

# MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA CONECTADA À REDE ELÉTRICA: O QUE MUDOU COM A RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687 DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL

**Igor Rios - rios.igor@gmail.com**

Universidade Candido Mendes

**Erik Rios - erik.rios@itaubba.com**

Universidade Federal Fluminense

**RESUMO.** É notório que esta é uma época de grandes transformações no que se refere à sustentabilidade e preservação do meio ambiente. No que tange a geração de energia, este contexto fica ainda mais acentuado, visto que a matriz energética mundial ainda é balizada por fontes poluidoras de energia. A comunidade internacional está se mobilizando em reduzir a emissão dos gases causadores do efeito estufa e para isso propõe-se uma diversificação maior na matriz energética em busca de fontes renováveis de energia, a energia "limpa". O presente trabalho visa demonstrar como o Brasil conseguiu derrubar barreiras legais que impediam a proliferação da chamada Geração Distribuída, mais especificamente a geração de energia fotovoltaica. Apresenta-se o que mudou com a implantação da Resolução 482 da ANEEL e as melhorias que a revisão desta, a Resolução 687, veio a corroborar no incentivo a geração de energia distribuída. Além disso, apresenta-se quais as dificuldades e bloqueios que ainda persistem. Pode-se concluir que mesmo com melhora do cenário brasileiro, com a publicação de resoluções da ANEEL e normas de incentivo a geração de energia fotovoltaica, ainda há muitos desafios e barreiras a serem vencidas.

**Palavras-chave:** Geração Distribuída, Energia Fotovoltaica, Sustentabilidade, Desafios.

## 1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que a comunidade internacional está aumentando a pressão por um crescimento sustentável e a diminuição da emissão dos gases causadores do efeito estufa. Em 1992, o Rio de Janeiro sediou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), a chamada Rio 92. De lá para cá, outros acordos foram assinados como o Tratado de Quioto, Acordo de Paris. Todos visando a preservação do meio ambiente e o combate ao aquecimento global, causado pela emissão de gases poluentes. A busca por geração de energia renováveis tornou-se um compromisso internacional.

Segundo Souza (2015, p.16), o Brasil tem um grande potencial de geração de energia solar. Estudos realizados pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) comprovaram que os telhados residenciais brasileiros tem um enorme potencial de geração de energia, pois conta-se com grande número de horas de sol por dia.

No Brasil, em 2012, foi lançada a Resolução 482 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), um importante passo para a proliferação em todo país da micro e minigeração distribuída onde a energia fotovoltaica foi a que mais se proliferou. Segundo o Ministério de Minas e Energia: *Entre as energias renováveis mais utilizadas, a fonte solar fotovoltaica é a que mais se destaca (...)*. A Resolução 482 derrubou grandes barreiras no que tange a geração própria de energia, porém não foi o suficiente para incentivar a adoção deste sistema de geração na iniciativa privada. Foi somente com a publicação da Resolução 687 da ANEEL, que foi uma revisão da Resolução 482, que a geração distribuída ganhou força em todo o país.

Recorreu-se à pesquisa, onde o recurso metodológico adotado foi a revisão bibliográfica sobre artigos publicados eletronicamente, corroborada com livros técnicos, matérias em revistas especializadas, resoluções e normas pertinentes.

O objetivo primordial deste artigo é mostrar:

- Noções básicas sobre a energia solar fotovoltaica conectado à rede;
- A importância que a geração distribuída fotovoltaica tem na matriz energética brasileira;
- Como a Resolução 687 da ANEEL veio para remover as barreiras que ainda remanesceram depois da publicação da Resolução 482; e
- Quais os desafios e impedimentos que ainda deverão ser enfrentados para que a energia fotovoltaica seja ainda mais adotada pela iniciativa privada.

## 2. DESENVOLVIMENTO

## 2.1 Partes de um Sistema Fotovoltaico

O sistema de geração de energia fotovoltaica utilizado pelas residências é basicamente o mesmo utilizado em grandes usinas fotovoltaicas. Este sistema é composto basicamente por quatro equipamentos:

**Módulo solar fotovoltaico:** Também conhecido por placa solar, é responsável por captar a irradiação solar e transformá-la em energia elétrica. Cada módulo é composto por células fotovoltaicas ligadas em série. Tal ligação faz com que a diferença de potencial de cada célula vá se somando para que, nas saídas dos módulos, possa se obter uma voltagem maior. Lembrando que a corrente não se altera quando se ligam várias células em série. Os módulos solares geram corrente e tensão contínuas.

