**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR INTEGRADA À REDE NA UFT CAMPUS GURUPI-TO**

STUDY OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF GRID-CONECTED SOLAR PV MICROGENERATION AT GURUPI-TO CAMPUS UFT

# RESUMO

O Brasil vem evoluindo no processo de implantação de energia solar fotovoltaica, mas o uso desta tecnologia ainda se encontra incipiente no país. A energia solar que, em primeiro momento, foi utilizada para atender comunidades isoladas na região amazônica, hoje se mostra como uma ótima alternativa para subsidiar a matriz energética brasileira que apresenta riscos de racionamento devido aos baixos níveis de água nos reservatórios das hidrelétricas. Deste modo, o governo e os órgãos reguladores estão adotando medidas para incentivar a geração de energia solar. Neste contexto, diante da necessidade de conter gastos e incentivar o crescimento de atividades sustentáveis na UFT realizou-se um estudo de viabilidade de microgeração de energia solar integrada à rede no C*ampus* de Gurupi - TO*.* O sistema proposto se mostrou viável economicamente e passível de ser instalado.

**Palavras chaves:** Microgeração fotovoltaica; Energia limpa.

# ABSTRACT

Brazil has been evolving in the process of implementation of photovoltaic solar energy, but the use of this technology is still incipient in the country. The solar energy that, in the first instance, was used to supply isolated communities in the Amazon region, today appears as a great alternative to subsidize the Brazilian energetic matrix that presents risks of rationing due to low water levels in hydroelectric reservoirs. Thus, the government and regulators are taking measures to encourage the generation of solar energy. In this context, given the need to reduce costs and stimulate the growth of sustainable activities in the UFT, a feasibility study of a grid-connected solar PV microgeneration system was carried out in the Campus of Gurupi -TO. The proposed system proved itself as economically feasible and possible to be applied.

**Keywords:** Photovoltaic microgeneration; Clean energy.

# INTRODUÇÃO

O Brasil tem aproximadamente 62,5% de sua geração de energia elétrica oriunda de usinas hidrelétricas (BRASIL, 2016). Que embora façam parte da classe de fontes renováveis de energia, causam, com a formação dos reservatórios, grandes impactos sociais e ambientais, como o deslocamento de comunidades indígenas e ribeirinhas, aparecimento de doenças, a destruição de florestas, a redução das áreas de desovas de peixes, e até mesmo a emissão de quantidades consideráveis de gases de efeito estufa (FEARNSIDE, 2015).

A energia solar fotovoltaica (PV) apresenta-se como uma alternativa para a diminuição dos impactos gerados na produção de energia. Esta, que embora, já se encontre bastante consolidada em países como Alemanha e o Japão, ainda tem seu uso incipiente no Brasil, mesmo sendo um país com grande incidência de raios solares, responsáveis pela geração.

Inicialmente a energia solar foi utilizada pelo governo brasileiro para levar energia elétrica às comunidades isoladas nas regiões Norte e Nordeste a partir do Programa “Luz Para Todos”[[1]](#footnote-1), visto que os custos de transmissão e distribuição da energia hidráulica para essas regiões mostraram-se inviáveis.

Hoje, uma nova proposta começou a se difundir no país: a energia solar fotovoltaica como a solução para atender aos picos de consumo, complementando a demanda energética, principalmente, nos períodos de estiagem, aonde o menor volume de chuvas nas áreas das represas vêm afetando a produção de energia das hidroelétricas em algumas regiões nos últimos anos. Além de se mostrarem uma alternativa à utilização das termoelétricas que são responsáveis pelo lançamento de grande quantidade de CO2 na atmosfera.

Este trabalho tem por finalidade realizar um estudo de viabilidade técnica e financeira de implantação de um sistema de microgeração[[2]](#footnote-2) de energia solar fotovoltaica com potência instalada de 100 kWp conectado à rede elétrica localizada no *campus* da UFT em Gurupi/TO.

# UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

A Universidade Federal do Tocantins (UFT) é uma universidade federal pública do estado do Tocantins, com seu polo principal em Palmas, capital do estado. Também possui *campi* nas cidades de Araguaína, Arraias, Gurupi, Miracema, Porto Nacional e Tocantinópolis, ofertando cursos de graduação, pós-graduação e extensão, além de ser um polo de desenvolvimento de pesquisas em várias áreas. Ela também oferece cursos na modalidade de educação à distância a partir do sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB) (UFT, 2016).

A UFT foi criada em 23 de outubro de 2000 pela Lei nº 10.032, iniciando suas atividades em maio de 2003. Este processo de criação tornou-se possível a partir da transferência de parte do patrimônio, dos alunos e dos cursos regulares da UNITINS - Universidade do Tocantins à UFT (MAIA, 2014).

O *Campus* de Gurupi está localizado na região sul do estado, onde são oferecidos cursos de graduação e pós-graduação presenciais na área de ciências agrarias e florestais, além de cursos de licenciatura na modalidade Ead pela UAB.

# ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (PV)

A PV é a energia gerada a partir da transformação de radiação solar em energia elétrica.

Quando a luz solar atinge determinados materiais, usualmente semicondutores como o silício, promove a excitação dos elétrons nas células solares ou fotovoltaicas (ANEEL, 2005). Assim, quando maior for a incidência de radiciação solar nos módulos ou painéis, maior será a produção de energia.

A energia solar é uma fonte limpa que possui inúmeras vantagens ao meio ambiente, ao consumidor que pode reduzir gastos com energia hidráulica em sua residência, e também gastos com a rede de eletricidade, diminuindo as perdas nas linhas de transmissão e distribuição, uma vez que a geração e o consumo no mesmo ponto aumentam a eficiência (TECHNE, 2012).

Sistemas de energia solar fotovoltaica (PV) são possíveis na maioria das regiões do mundo, apresentando-se como uma fonte ideal de geração descentralizada de eletricidade (YU *et al.*, 2014). Quanto aos custos, estes podem variar de acordo com as características de cada país ou região, tais como o nível de incidência de raios solares que atinge a superfície, a área de abrangência, o acesso aos materiais e equipamentos fotovoltaicos, dentre outros aspectos.

Rosário *et al.* (2005) afirmam que no Brasil, as políticas que visam o atendimento energético às comunidades isoladas têm como limitações o alto custo da geração, transmissão e distribuição de energia hidroelétrica que inviabilizam quaisquer iniciativas em pequena escala, onde, neste contexto, as energias renováveis, como a solar, contemplam ações que tem como princípio a conservação do meio ambiente, a participação social e o desenvolvimento local.

Já Yu *et al.* (2014) afirmam que países em que o sistema energético é fortemente dependente de combustíveis fósseis, como a China e membros da União Europeia, os sistemas de energia solar fotovoltaica intermitentes descentralizadas ainda não são economicamente viáveis em comparação com outras fontes de energia, gerando debates sobre a integração do sistema de energia, gerenciamento de rede, criação de demanda e usos.

Vários avanços aconteceram no setor de geração de energia solar no Brasil. A ANEEL regulamentou a Resolução Normativa nº 482/2012 que define o Sistema de Compensação de energia injetada na rede. O governo autorizou que estados isentem o ICMS[[3]](#footnote-3) dos investimentos em energia solar e promoverá leilões específicos na área. Mas há entraves que encarecem esse sistema como importação dos materiais.

O sistema de geração de energia fotovoltaica é formado por módulos ou painéis, inversor, caixa de conexão ou comando, cabos elétricos e em caso de armazenamento pode-se utilizar baterias.

## MÓDULOS OU PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Os painéis fotovoltaicos são formados por células de materiais semicondutores que ao entrarem em contato com a luz geram corrente contínuas (DC) de eletricidade. Usualmente, o silício é o material mais utilizado na forma de fatias lingotes ou peças fundidas com outros materiais (OECD/IEA, 2014).

O silício em seu estado puro não apresenta boas propriedades de condução, sendo necessário acrescentar outros materiais que favorecem a obtenção de energia. Esse processo é denominado dopagem, que adiciona cristais de fosforo (tipo *n*) ou boro (tipo *p*) junto ao silício. Quando o silício é dopado com fósforo, forma-se um material com elétrons de ligações fracas aos átomos de origem que se desprendem rapidamente na presença de pouca energia. Já quando o silício é dopado com o boro, ocorre uma insuficiência de elétrons que levam a formação de espaços ocupados por elétrons de camadas próximas. Assim, quando se juntam os dois materiais em um único, ocorre a junção *p-n* (CEPEL/CRESESBE, 2014).

