

A CONEXÃO DE MICRO E MINIGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA AO SISTEMA ELÉTRICO DA ENEL

CAIO GEANDERSON MACIEL MARTINS, ADRIANO HOLANDA PEREIRA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus de Maracanaú

<caiog2m.industria@gmail.com>, <holanda@ifce.edu.br>
DOI: 10.21439/conexoes.v10i5.1183

Resumo. O presente trabalho apresenta o processo de conexão de micro e minigeração distribuída ao sistema elétrico da ENEL de acordo com a resolução normativa n° 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Norma técnica 10/2016 da Ampla/COELCE (atual ENEL-CE). São abordados os aspectos técnicos, operacionais e requisitos de projetos aplicáveis à conexão de micro e minigeração de energia distribuída. Além de mostrar as resoluções normativas, este trabalho descreve o contexto da geração distribuída no Brasil, algumas dificuldades e alguns condicionantes para a expansão da geração distribuída a partir da energia solar fotovoltaica. A norma técnica da ENEL é baseada em regulações da ANEEL e do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) que estão relacionados à instalação e conexão de sistemas fotovoltaicos ao sistema de distribuição elétrica convencional. Desde Abril de 2012, quando a ANEEL criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (net metering), o consumidor brasileiro teve a possibilidade de gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Seguindo os critérios estabelecidos pela NT 10/2016, será apresentado um diagrama contendo as nove etapas do processo de conexão de micro e minigeração distribuída ao sistema elétrico e a descrição de cada uma destas etapas.

Palavras-chaves: Energias renováveis, Geração distribuída, Sistemas fotovoltaicos.

Abstract. The present work has the objective to approach connection's process of micro and distributed minigeneration to the ENEL's electrical system, in accordance with normative resolution no. 482 of the National Electric Energy Agency and Technical Standard 10/2016 of Ampla/COELCE (current ENEL-CE). The technical aspects, operational and project requirements applicable to the micro and distributed energy generation connection are discussed, besides showing the normative resolutions, this work addresses the context of distributed generation in the country and some difficulties related to the distributed generation of photovoltaic solar energy. The ENEL technical standard is based on National Electric Energy Agency's legislation (ANEEL) and the National Institute of Metrology, Quality and Technology (INMETRO) which are related the installation and connection of photovoltaic systems to the conventional electric distribution system. Since 17 April 2012, when ANEEL created the net metering system, the Brazilian consumer was able to generate its own electricity from renewable sources or qualified cogeneration and in addition, to supply the surplus to the grid of your locality. Following the criteria established by the standard, it will be approached the flowchart the process of connection of micro and distributed minigeneration to the electrical system and the description the stages of the connection process.

Keywords: Renewable energy, Distributed generation, Photovoltaic systems.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a ANEEL, o acesso da população aos serviços de infraestrutura, tais como: saneamento básico, transportes, telecomunicações e energia, é um critério

fundamental para a classificação de um país como desenvolvido ou não (ANEEL, 2008). Por outro lado, diante das demandas crescentes por energia elétrica e da limitação das fontes convencionais, a geração de

energia elétrica a partir de fontes renováveis constitui uma tendência em diversos países, inclusive com a concessão de incentivos à geração distribuída de pequeno porte.

De acordo com a definição de Tolmasquim (2016) a micro e a minigeração distribuída consistem na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Tolmasquim (2016) afirma que em âmbito nacional, os debates referentes a geração de energia elétrica ganham maior relevância na medida em que, ao longo dos anos, a evolução demográfica e o crescimento das atividades econômicas resultam em um constante aumento do consumo de energia elétrica, fato que possibilitou avanços na elaboração de normas e ações regulatórias para esta aplicação.

O crescimento da micro e minigeração distribuída de energia elétrica é incentivado por recentes ações regulatórias, com destaque para a possibilidade de compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (*net metering*).

Nesse sentido, em 2015 a geração distribuída no Brasil atingiu 34,9 GWh com uma potência instalada de 16,5 MW, com destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 20,0 GWh e 13,3 MW de geração e potência instalada respectivamente de acordo a ANEEL.

A resolução normativa n.º 482 (ANEEL, 2012) representa um avanço significativo no panorama energético nacional por estabelecer as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, os critérios de acesso e o sistema de compensação.

