para a distribuidora.

Segundo a referência ANEEL (2016) ao acompanhar a implantação da Resolução Normativa nº 482/2012 foi

possível identificar uma série de pontos na regulamentação que necessitava de aprimoramento. Por exemplo, com o objetivo de reduzir os custos e tempo para conexão, de acordo com a Resolução Normativa nº 414/2010 (Condições Gerais de Fornecimento) e Resolução Normativa nº 482/2012, assim como aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura, por meio da Audiência Pública nº 26/2015, foi publicada a Resolução Normativa nº 687/2015, a qual revisou a Resolução Normativa nº 482/2012 e a seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST.

Em 7 de janeiro de 2022 foi publicada a lei 14.300 no Diário Oficial da União, com a qual cria-se o Marco Legal da GD. A partir de doze meses, a contar da data de publicação, deixam de ser válidas as regras da Resolução Normativa nº 482/2021 para novas instalações.

Interessante destacar que o período de transição mencionado poderá gerar um aumento atípico de solicitações de conexão, para o qual a distribuidora deverá absorver no curto prazo.

Dentre as mudanças mapeadas em Neto (2016), sob a perspectiva da distribuidora, destacam-se algumas de impacto, como por exemplo: mudança no modelo de compensação das componentes tarifárias; o prazo para análise da distribuidora para distribuição de créditos caiu de 60 para 30 dias; o mesmo ocorreu com o prazo para cadastro; instituição do Projeto de Energia Renovável Social; possibilidade de comercialização dos excedentes com a distribuidora; e estabelece o prazo de 180 dias para a distribuidora se adequar e operacionalizar as alterações.

No cenário internacional, segundo SECAP (2019), em Nova York, houve uma alteração regulatória tornando as distribuidoras em plataformas de sistemas de distribuição, prestando serviço de rede e de mercado, tornando-se neutras à expansão tradicional da rede e as iniciativas relacionadas a GD.

2.2 Desafios Técnicos

A atual regulamentação brasileira determina que as distribuidoras de energia não podem negar acesso ao sistema, com isso as eventuais adequações na rede elétrica para conexão de geração distribuída ficam a cargo das distribuidoras, sem prejudicar a continuidade e qualidade do fornecimento de energia aos consumidores.

De acordo com Neto (2016) é necessária uma flexibilidade das concessionárias no acesso à produção de energia vinda das usinas, de modo a garantir ao consumidor o balanço da energia gerada. Entretanto, com a inserção de sistema de GD na rede, ocorre uma desestabilização por conta da não operacionalidade, ou seja, elas não conseguem controlar a flexibilidade do sistema para o fornecimento de acordo com a demanda podendo assim comprometer a qualidade, estabilidade e confiabilidade esperada.

Segundo a referência Pereira (2019) a implementação de *smart grid* – sistemas inteligentes de controle da rede – podem conferir energia com mais estabilidade e robustez, aumentar a previsibilidade e flexibilizar parâmetros de controle da geração, entretanto o preço desta tecnologia

ainda é elevado e o seu desenvolvimento depende de incentivos governamentais e da iniciativa privada.

Nesse sentido, conforme apresenta a referência SECAP (2019), na Alemanha, para usinas acima de 100 kW de capacidade instalada, há a obrigatoriedade de instalação do controle remoto, com o qual a distribuidora pode diminuir ou até zerar a injeção de eletricidade, caso afete padrões regulatórios de qualidade ou estabilidade do sistema.

A referência Passatuto (2020) concorda que implantar *smart grid* em larga escala demanda investimentos exorbitantes e subsídios governamentais e, ainda acrescenta que os atuais medidores não possuem recursos adicionais disponíveis e não são adequados para implementação em uma rede inteligente, portanto, se tornarão obsoletos em um curto espaço de tempo.

Em relação ao sistema de proteção, existe uma preocupação relacionada à geração distribuída, o que é algo relevante, tanto por afetar a integridade dos equipamentos em caso de falha, como também comprometer a segurança aos colaboradores e população.

Já Pereira (2019), destaca que o sistema elétrico foi projetado para operar de forma unidirecional, contando ainda com um conjunto de proteções coordenadas e redundantes para garantir a segurança elétrica da rede, bem como a estabilidade e confiabilidade do sistema. Todavia, com a conexão de GD pode ocorrer interferência na funcionalidade da proteção. Ainda, apesar de já existirem equipamentos de proteção no mercado projetados para operar de forma bidirecional, não há um alinhamento entre a expansão da GD e a preparação da rede elétrica.