Entre a junção *p-n* forma-se uma espécie de campo elétrico que ao ser exposto a fótons (provenientes de espectro de luz) com energia maior que a sua*,* promovem a movimentação dos elétrons formando um campo elétrico diferente de zero. Este campo, por sua vez, acelera as cargas que geram corrente elétrica entre a junção *p-n*. Este processo é denominado efeito fotovoltaico(CEPEL/CRESESBE, 2014).

As células são agrupadas em módulos, com vidro transparente na superfície superior e um material à prova de intempéries nas costas e muitas vezes possuem um quadro circundante. Os módulos são então combinados para formar cadeias, matrizes e sistemas (OECD/IEA, 2014).

## INVERSORES

Também chamados de inversores de conexão à rede, são responsáveis pela conversão da corrente contínua, produzida pelos painéis, em corrente alternada em sincronia com a rede elétrica. Podem ser inversores centrais (vários painéis são ligados a um inversor) ou microinversores que são conectados individualmente a cada painel, apresentando maior facilidade de projeto, instalação e manutenção, maior vida útil, maior eficiência global e o fato de trabalharem em corrente alternada (CA - mais usual e conhecida pelos instaladores), evitando os riscos de altas voltagens em corrente contínua (TECHENE, 2012).

## BATERIAS

As baterias são utilizadas para armazenamento de energia gerada nos painéis. São empregadas com maior frequência em regiões isoladas, aonde não há conexões do sistema de energia fotovoltaico com uma rede de distribuição elétrica proveniente de outra fonte geradora.

A bateria deve estar acompanhada de um “Controlador de Carga” que tem como principal função não deixar que haja danos por sobrecarga ou descarga profunda. O controlador de carga é usado em sistemas pequenos onde os aparelhos utilizados são de baixa tensão e corrente contínua (CC). A bateria armazena a eletricidade, que segue para o inversor, este, converte a corrente contínua em corrente alternada para ser usada nos eletrodomésticos convencionais (MESQUITA *et al.*, 2004).

# METODOLOGIA

Em primeiro momento, foi realizada uma análise nos prédios da instituição, com o intuito de elencar-se o prédio com as melhores condições para a instalação de um sistema de microgeração de energia solar.

O prédio escolhido foi o da Biblioteca do *Campus* de Gurupi/TO que se encontra em fase de construção, permitindo adequar a estrutura de cobertura ao sistema fotovoltaico planejado.

O prédio é constituído em dois pavimentos, sendo um térreo, com área construída de 1.463,77 m², o pavimento superior com área de 1403,72 m² e o barrilete com área igual a 232,46 m², somando uma área construída total de 3099,95 m².

O edifício foi projetado em bloco único, onde, em suas laterais ficam os conjuntos sanitários e circulação vertical. O pavimento térreo é composto pelo hall principal, guarda-volumes, sala de extensão, atendimento, Xerox, acervo geral, sala de aquisição, oficina de livros, hall de serviço, sala técnica e DML (deposito de material de limpeza). O pavimento superior foi projetado para atender sala de áudio e vídeo, sala de projeção, estudo em grupo, estudo individual, sala de reunião, processamento técnico, recepção, coordenação, copa, acervo de pós-graduação, periódico e coleções gerais. E por fim, o barrilete do reservatório superior que também acomodará um espaço para o almoxarifado.

A cobertura do prédio apresenta área de 1261,15 m², sendo dividida em duas águas de inclinação de 10%. A estrutura é formada por tesouras metálicas e telhas de alumínio.

Foram definidos os locais no telhado que serão instaladas os painéis fotovoltaicos. Levantando-se as áreas de instalação, onde se buscou os locais em que os painéis terão maior tempo de exposição à irradiação solar durante o dia.

## SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Foi realizado o levantamento da demanda de energia do Prédio da Biblioteca. Com isso, definiu-se a potência instalada do sistema tendo como referência a norma técnica NDU-001/2012 da Energisa[[4]](#footnote-4).

Com os dados da demanda de energia definiu-se que o sistema de compensação de energia elétrica correspondia ao de Microgeração distribuída. Dimensionaram-se os elementos do sistema fotovoltaico (Módulo Solar, Baterias, Inversores e Controladores). Para a cotação média do valor de instalação do sistema foi utilizado um simulador solar do Portal Solar[[5]](#footnote-5). Buscaram-se alternativas como outros sites e softwares que faziam a simulação, entretanto este foi considerado pelos autores como o mais completo.

O site Portal Solar fez o cálculo do valor de instalação com base na demanda do consumo mensal em kWh. Contudo, é importante entender que o site fornece um custo médio de mercado, onde não foram considerados sombras ou outro tipo de interferência, e a inclinação dos painéis fotovoltaicos foi considerada a 100% que equivale ao valor do ângulo (α) de 45º.

Como os níveis de insolação não permanecem a 100% durante todo o dia nessa região buscou-se as coordenadas geográficas da localização da Biblioteca da UFT *Campus* Gurupi - TO para que se pudesse definir, por meio de mapa solarimétrico da CRASESB[[6]](#footnote-6) a quantidade de radiação no local.

Com a cotação fornecida pelo site, calculou-se o tempo de retorno. Para isto multiplicou-se a produção anual de energia gerada *versus* o preço do kWh da energia fornecida. Na UFT *Campus* Gurupi – TO considerou-se o preço de energia de alta tensão, que é mais barata do que a de baixa tensão. Com o valor inicial do primeiro ano, descontou-se os impostos que insidiem na energia injetada COFINS[[7]](#footnote-7) e PIS/PASEP[[8]](#footnote-8), os gastos com manutenção e perda anual de rendimento do sistema. O ICMS não foi descontado, pois está isento na cobrança no estado do Tocantins a partir Ato Declaratório Nº 13[[9]](#footnote-9), de 22 de julho de 2015. Então, somaram-se os valores de energia produzida durante 25 anos.

Por fim, obtiveram-se os valores que permitiram analisar a viabilidade financeira da implantação do sistema: a TIR[[10]](#footnote-10) e o VPL[[11]](#footnote-11).

# DESENVOLVIMENTO

A área de cobertura do telhado corresponde de 1261,15 m², no entanto a área demandada para a instalação dos painéis foi de 804,84 m², tendo em vista que as áreas próximas ao centro do prédio apresentam sombras na maior parte do dia geradas pelo barrilete e os almoxarifados. A Figura 1 apresenta a distribuição dos painéis sobre a cobertura.

Figura I – Planta de cobertura

Fonte: UFT (2016)

As telhas são metálicas onduladas e com inclinação de 10%. Essa inclinação fará com que em determinada hora do dia, uma parte do telhado fique sombreada. Outra constante que também deve ser considerada em projeto são as paredes das platibandas que fazem no perímetro da cobertura que possuem uma altura de 1,10 m. Estas estruturas, também irão sombrear o telhado em uma determinada hora do dia.

## LEVANTAMENTO TÉCNICO

O sistema de geração de energia elétrica do prédio será composto pelas placas fotovoltaicas, conectadas a um inversor de frequência, que fará a interface entre a geração e a rede elétrica do prédio.

A demanda de energia do Edifício da Biblioteca (utilizando como referência a norma técnica NDU-001/2012 da Energisa): 101 kW.

As coordenadas geográficas do Edifício Biblioteca, *Campus* Gurupi da UFT foram obtidas a partir do Google Earth: 11°44'42.02" S; 49° 2'54.26" O. Com elas definiu-se a quantidade de radiação solar média recebida e a inclinação ideal dos painéis por meio de mapa solarimétrico obtido no site da CRESESB. Porém, o site não forneceu os dados do local em que está sendo construída a Biblioteca. Desta forma, foram utilizados os dados da estação meteorológica da CRESESB mais próxima, que fica na cidade de Peixe-TO, a 62 km do local de instalação das placas. Pode-se observar na Tabela I os dados obtidos na estação meteorológica da CRASESB da cidade de Peixe - TO ao longo do ano de 2015.