**Inversor de frequência:** Este equipamento é o cérebro por trás da geração fotovoltaica. Ele recebe a energia em corrente contínua gerada por vários módulos ligados em série (os chamados strings) e de vários strings ligados em paralelo e transforma em corrente alternada na frequência da rede a que estiver conectado, geralmente 50 ou 60 Hz. O inversor fica conectado ao relógio bidirecional. Ele controla o fluxo de potência que é injetado na rede que possibilitará a geração de créditos em kWh na conta de luz.

**String box:** Caixa onde são feitas as ligações dos condutores elétricos e também onde fica localizado o sistema de proteção do gerador fotovoltaico. Por este equipamento passa o cabeamento oriundo das placas fotovoltaicas que serão conectados à entrada do inversor e os cabos oriundos do inversor que serão conectados à rede da concessionária, depois de passar pelo medidor bidirecional.

**Medidor bidirecional:** Equipamento cuja responsabilidade de instalação, segundo a Resolução 687, é da concessionária de energia, depois de uma vistoria técnica do sistema feito por técnicos da própria concessionária a fim de verificar se estão de acordo com as normas da empresa. Diferente dos medidores comuns, este equipamento consegue medir o fluxo de energia que entra e que sai da propriedade onde está instalado o sistema solar. Com isso, em certos momentos do dia, geralmente em torno de meio dia, quando a geração de energia é maior do que o cliente pode consumir, o excesso de energia é injetado na rede da concessionária gerando créditos de kWh ao cliente. A noite, quando a geração de energia é nula, o cliente passa a consumir os créditos gerados durante o dia e com isso consegue-se praticamente zerar a conta de luz.

Conforme mostrado por JUNIOR *et al.* (2016, p.36) este tipo de tecnologia é o mais utilizado em vários países pelo mundo, pois além de ser economicamente rentável, é uma forma sustentável de geração de energia.

## 2.2 Comparativo entre a Resolução 482 e a Resolução 687

Com a publicação, em 2012, da Resolução 482 da ANEEL, o Brasil passou a adotar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica para a Microgeração e Minigeração Distribuídas, Silva (2015, p.9). Como diz o Artigo 6º §1º da Resolução 482: *Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora (...)*. Com isso foi criada a possibilidade de um particular gerar sua própria energia com o sistema conectado a rede da concessionária. Posteriormente, em 2016, passou a valer a Resolução 687 da ANEEL, que nada mais é do que uma revisão da Resolução 482. A publicação da Resolução 687 tornou a geração própria de energia mais atrativa ao público. Segue abaixo um comparativo entre as duas normas, o que melhorou depois da publicação da Resolução 687 e o que quais as dificuldades que ainda permaneceram para a adoção deste sistema por particulares.

A Resolução 482 foi um importante passo que o Brasil deu, pois criou regras que tornou possível o sistema de crédito de kWh. Já neste contexto pode-se verificar uma evolução que a Resolução 687 teve em relação à 482. A Resolução 482 determinava que os créditos gerados pelo sistema instalado na casa do cliente tinham um prazo de 36 meses para serem consumidos, ANDRADE JUNIOR (2016, p.36). Já a Resolução 687 estendeu este prazo para 60 meses, quase que o dobro. Outras duas grandes vantagens da Resolução 687, no que tange a compensação de créditos de kWh, foram: A possibilidade de o cliente produzir energia em um imóvel e consumir os créditos em outro imóvel, desde que ambos estejam dentro da área de atuação da concessionária, o que a Resolução 687 chama de *autoconsumo remoto*. Com isso, pessoas que têm casas de veraneio, mas moram em edifícios, possam instalar o sistema de geração em sua casa e consumir os créditos em seu apartamento; A possibilidade do cliente compartilhar parte dos créditos com outros clientes, o que a resolução chama de *geração compartilhada*. O cliente dono do imóvel onde foi instalado o sistema fotovoltaico pode compartilhar os créditos de kWh com seus familiares, por exemplo. O cliente também pode determinar a porcentagem de energia que deverá ser compartilhada.

Além destes, a Resolução 687 veio a complementar com o chamado *empreendimento de múltiplas unidades consumidoras*, quando um sistema é construído para atender a várias unidades consumidoras.