Além da resolução normativa n.º 482, outras legislações foram elaboradas para estabelecer as condições gerais de fornecimento de energia elétrica (ANEEL, 2010), requisitos de avaliação da conformidade para sistemas e equipamentos, assim como os procedimentos de distribuição. Baseada nessas legislações e resoluções normativas, a concessionária de energia elétrica do Ceará (Enel) estabeleceu uma norma técnica (CO-ELCE, 2016) que se aplica ao processo de conexão de micro e minigeração distribuída ao seu sistema elétrico. A seguir, os pontos essenciais a serem seguidos pela unidade consumidora para a conexão do sistema de geração à rede elétrica são analisados sob o ponto de vista das etapas e especificações mínimas.

2 REVISÃO NORMATIVA E BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geração distribuída

De acordo com Silva e Silva (2015), o objetivo de um sistema de energia pode ser exposto da seguinte maneira: deve gerar energia em quantidades suficientes e em locais apropriados a transmissão para grandes consumidores, em seguida distribuídos aos consumidores individualmente na forma e na quantidade apropriada, e com o menor custo ambiental e econômico.

Kawai et al. (2015) menciona as experiências de outros países em ações de geração distribuída iniciadas no final do século XX, e somente a partir de 2004 no Brasil. Até o ano de 2012 não havia nenhuma regulação específica, no entanto, com a publicação da resolução n.º 482 foi estabelecido o marco inicial para a expansão da geração distribuída no país. A Figura 1 representa um sistema de micro ou minigeração distribuída de energia instalado em uma residência:



Figura 1: Representação ilustrativa de um sistema de micro ou minigeração de energia em uma residência

Fonte: Tolmasquim (2016)

2.2 Processo de conexão

Além do interesse e o investimento na geração de energia elétrica, as unidades consumidoras devem seguir etapas estabelecidas pela NT 10/2016 da ENEL. Neste sentido, a unidade geradora deve apresentar classificações específicas. O sistema de compensação de energia elétrica contempla unidades consumidoras com micro e minigeração distribuída, empreendimentos com múltiplas unidades de consumo, geração compartilhada e unidades com autoconsumo remoto.

As unidades consumidoras com micro e minigeração instaladas devem ser projetadas, construídas e operadas em conformidade com as normas da ENEL para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária

ou primária de distribuição, de acordo com os Procedimentos de distribuição (PRODIST) e demais resoluções da ANEEL.

Para solicitar o acesso a micro e minigeração é necessário o preenchimento de um requerimento acompanhado pelos documentos exigidos pela ENEL, de acordo com a potência de geração. Em seguida, a ENEL fornece o parecer de acesso com os requisitos a serem seguidos no processo de instalação do sistema de geração. Após a aquisição do parecer de acesso, é realizado um acordo operativo entre a unidade geradora e a ENEL junto à ANEEL.

Os equipamentos da unidade geradora devem ser homologados de acordo com os critérios estabelecidos pela ENEL. Em um prazo de 120 dias (válido para micro e minigeração), é feita a solicitação da vistoria que deve ser realizada em até 7 dias pela concessionária, juntamente com a entrega do relatório de vistoria. Tal procedimento compõe os requisitos para a aprovação do ponto de conexão e, em caso afirmativo, a unidade consumidora estará apta para instalar o sistema de micro e minigeração de energia solar fotovoltaica.

A forma de conexão é definida de acordo com o valor da potência disponibilizada para a unidade consumidora e características dos equipamentos elétricos existentes na unidade.

O responsável pela unidade consumidora deve preencher uma solicitação de acesso, dirigida à ENEL, contendo o projeto das instalações de conexão e o pedido de conexão ao sistema de distribuição, a Anotação de responsabilidade técnica (ART) do técnico responsável pelo projeto, os diagramas unifilares e o certificado de conformidade do(s) inversor(es). Os prazos para início e conclusão de obras devem ser estabelecidos no parecer de acesso. Vale ressaltar que não é necessário apresentar licença ambiental ou inexigibilidade quando a geração é proveniente de um sistema fotovoltaico. Em seguida, a ENEL enviará o parecer de acesso em resposta à solicitação, de modo que as unidades microgeradoras firmem um relacionamento operacional com a ENEL a partir da data de aprovação do ponto de conexão.

É de responsabilidade da ENEL os custos decorrentes da aquisição, instalação, manutenção e operação, quando a unidade for enquadrada como microgeração distribuída. Além das especificações exigidas para as unidades consumidoras conectadas no mesmo nível de tensão da microgeração ou minigeração distribuída, o sistema de medição deve possuir a funcionalidade de medição bidirecional de energia elétrica ativa. A medição bidirecional pode ser realizada por meio de dois medidores unidirecionais, um para aferir a energia elé-

trica ativa consumida e outro para aferir a energia ativa gerada.