Tabela I - Índice de radiação solar diária média mensal em Peixe-TO em kWh/m².dia

Fonte: CRASESB (2015)

Definiu-se que o modelo de placas fotovoltaicas será de silício policristalino[[12]](#footnote-12) que é mais barata que monocristalina[[13]](#footnote-13) e apresenta em maior oferta no mercado.

Foi realizada uma pesquisa de três painéis e três inversores, para que se pudesse obter um parâmetro de projeto. Na Tabela II são informados os dados da placa fotovoltaica utilizada no Projeto.

Tabela II - Dados da placa fotovoltaica utilizada no projeto

Fonte: Autor (2016)

Na Tabela III são inseridos os dados do inversor empregado nessa pesquisa.

Tabela III - Dados do inversor utilizado no projeto

Fonte: Autor (2016)

Quantidade de energia gerada por um painel durante o primeiro ano (desconsiderando a perda de capacidade anual): 439,44 kWh.

Por definição, o sistema fotovoltaico projetado deve ter 100 kWp de potência instalada, portanto, serão utilizadas 408 placas, totalizando um montante de 179,29 MWh/ano. Este valor representa 69 % da energia demandada pelo prédio da Biblioteca.

A Tabela IV apresenta os dados do sistema completo, obtidos na página virtual do Portal Solar:

Tabela IV - Dados do sistema utilizado

Fonte: Autor (2016)

## ANÁLISE FINANCEIRA

Para verificar a viabilidade econômica e financeira de instalação do projeto utilizando os indicadores de viabilidade TIR, VPL e *Payback* visualizaram-se os dados que influenciam a análise financeira. Estes dados estão listados na Tabela V:

Tabela V - Input da análise financeira

Fonte: Autor (2016)

Não foi considerada taxa de desconto, pois se trata de um projeto sem fins lucrativos, com custo de oportunidade nulo.

As projeções dos indicadores financeiros calculados da instalação do projeto estão apresentadas na Tabela VI:

Tabela VI - Dados de saída da análise financeira

Fonte: Autor (2016)

# DISCUSSÃO

As variações devido à inflação e/ou deflação não foram contabilizadas, pois se considera que o preço da energia elétrica comprada (e consequentemente vendida) será reajustado na média com base na inflação/deflação do período.

Considera-se que o projeto é viável apesar da baixa TIR e do VPL (se comparado ao investimento inicial), pois se trata de um empreendimento que trará benefícios à comunidade acadêmica (servirá como oficina aos cursos afins) e a sociedade como um todo (pois funcionará como uma forma de fomento a implementação da energia fotovoltaica no estado do Tocantins).

Outro fator que deve ser levado em consideração corresponde ao fato do sistema de microgeração está integrada à uma rede de alta tensão, que no Tocantins encontra-se aproximadamente 55% mais barata que [convencional ou de baixa tensão](http://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx). Em pesquisa realizada nas empresas que trabalham com energia solar no estado, pode-se obter uma variação de 7 a 9 anos de Paybacks para sistema de microgeração integradas em redes de baixa tensão.

Outros fatores que também ajudam a alavancar os custos de implantação da PV correspondem aos altos custos dos materiais e da instalação, que apesar de apresentarem queda nos últimos anos, ainda assim, são superiores aos de outros países. Isso se sucede devido ao fato de grande parte dos materiais serem importados de outros países e à falta de competitividade do setor brasileiro que enfrenta os baixos custos em relação aos produtos chineses.

A exigência de se investir um alto capital financeiro inicialmente limita que este tipo de tecnologia aos consumidores com alto poder aquisitivo, e sendo acessível à população mais desprovida de condições a partir de iniciativas do governo.

A PV também enfrenta a desconfiança das pessoas, onde os consumidores preferem fazer aplicações financeiras em investimentos com retornos mais rápidos e confiáveis. Além de enfrentar desconhecimento de boa parte da população brasileira. Em uma pesquisa realizada pelo Greepeace e Market Analysis no ano de 2013, constatou que a cada 10 pessoas entrevistadas 4 nunca tinham ouvido falar sobre esse sistema. Neste contexto, julga-se necessário expandir os estudos sobre esse assunto, buscando mostrar suas vantagens e desvantagens, além das metodologias de implantação e os avanços nos últimos anos, sejam eles, tecnológicos, financeiros, ambientais e sociais.