A referência Gama et al. (2013) reforça esse ponto de que a proteção foi concebida para operação de forma radial e inserção de unidades de geração distribuída altera essa premissa afetando a correta operação das proteções e, ainda, essa influência será aumentada quanto maior for a penetração da GD no sistema.

Já Dias et al. (2006), relata que as redes com geração distribuída possuem maiores dificuldades operativas atreladas ao fluxo bidirecional de energia, dificultando a recomposição com resincronização e restrições de religamento. Ainda, a proteção convencional largamente utilizada não é adequada para detectar fluxo bidirecional, necessitando adequar.

Para Gama et al. (2013), apesar da contribuição para um curto-circuito de uma pequena unidade GD não ser grande, as contribuições agregadas de muitas unidades podem alterar os níveis de curto-circuito de forma a causar descoordenação, afetando a confiabilidade e segurança do sistema de distribuição.

A variação no nível de curto-circuito pode influenciar na especificação dos equipamentos – capacidade de interrupção de disjuntores, limites térmicos, entre outros – ou dimensionamento de redes e linhas de transmissão.

Mais uma questão relevante estudada é o impacto da GD na qualidade de energia. A introdução em larga escala de geração distribuída pode impactar na qualidade de

energia elétrica. Segundo a referência Braga (2019), às concessionárias de energia elétrica já observam efeitos associados, como: sobretensão, desequilíbrio de tensão e sobrecorrentes.

Conforme apresenta a referência Costa (2019), redes de distribuição com presença de geração distribuída de alta capacidade podem submeter os reguladores de tensão a fluxo reverso de potência ativa que, dependendo do modo de controle, resultam em condições anormais ou perda da capacidade de regulação, podendo assim submeter os consumidores a subtensões e sobretensões severas.

Outro ponto de atenção é em relação a segurança operacional das redes com conexão de geração distribuída. Com a existência da GD conectadas ao sistema o seu Religamento Automático (RA) acaba sendo mais complexo, por conta dos riscos de um fechamento sem a devida sincronização, entre os geradores que alimentam as cargas que estão de forma ilhada e a concessionária. Existe uma certa exigência para que ocorra a pronta desconexão da GD, caso esse religamento ocorra fora de sincronismo as normas de acesso ressalta que as distribuidoras de energia não se responsabilizarão por devidos danos causados nos equipamentos dos “acessantes”. Ainda de acordo com o autor, ressalta-se a importância da concessionária ter de forma satisfatória o RA, pois o insucesso pode acarretar os indicadores de qualidade que são estabelecidos pela ANEEL e se os índices de qualidade de energia daquela unidade forem comprometidos causarão custos operacionais, de acordo com BordinhoO (2021).

2.3 Desafios Comerciais

As maiores distribuidoras do Brasil possuem cerca de 10 milhões de consumidores em sua concessão e mudanças que impactam em processos comerciais implicam em dificuldades desta ordem de grandeza.

Um dos processos impactados na distribuidora diretamente, pelo crescimento de solicitações de conexão de geração distribuída, é a análise técnica dos projetos e de viabilidade, que avalia o cumprimento das normas e a suportabilidade da rede. Isto demanda mão de obra especializada e sistema de interface com o cliente. Além disso, por ser uma tecnologia com difusão recente, é natural que exista muita recusa por não atendimento de normas e padrões estabelecidos e consequente retrabalho por parte da distribuidora.

Segundo ANEEL (2016), o sistema de medição deve atender a mesma especificação, de acordo com o nível de tensão, acrescido da funcionalidade de medição bidirecional de energia. No caso de microgeração distribuída, a distribuidora é responsável por adquirir, instalar, operar e manter o sistema de medição e, no caso da minigeração distribuída, o acessante irá ressarcir a distribuidora pelos custos de adequação do sistema de medição nos termos da regulação específica.

Diante do exposto, observa-se claramente um custo para a distribuidora atrelado a substituição do sistema de medição, no caso de microgeração distribuída, cuja previsibilidade é baixa, visto que a decisão pela instalação compete exclusivamente ao consumidor

(seguimento não controlado pelo órgão regulamentador) e é sensível a diversos fatores que afetam o custo-benefício.

Além disso, o medidor substituído nessas condições não necessariamente encontra-se no final de vida útil, podendo representar mais um ponto de perda financeira. Cabe então à distribuidora definir uma estratégia para mitigar esta perda, por exemplo, realocação em outra unidade com equipamento depreciado.