A ENEL pode propor proteções adicionais desde que justificadas tecnicamente, em função das características específicas do sistema de distribuição acessado exceto para geração classificada como microgeração distribuída. A aprovação e liberação do ponto de conexão deve ser realizada em um prazo de sete dias a partir da data em que forem satisfeitas as condições estabelecidas no relatório de vistoria.

É direito da ENEL inspecionar as instalações para verificação de conformidade, operação e calibração dos dispositivos necessários e o registro de eventos do funcionamento da geração.

2.3 Dificuldades para a expansão da geração distribuída

Tolmasquim (2016) afirma que o potencial energético atual tem se desenvolvido significativamente, mas que, para a expansão da geração de energia solar fotovoltaica distribuída, é importante observar que existe um conjunto de elementos considerados como desafios e condicionantes. Estes elementos estão resumidos na Tabela 1.

3 DISCUSSÕES

A unidade consumidora deve atender a todos os requisitos estabelecidos pela norma técnica e cumprir todos os prazos para ter o seu sistema em funcionamento. O sistema de compensação de energia elétrica requer a existência de um gerador com capacidade instalada entre 100 kW e 1 MW, valores que caracterizam o sistema como micro ou minigeração de energia, estando de acordo com a NT 10/2016.

O sistema de compensação de energia elétrica permite que os proprietários de micro e minigeração recebam créditos proporcionais ao somatório da energia ativa gerada no período de faturamento, além do nível de consumo da unidade. Estes créditos expiram em 60 meses, não sendo oferecido ao consumidor qualquer forma de compensação após este prazo. Os créditos devem ser utilizados apenas para compensar o consumo do proprietário da unidade de geração distribuída não havendo pagamento pela energia injetada na rede de distribuição mesmo que limitada ao nível de consumo da unidade. Este incentivo não é suficientemente atrativo para impulsionar a geração fotovoltaica e reflete o fato que as estruturas de distribuição não estão aptas para acomodar grandes quantitativos de energia gerada.

A Figura 2 apresenta um diagrama em nove etapas, contendo as informações existentes na NT 10/2016 com

Tabela 1: Desafios e condicionantes para a expansão da geração distribuída

Condicionante	Desafio	Elemento
Oportunidade de obter equipamentos relativamente acessíveis e possibilidade de investimento da indústria neste âmbito	A energia solar fotovoltaica deve mostrar boas condições de acesso quando comparada com outras fontes renováveis	(A) Redução de custos
Facilidade na aquisição de equipamentos para sistemas fotovoltaicos	Adaptação de indústrias para a produção de equipamentos fotovoltaicos	(B) Desenvolvimento da indústria local
Modernização normativa e regulatória para aumentar a eficiência, a segurança e a qualidade do sistema de micro ou minigeração	Criação de condições que permitam a difusão da geração distribuída	(C) Adequação da regulação
–	Desenvolvimento de linhas de crédito específicas para este tipo de geração e a criação de projetos de financiamento	(D) Acesso ao financiamento
–	Garantir a robustez, a boa funcionalidade e a certificação de empresas e profissionais, para garantir a vida útil do sistema de micro ou minigeração	(E) Qualidade das instalações

o intuito de facilitar a compreensão do processo de conexão e auxiliar na tomada de decisões.

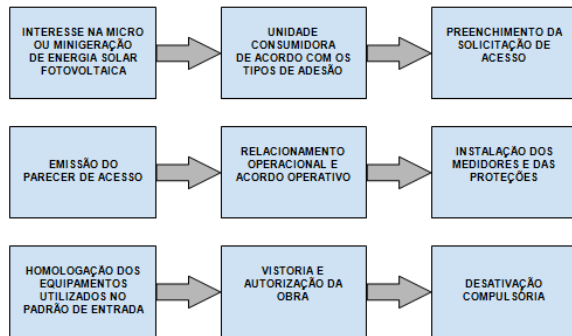


Figura 2: Diagrama com as etapas do processo de conexão

Além de seguir as etapas para que o sistema de micro e minigeração seja aceito e efetivado, a unidade consumidora deve acompanhar todas estas etapas e verificar se os prazos estão sendo cumpridos, uma vez que atrasos podem comprometer a conclusão do processo de conexão. Cada etapa da Figura 3 possui um prazo para ser efetivada, como mostra a Tabela 2. A Tabela 2 possibilita a organização para efetivar todas as etapas do processo de conexão, acompanhar os prazos estabelecidos e prevenir possíveis atrasos da empresa.