Um ponto que vale ressaltar é a distinção de micro e minigerador. A Resolução 482 define microgeração os sistemas *com potência instalada menor ou igual a 100 kW* e minigeração os sistemas com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW. A Resolução 687 define microgeração os sistemas com potência instalada menor ou igual a 75 kW e minigeração os sistemas com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW. Se por um lado os sistemas de microgeração ficaram limitados a 75 kW, por outro a resolução ampliou significativamente a

potência máxima dos sistemas de minigeração, que passou de 1MW, na Resolução 482, para 3 MW, na Resolução 687. Este aumento de potência foi importante, pois possibilitou que grandes indústrias, com demanda contratada acima de 1 MW, pudessem adotar o sistema de compensação instalando sistemas fotovoltaicos em seus telhados. Outra vantagem que este aumento de potência trouxe foi a de possibilitar que grandes plantas de energia solar (até 3MW) possam compartilhar a energia gerada com vários consumidores, fazendo assim um condomínio solar.

Outra grande evolução que a Resolução 687 veio a acrescentar foi o custo da troca do medidor de energia. Como já foi dito, para que o consumidor possa entrar no sistema de compensação, ele deverá solicitar à concessionária de energia a troca do medidor por um medidor bidirecional. Na Resolução 482 o custo da troca do medidor era do interessado, o cliente. Agora com a publicação da Resolução 687 este custo passa a ser bancado integralmente pela concessionária caso o sistema do cliente seja de microgeração, ou seja, de até 75 kWp.

A Resolução 687, depois da 482, também foi um importante passo no sentido de incentivar a proliferação em todo Brasil de sistemas de micro e minigeração distribuída, porém alguns desafios permanecem e sobre eles será discutido abaixo.

Uma das maiores barreiras que dificultam a venda destes sistemas ainda é o alto valor e a falta de incentivos sociais, fiscais e comerciais para tornarem o preço dos componentes do sistema fotovoltaico mais atrativo para o público em geral. Salvo alguns estados que reduziram ou zeraram o ICMS sobre a transação no sistema de compensação de energia como é o caso de Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Ceará (ANDRADE JUNIOR *et al.* 2016, p.45). Como os sistemas fotovoltaicos ainda são relativamente caros, sempre deverá ser feito um estudo de retorno investido, a fim de saber em quanto tempo o sistema será pago, tendo em vista a economia gerada na conta de luz.

A recuperação do investimento para os sistemas fotovoltaicos já está no médio prazo, contudo os recursos necessários para dar início a implantação ainda tornam-se um grande impeditivo na popularização da energia solar fotovoltaica na sociedade. (ROSA *et al.*, 2016, p.7)

Além da barreira econômica anteriormente citada, outro aspecto não muito favorável à energia fotovoltaica é a própria fabricação dos módulos solares. Os módulos fotovoltaicos são feitos de silício. Este passa por um processo de purificação que produz uma espécie de lixo danoso ao meio ambiente. Existe também o gasto de energia em todo o processo de fabricação e transporte dos módulos, ROSA *et al.* (2016, p.7). Tal gasto energético pode ser amenizado incentivando a produção nacional principalmente em localidades onde a incidência de radiação solar possa ser utilizada como gerador de energia da própria fábrica.

A Resolução 687, deixou alguns critérios técnicos a serem definidos pelas próprias concessionárias de energia. Com isso surgem algumas divergências entre as concessionárias que acabam dificultando o trabalho do técnico responsável. Geralmente, quando um cliente compra um sistema fotovoltaico para ser instalado em sua residência, a empresa responsável pela venda indica um responsável técnico que irá dar entrada do projeto junto à concessionária de energia. Uma das dificuldades que precisa ser vencida é a burocracia que envolve os requisitos que cada concessionária de energia exige para a ligação de um sistema de micro e minigeração ao sua rede. A Light, que abrange a cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, no documento intitulado *Informação Técnica DTE/DTP – 01/12 - Procedimentos para a Conexão de Microgeração e Minigeração ao Sistema de Distribuição da Light SESA BT e MT – Até Classe 36,2kV* exige que o responsável técnico pelo sistema fotovoltaico vá pessoalmente à agência da concessionária levando uma lista de documentos que inclui uma carta de credenciamento assinada pelo cliente. Já a ENEL, que abrange o município de Niterói - RJ, na sua norma técnica *NT-Br 010 - Conexão de Micro e Minigeração Distribuída*, entende que toda documentação pode ser enviada digitalizada por e-mail, porém exige uma procuração legal reconhecida em cartório. Verifica-se então que a Resolução 687 não definiu todo o processo, deixando para as concessionárias interpretarem ao seu modo. Daí nascem divergências que merecem ser tratadas e uniformizadas pelas distribuidoras de todo o Brasil.