A Resolução Normativa nº 482/2012 introduz o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, o qual permite que o excedente de energia gerado seja injetado na rede da distribuidora e o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) válidos por 60 meses, possíveis de serem utilizados para abater consumo na fatura de meses subsequentes ou em outro posto tarifário – mesmo titularidade na área de concessão (autoconsumo remoto), geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios).

Apesar de o sistema de crédito considerar atualmente o abatimento de faturas de unidades consumidoras dentro da área de concessão, representa uma complexidade extra para a distribuidora, a qual deverá estruturar seu sistema de faturamento para gestão, controle e operação conforme disposto.

2.4 Desafios de Mercado

De forma resumida, a tarifa de energia elétrica para os consumidores cativos é composta pelos seguintes custos: aquisição de energia; uso do sistema de transmissão; uso do sistema de distribuição; perdas técnicas e não técnicas; e impostos.

É um pressuposto lógico que, se o aumento da penetração de geração distribuída na rede de distribuição demanda reforços de infraestrutura para adequação, há uma tendência de aumento na tarifa do consumidor cativo, em função da parcela de “uso do sistema de distribuição”.

Atualmente, 97% das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia pertencem ao grupo B, o qual possui as maiores tarifas em função de necessitar de mais infraestrutura de rede, sendo esse um motivador para instalação de geração própria, conforme apresentado por Jesus (2019).

Visando observar o efeito na tarifa do crescimento no número de mini e microgeração na rede de distribuição, a referência de Jesus (2019) observa que as distribuidoras ao realizarem projeções de mercado, para participarem de leilões de energia e então firmarem contratos de suprimento de longo prazo, o avanço da GD pode culminar em uma sob-recontratação de energia.

Para EPOWERBAY (2020), o crescimento no mercado de Geração Distribuída é expressiva, em dezembro de 2020 a potência de geração alcançou 4,3 GW de capacidade instalada, sendo 350 mil unidades de geração, 440 mil unidades de consumo, presente em mais de 5.100 municípios com instalações, destaque para o estado de Minas Gerais com capacidade de geração de 837 MW, seguido pelo estado do Rio Grande do Sul com 529 MW e o estado de São Paulo com a capacidade de geração em 524 MW.

A partir dos dados atualizados de 2021 de número de conexões e potência instalada, por estado, apresentados por ABGD (2021), observa-se uma crescente no montante de potência instalada, em comparação com os dados apresentados anteriormente.

Ainda, de acordo com a referência ABGD (2021), o Brasil alcançou a marca de 5.866,493 MW de potência instalada em GD, apesar do momento conturbado devido à crise da COVID-19 estima que no fim do mesmo ano esse número possa alcançar a casa de 7 GW de potência instalada.

Em janeiro de 2022, segundo FOTOVOLT (2022), foi atingida a marca de 9 GW de potência instalada. Com isso, observa-se que houve um aumento acima das expectativas e, com a publicação da lei n° 14.300 há uma tendência de aumento expressivo de novas conexões no período de transição.

Segundo SECAP (2019), a configuração atual do sistema de compensação cria uma relação de dependência do sistema de distribuição, pois a rede funciona como uma espécie de bateria para o prosumidor. Apesar disso, a tecnologia de armazenamento de energia tem evoluído rapidamente e os custos com tendência de queda.

Portanto, com a viabilização de tecnologias para autossuficiência, rentabilidade e sustentabilidade do negócio da distribuidora de energia elétrica pode ser afetado drasticamente, além de tornar-se mais suscetível aos aspectos regulatórios.

3. ANÁLISE DOS DESAFIOS

Com relação aos desafios regulatórios, foi citado o modelo regulatório vigente, entretanto, em virtude do crescimento da geração distribuída e da consolidação da tecnologia, é esperada uma série de mudanças nas regras para adequação e aprimoramento.

O órgão de regulamentação tem o desígnio de resguardar o interesse do consumidor, tanto daquele que adere a geração distribuída, como também o tradicional, buscando equilibrar os fatores afetados pelo aumento da GD, para não prejudicar nenhum tipo de consumidor.

Por outro lado, os agentes do setor e empresas deste nicho de mercado devem acompanhar a evolução da regulamentação ativamente, por exemplo, realizando medições e estudos, contribuindo com o seu ponto de vista nas audiências públicas, bem como auxiliando na identificação de alternativas viáveis em caso de conflito, a fim de assegurar menores riscos para os respectivos negócios.