Tabela 2: Prazos das etapas do processo de conexão

ETAPAS	Tipo de geração			
	Microgeração sem obras (dias)	Minigeração sem obras (dias)	Microgeração com obras (dias)	Minigeração sem obras (dias)
Emitir parecer de acesso	15	30	30	60
Solicitar vistoria	120			
Realizar vistoria	7			
Entrega do relatório de vistoria	5			
Aprovação do ponto de conexão	7			

Fonte: Norma técnica 010/2016, ENEL

Os elementos da Tabela 1, considerados como desafios e/ou condicionantes para a expansão da geração distribuída, estão diretamente relacionados com as etapas mostradas na Figura 2. Por exemplo, o elemento A (Redução de custos) da Tabela 1, deve mostrar boas condições de acesso e gerar a oportunidade de obter equipamentos relativamente acessíveis, isso contribuirá significativamente para o interesse na micro ou minigeração de energia solar fotovoltaica (Etapa 1 da Figura 2)

e, conseqüentemente, para a expansão da micro e minigeração de energia solar fotovoltaica; por sua vez o elemento C (Adequação da regulação) deve garantir que exista a modernização das normas e regulações, para tanto, é preciso que a unidade geradora esteja de acordo com os tipos de adesão (Etapa 2 da Figura 2), em seguida, a unidade geradora poderá se adequar ao modelo net metering.

Ao analisarmos todos os desafios e condicionantes para inserção da geração distribuída no país, podemos relacionar estes elementos às etapas do processo de conexão ao sistema elétrico convencional. A Figura 3 representa em forma gráfica, a relação existente entre os desafios e/ou condicionantes e as etapas do processo de conexão do sistema de micro ou minigeração ao sistema elétrico da ENEL.

As letras posicionadas na parte superior esquerda de cada retângulo da Figura 3, identifica os elementos de acordo com a Tabela 1. A conexão existente entre os elementos A, B e C representa uma característica em comum: a existência de desafios e condicionantes diferentes daquelas apresentadas para os elementos D e E, que possuem apenas desafios para a expansão da geração distribuída. Os números situados na parte superior dos círculos representam as etapas do processo de conexão ao sistema elétrico. A orientação das setas mostram se é preciso algum requisito é necessário para que um dos elementos representados por letra sejam realizados ou se esses elementos acarretam em melhorias nas etapas da Figura 2 ao serem realizados. Os desafios e condicionantes podem gerar o desenvolvimento de soluções e métodos para a difusão da micro e minigeração de energia solar fotovoltaica e garantir a qualidade de funcionamento destes sistemas.

Após o estudo e a revisão das normas e resoluções, é possível entender a dinâmica da geração fotovoltaica distribuída e analisar alguns objetivos específicos, tais como: identificar os principais avanços obtidos em diferentes esferas, seus desafios e condicionantes e identificar os requisitos para o levantamento do potencial técnico da geração fotovoltaica. Além destes objetivos é possível avaliar qualitativamente e quantitativamente a geração distribuída de pequeno porte e os impactos para os diversos agentes envolvidos.

4 CONCLUSÕES

A geração de energia solar fotovoltaica ainda está presente principalmente em sistemas de energia isolados e remotos. Os sistemas conectados à rede representam um grande potencial para auxiliar na diversificação da matriz energética brasileira, devido a grandes condições naturais favoráveis.