### 3. CONCLUSÕES

Compreende-se que a publicação das resoluções 482 e posteriormente a 687 da ANEEL representaram um grande passo para a popularização dos sistemas fotovoltaicos em todo o país. A Resolução 687, que foi uma revisão da Resolução 482, ampliou as possibilidades de geração de energia fotovoltaica e facilitou o processo de conexão destes sistemas à rede de energia das concessionárias. A Resolução 482 foi o primeiro passo que o país deu para a difusão de sistemas fotovoltaicos, porém foi somente com a publicação da Resolução 687 que houve a proliferação destes sistemas em todo o país.

As maiores vantagens que a Resolução 687 apresentou e que foi fundamental para a adoção de sistemas de micro e minigeração foram: A possibilidade de compartilhar os créditos de geração com outras unidades consumidoras o que a norma chama de *geração compartilhada*; A ampliação da potência do sistema, que era de no máximo 1MW na Resolução 482 para minigeração e passou a ser 3MW na Resolução 687; O custo da troca do medidor que passou a ser da concessionária.

A Resolução 687 melhorou algumas questões técnicas que a 482 deixava em aberto, porém existem questões que vão além do escopo da norma, como é o caso do valor cobrado por um sistema fotovoltaico, ainda fora da realidade da maioria dos brasileiros, e a poluição que a fabricação dos módulos fotovoltaicos causa ao meio ambiente.

Alguns pontos importantes que a norma não cobriu e que ficou para as concessionárias interpretarem são relativos à burocracia que envolve a conexão do sistema fotovoltaico à rede elétrica. Cada concessionária exige documentos diferentes, o que dificulta o trabalho do responsável técnico que trabalha em diferentes regiões. Sendo assim, o profissional deve se informar em cada concessionária em que vai trabalhar sobre as peculiaridades que cada uma entende ser importante. As próximas edições das resoluções da ANEEL poderiam tratar destas peculiaridades evitando assim a diferença de interpretação pelas concessionárias de energia.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa 687, de 24 de novembro de 2015. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>.
- ENEL. NT-BR-010/2016 R-01 - Conexão de Micro e Minigeração Distribuída ao Sistema Elétrico da Ampla/Coelce, de 29 fev. de 2016. Disponível em: < [http://www.eneldistribuicao.com.br/rj/documentos/NT-BR-010\\_R-01.pdf](http://www.eneldistribuicao.com.br/rj/documentos/NT-BR-010_R-01.pdf)>
- ANDRADE JUNIOR, L. M. L., MENDES, L. F. R.. Microgeração fotovoltaica conectada à rede elétrica: considerações acerca de sua difusão e implantação no Brasil. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.v18n216-03>>.
- LIGHT SESA. Informação Técnica DTE/DTP – 01/12 - Procedimentos para a Conexão de Microgeração e Minigeração ao Sistema de Distribuição da Light SESA BT e MT – Até Classe 36,2kV, de 13 de dezembro de 2012. Disponível em: < [http://www.light.com.br/Repositorio/Recon/LIGHT\\_Informacao\\_Tecnica\\_DTE\\_DTP\\_01\\_2012\\_MARCO\\_2016.pdf](http://www.light.com.br/Repositorio/Recon/LIGHT_Informacao_Tecnica_DTE_DTP_01_2012_MARCO_2016.pdf)>
- ROSA, Antonio Robson Oliveira da e GASPARIN, Fabiano Perin. Panorama da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Disponível em: <<https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/157>>.
- SILVA, Rutelly Marques da. Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. 2015. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>>.

## PHOTOVOLTAIC MICROGENERATION CONNECTED TO THE ELECTRICAL NETWORK: WHICH HAS CHANGED WITH NORMATIVE RESOLUTION No. 687 OF THE NATIONAL ELECTRICAL ENERGY AGENCY - ANEEL

**Abstract.** *We are living in a period of great transformations in relation to the sustainability and preservation of the environment. This context is even more evident in energy generation, since the world energy matrix is still marked by polluting sources. The international community has been mobilizing itself to reduce the greenhouse gas emissions. To achieve “clean energy” a greater diversification in the energy matrix in search of renewable sources of energy, is proposed. Current work aims at demonstrating how Brazil has been able to overcome legal barriers that impeded the proliferation of the so-called Distributed Generation, more specifically the generation of photovoltaic energy. Presented here is what has changed with the implementation of ANEEL Resolution 482 and the improvements towards the incentives to what the revision of Resolution 687 has unlocked. In addition, this paper lays out the difficulties and blockages that still exist. It can be concluded that even with the improvements of the Brazilian scenario, with the publication of some ANEEL resolutions related to the incentives for photovoltaic energy generation, we still have many challenges and barriers to overcome..*

**Keywords:** *Distributed generation, Photovoltaics, Sustainability, Challenges.*