A publicação da nova lei n° 14.300 estabeleceu uma série de alterações e, durante o período de transição, é provável que ocorra um aumento expressivo de novas conexões e a distribuidora deverá tratar esta demanda extra. Além disso, a nova regra estabelece prazos mais rigorosos para a distribuidora.

Em referência aos desafios técnicos, foram colocadas diversas questões de impacto na atual infraestrutura das distribuidoras, cuja concepção não previa a entrada em larga escala de geração distribuída.

O investimento na infraestrutura da distribuidora é remunerado na tarifa, entretanto, a regulamentação estabelece prudência e modicidade tarifária, isto é, não é uma alternativa viável para os negócios, por exemplo, tornar a rede mais robusta e preparada preventivamente para o acesso de GD.

Isto aliado ao fato da baixa previsibilidade de novas conexões de GD, uma vez que a decisão é unilateral do consumidor, aumenta o risco de retrabalho na rede, perda de materiais e maior custo para a distribuidora.

Além disso, a distribuidora deve assegurar o nível de qualidade do serviço e do produto (são estabelecidos indicadores pela ANEEL), bem como segurança para os colaboradores que trabalham na rede e a população exposta aos ativos.

Portanto, as distribuidoras precisam compreender e dominar o sistema atual, para acompanhar os efeitos da gradativa conexão de GD, o que depende de pesquisas e desenvolvimento, bem como uma estrutura técnica na empresa ou em parceria com instituições competentes.

No tocante aos desafios comerciais, de modo geral, a distribuidora, que no passado recente precisava gerenciar somente clientes carga cativos, hoje se depara com consumidor livre, consumidor com cogeração, geração distribuída com sistema de compensação e outros, conferindo uma complexidade maior também nos processos comerciais.

Ainda, como a distribuidora é a interface com a maior parcela dos consumidores e por prestar um serviço essencial, assume uma responsabilidade social com a qualidade do seu atendimento ao público.

Associar a referida complexidade, promovida pela GD, com a manutenção da qualidade nos processos comerciais, demanda um investimento em sistema e capacitação dos profissionais, aumentando o custo operacional da empresa, sem perspectiva de retorno financeiro associado.

Por fim, em relação aos desafios de mercado, para mitigar o risco de sob-recontratação de energia pela distribuidora, a empresa deve aumentar os esforços na acurácia das previsões de demanda, em um cenário de oscilações e incertezas.

Apesar disso, o atual modelo regulatório para GD, com um sistema de compensação, não representa uma perda de mercado para a distribuidora, uma vez que o consumidor ainda necessita da infraestrutura tradicional para operar, pagando, portanto, a parcela tarifária oriunda desse serviço.

Entretanto, consumidores autossuficientes, que utilizam a energia gerada no processo ou sistemas de armazenamento, podem representar uma perda de mercado para a distribuidora.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciativas de introdução de geração distribuída com fontes renováveis, além das contribuições ambientais e com a diversificação da matriz energética, proporciona benefícios às concessionárias como a postergação de investimentos com expansão do sistema.

Em contrapartida, para as concessionárias também existem desvantagens e incertezas associadas a GD, tais como: aumento da complexidade de operação; eventual necessidade de reforço ou adequação da infraestrutura existente; maior complexidade de faturamento, falta de estudos sobre os impactos e aumento do fluxo de potência e contribuição no nível de curto-circuito.

Qualquer mudança mais significativa na rede de energia, como é o caso da crescente conexão de geração distribuída, demanda atenção das concessionárias, bem como esforços para monitoramento e estudos sobre os impactos no curto, médio e longo prazo, visando garantir a manutenção da confiabilidade, desempenho e custos de operação do sistema.

Além disso, mais especificamente em relação a geração distribuída, quanto mais geração distribuída a concessionária conseguir conectar em sua rede, sem investimentos adicionais ou impactos nos indicadores regulatórios, maior será a rentabilidade do negócio, todavia, a concessionária pode também ter uma perda de receita baseada nas tarifas volumétricas.

Por mais que a geração distribuída possa representar incertezas para o negócio de distribuição de energia elétrica, a tecnologia não deve ser vista como uma ameaça, mas sim uma questão para ser acompanhada e estudada, bem como discutida no âmbito regulatório para garantir um cenário adequado para todos os agentes. Inclusive algumas empresas que atuam no segmento de distribuição criaram empresas específicas para atuar em geração distribuída fotovoltaica. Indicando com isso que existe interesse desses grupos no crescimento deste mercado de geração distribuída.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia de Bauru e a todos os colegas do Laboratório de Sistemas de Potência e Técnicas Inteligentes (LSISPOTI).