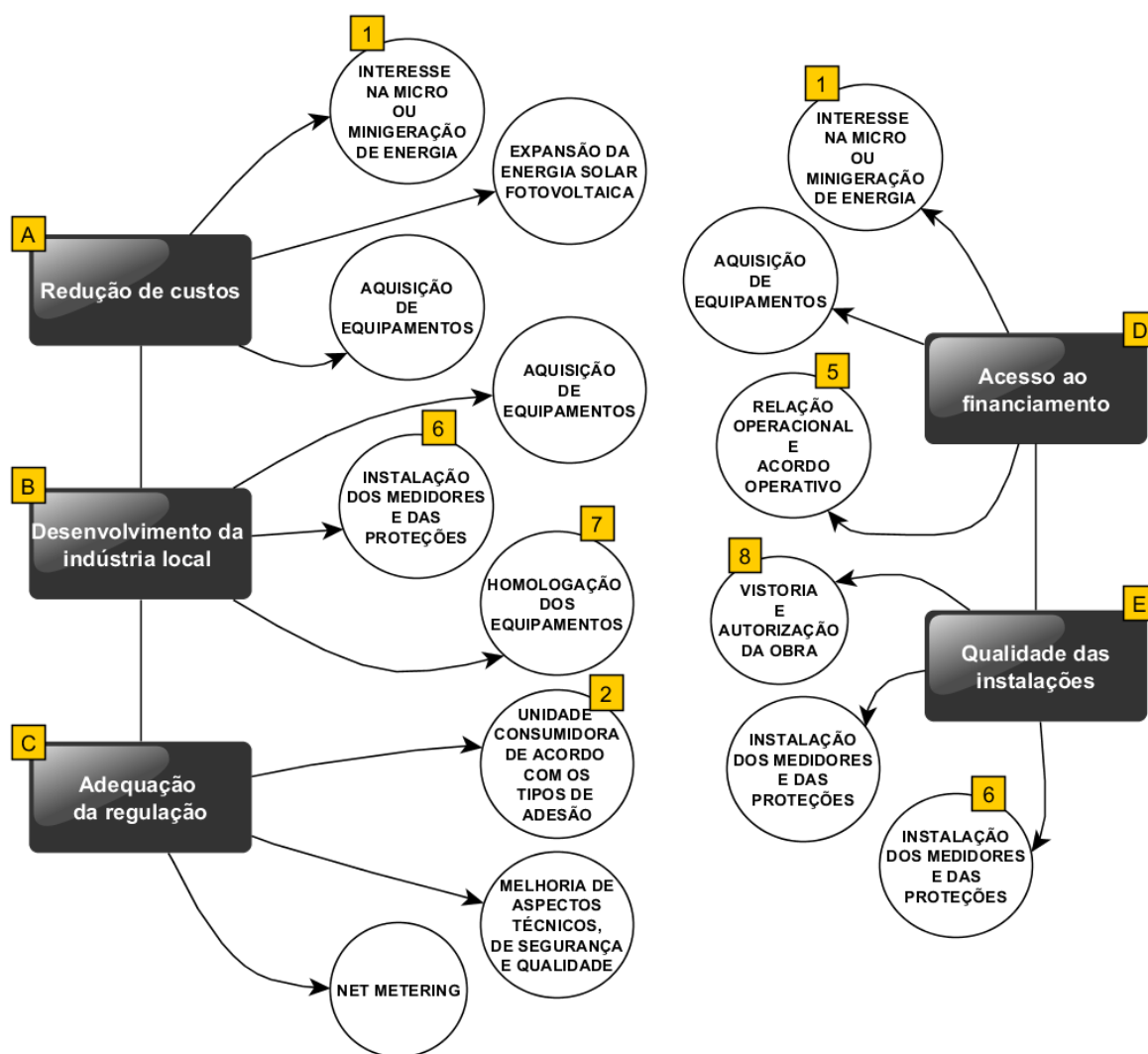


Figura 3: Representação gráfica da relação existente entre desafios e etapas do processo de conexão de micro e minigeração distribuída.

Contudo, existem algumas barreiras para a utilização generalizada, tais como a pouca oferta de incentivos econômicos e a baixa produção de equipamentos fotovoltaicos nacionais. No entanto, a compensação pela energia gerada proporciona uma forma decisiva de encorajar a viabilidade econômica das situações propostas.

Seguindo o desenvolvimento de normas e resoluções, o Brasil começou a estabelecer padrões de interconexão, segurança e qualidade relevantes para a energia solar fotovoltaica. A resolução normativa n.º 482 da ANEEL representa um grande avanço no setor elétrico brasileiro, por meio do aumento da oferta, qualidade e confiabilidade, seja por benefícios econômicos ou eficiência energética.

Além de mostrar a conexão existente entre as etapas do processo de conexão e os desafios e condicionantes para a expansão da geração distribuída, as representações gráficas apresentadas neste trabalho fornecem um recurso para a tomada de decisões no âmbito dos procedimentos envolvidos na micro e minigeração distribuída fotovoltaica.

TOLMASQUIM, M. T. *Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar e oceânica. Empresa de pesquisa Energética*. 1. ed. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452 p.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 1. ed. Brasília: ANEEL, 2008. 21 p.

_____. *Resolução normativa n. 414. Condições gerais de fornecimento de energia elétrica*. Brasília: ANEEL, 2010.

_____. *Resolução normativa n. 482. Condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica*. Brasília: ANEEL, 2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ. *Norma técnica 010/2016 r01: Conexão de micro e minigeração distribuída ao sistema elétrico da Ampla/COELCE*. Ceará: COELCE, 2016.

KAWAI, M.; SOARES, A. V.; BARBOSA, P. F.; UDAETA, M. U. M. Distributed generation in Brazil: Advances and gaps in regulation. *IEEE Latin America Transactions*, v. 13, n. 8, ago. 2015.

SILVA, H.; SILVA, V. Brazilian regulation on distributed generation. *Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON), 2015 CHILEAN Conference on*, Chile, p. 6–16, fev. 2015.