REFERÊNCIAS

ABGD (2021). Dados de Mercado. *Associação Brasileira de Geração Distribuída*.

Alves, E., Junior, A., and Pinto, V.M. (2017). Breve avaliação do cenário regulamentar da geração distribuída no Brasil. *XIV SEGeT-Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*.

ANEEL (2016). Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica.

Bordinho, A.d.B. (2021). Gestão de energia no segmento empresarial: a geração distribuída comparada às opções contratuais de suprimento.

Braga, T.M. (2019). Desafios de Qualidade de Energia na Implantação de Geração Distribuída na Rede de Distribuição de Baixa Tensão.

Costa, M.S. (2019). Impacto técnico e econômico da integração de uma geração distribuída de alta capacidade em um sistema de distribuição com reguladores de tensão em cascata.

de Jesus, M.V.C. (2019). Análise do impacto da micro e minigeração distribuída nas tarifas das concessionárias de distribuição de energia elétrica.

Debnath, R., Sagar, A., Babu, S., and Shuckburgh, E. (2021). Cop-26 futures we want: India country profile. doi:10.33774/coe-2021-ns37b.

Dias, M.V.X., Borotni, E.d.C., and Haddad, J. (2006). Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras. *Revista Brasileira de Energia*, 11, 11.

EPE (2020). Atlas da Eficiência Energética Brasil 2020.

EPOWERBAY (2020). Geração Distribuída: Estudos de Conexão. <https://www.epowerbay.com/single-post/geracao-distribuida-estudos-de-conexao>.

FOTOVOLT (2022). Geração solar FV distribuída chega a 9 GWp instalados. <https://bityli.com/zpYAK>.

Froggatt, A. and Quiggin, D. (2021). China, eu and us cooperation on climate and energy. *Retrieved June, 20, 2021*.

Gama, P.H.R.P., Aoki, A.R., Ciceli Martins Luiz, E.V., de Souza, M.E.M., Aisa, Dias, and Barbosa (2013). Comparação dos Requisitos das Distribuidoras para Inserção de Acessantes de Geração Distribuída.

Jesus, J.A.B., Silva, M.S., Lopes, J.M., Cunha, F.B.F., and Araújo, M.L.V. (2021). Políticas públicas brasileiras de fomento ao setor de energia fotovoltaica com foco em inovação tecnológica no estado da Bahia. *REVISTA GEINTEC-GESTAO INOVACAO E TECNOLOGIAS*, 11(1), 5760-5772. doi:10.7198/geintec.v11i1.1492.

Lange Salvia, A., Pilonetto, I., and Brandli, L.L. (2016). Desafios na aplicação da sustentabilidade no setor elétrico brasileiro. *Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*.

Neto, A.d.O. (2016). Análise do impacto da geração distribuída em um sistema de distribuição. Estudo de caso: Alimentador do setor de embaixadas sul, Brasília - DF. <https://fga.unb.br/articles/0001/4756/TCC1-ArgemirooliveiraNeto.pdf>.

Passatuto, L.A.T. (2020). Análise das propostas de mudanças nas regras da geração distribuída no Brasil.

Pereira, N.X. (2019). Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs. geração centralizada.

Schweizer, L., Schneide, M.E.N.d.A.C., Doyle, M., and Chaparro, L.R. (2021). 'Seguro que não morreu de velho' e é pura novidade: conheça o ESI, modelo que garante retorno de projetos de eficiência energética. <https://blogs.iadb.org/brasil/pt-br/seguro-esi-bid-solar-fotovoltaica-eficiencia-energetica/>.

SECAP (2019). Visão da SECAP sobre o setor de energia; o caso da micro e minigeração distribuída. <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-contudos/publicacoes/analises-e-estudos/arquivos/2019/visao-da-secap-sobre-o-setor-de-energia-o-caso-da-micro-e-minigeracao-distribuida/view>.

Soares, J.A.S. and Cândido, G.A. (2020). Planejamento energético no Brasil: a caminho de uma política energética de inserção da matriz nos moldes da sustentabilidade. *Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental*, 9(3), 637-662. doi:10.19177/RGSA.V9E32020637-662.