Por outro lado, algumas iniciativas já começaram a ser tomadas pelos governantes, como é o caso do Tocantins, que já promove a isenção do ICMS da energia injetada na rede.

Silva (2015), em estudo destinado à analise e avaliação do Congresso Nacional, aponta algumas medidas legislativas que podem produzir efeitos positivos para o desenvolvimento da energia solar no Brasil, como: a disciplina sobre o ICMS nos estados, inclusão como um dos critérios de divisão dos recursos do Fundo de Participação dos Estados (FPE) e do Fundo de Participação dos Municípios, a geração de energia elétrica por fonte solar, garantia de verbas para pesquisa a permissão, por tempo determinado, para utilizar o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) para aquisição de equipamentos de geração fotovoltaica pela microgeração distribuída e pela minigeração distribuída.

Os Fundos Constitucionais projetam melhorias nos indicadores macroeconômicos a partir da ampliação dos investimentos para o setor de energia financiando projetos de geração, transmissão e distribuição de energia, como centrais fotovoltaicas (energia solar), parques eólicos, pequenas centrais hidrelétricas e usinas de aproveitamento das fontes de biomassa. Essa abertura de crédito é parte das estratégias de governo para promover o desenvolvimento econômico do País, a partir de investimentos em infraestrutura e implantação de novos negócios, fatores determinantes para o desenvolvimento regional sustentável (BRASIL, 2016).

Na Tabela são apresentadas algumas medidas adotadas em outros países implantadas com o intuito de viabilizarem a energia solar fotovoltaica.

Tabela VII - Mecanismos de incentivo à geração solar adotados em países selecionados

Fonte: IEA (2011)

Outra vertente em crescimento no país são os fundos de apoio e investimentos privados para consumidores residenciais e empresários. Onde empresas e empresários envolvidos no ramo realizam aporte financeiro para obtenção de tecnologia energética para produção de energia limpa, sustentável, renovável e a baixo custo.

# CONCLUSÃO

Como o prédio encontra-se em fase construção, compreende-se que as adaptações técnicas necessárias para a instalação das placas fotovoltaicas são passíveis de serem executadas, o que viabiliza tecnicamente a sua implantação.

Considerando que o tempo de vida útil do projeto foi de 25 anos, com o Payback de 20 anos e VPL R$ 140.795,23 verificou-se que o lucro foi considerado como baixo, no entanto economicamente viável. Essa situação ocorre devido se tratar de uma edificação pública com redes de alta tensão o que infere menores valores de tarifas de energia. Se o prédio para a instalação do projeto fosse de uma empresa privada e alimentada por redes de baixa tensão, os valores das tarifas de energia seriam maiores, o que geraria uma economia maior com retorno financeiro mais rápido e compensatório.

A implantação de um projeto de energia solar pode funcionar como objeto de análise e estudo para os cursos de engenharia da universidade. Oferecendo aos estudantes e pesquisadores contato direto com esse tipo de tecnologia.

É evidente que energia solar fotovoltaica já produz grandes benefícios para a sociedade atuando como subsidio para a crise enérgica gerada pelo baixo volume de chuvas nos reservatórios das hidroelétricas, reduzindo impactos ambientais, além de agregar valores econômicos e sociais.

A geração de energia solar mostra-se com um enorme potencial de crescimento no mundo todo, oferecendo energia limpa, segura, renovável e acessível. No entanto, no Brasil este processo de crescimento depende muito ainda do estado por meio de incentivos fiscais.

Hoje, já é possível investir e obter um retorno financeiro. Mas há necessidade de uma maior participação do governo criando condições para o desenvolvimento desta tecnologia e sua consolidação em nosso país.

Tendo em vista que a instalação de um sistema de painéis fotovoltaicos integrados à rede de distribuição é economicamente viável em instituições públicas, como é o caso da estudado na UFT.

# REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil.** Brasília – DF, 2005. 2ª Edição.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

BRASIL. Portal Brasil. **Novas linhas de financiamento levarão R$ 1,5 bi para o setor energético.** Disponivel em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/04/ novas-linhas-de-financiamento-levarao-r-1-5-bi-para-o-setor-energetico> Acesso em: 03 Abr. 2017.

BRASIL. Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2015. Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia - Ministério de Minas e Energia, 2016.

CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA; CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.

FEARNSIDE, P. M., **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras**. Manaus: Editora do INPA, 2015. v. 2.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira.** (Nota Técnica). Rio de Janeiro, 2012.

CREDER, H. **Instalações Elétricas.** 14ª Edição, Editora: LTC, 2000.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy.** OECD/IEA, Paris, 2014.

MAIA, M. Z. B. **Os bastidores da transição Unitins/UFT.** Simpósio de Estudos e Pesquisas. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Goiás (UFG). 2014.

MESQUITA, R. P.; SOUZA, T. M.; GASTALDI, A. F. **Comparativo entre energia solar fotovoltaica versus extensão de rede, aplicado em caso concreto de uma comunidade carente e remota.** In Procedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural, 2004, Campinas (SP) [online].

ROSÁRIO, L. T., Els, R. V., & Júnior, A. C.. **Alternativas energéticas para comunidades isoladas da amazônia: a energia hidrocinética no Maracá, sul do Amapá.** Seminário Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO), (2005).

SILVA, R. M. . **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios.** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015 (Documento de Trabalho).

YU, J.H.J. POPIOLEK, N. GEOFFRON, P. **Solar photovoltaic energy policy and globalization: a multiperspective approach with case studies of Germany, Japan, and China.** Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 29TH EU PVSEC, Amsterdam, the Netherlands, 2014.

UFT - UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. **Relatório De Gestão Do Exercício De 2015.** Anexo Da Resolução Nº 07/2016 – CONSUNI. Palmas, 2016.

TÉCHNE. Revista De Tecnologia Da Construção. **Instalação de sistema de produção de energia solar fotovoltaica para autoconsumo.** São Paulo, n.188, Novembro 2012.

1. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/12/energia-solar-leva-luz-eletrica-a-comunidades-isoladas. Acesso em Outubro de 2016. [↑](#footnote-ref-1)
2. **Microgeração distribuída:** central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW, conforme Resolução 482/2012 ANEEL; **Minigeração distribuída:** central geradora de energia elétrica, com potencia instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1.000 kW. [↑](#footnote-ref-2)
3. ICMS - Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços, previsto no Art. 155 da Constituição Federal de 1988. Incide sobre as prestações de serviços e circulação de mercadorias, onde o estado é responsável pela arrecadação. O ICMS é recolhido pelas distribuidoras na fatura e repassado ao governo estadual. [↑](#footnote-ref-3)
4. Distribuidora de energia do estado do Tocantins e sucessora da CELTINS. Pertence ao Grupo Energisa, um dos principais conglomerados privados do setor elétrico do país. Controla 13 distribuidoras em oito estados brasileiros. [↑](#footnote-ref-4)
5. Site de pesquisa e simulação de sistema solar fotovoltaico. Disponível em: http://www. Portalsolar.com.br/calculo-solar# Acessado em outubro de 2016. [↑](#footnote-ref-5)
6. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php#sundata. Acesso em outubro de 2016. [↑](#footnote-ref-6)
7. COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social, imposto Federal que incide na tarifa de energia que possui objetivo de financiar a seguridade social. [↑](#footnote-ref-7)
8. Programa de Integração Social - PIS e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PASEP. São impostos federais que incidem na tarifa de energia recolhidos para financiar o pagamento do seguro desemprego e abono salarial. Foram criados separados, mas foram unificados com Lei Complementar nº26 de 1975. [↑](#footnote-ref-8)
9. Ato Declaratório N° 13, de 22 de junho de 2015. Disponível em: <http://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/Legislacao/legislacaotribut.nsf/7c7b6a9347c50f55032569140065ebbf/44b17f96f5b91d5584257e770046ce2f?OpenDocument> Acesso em outubro de 2016. [↑](#footnote-ref-9)
10. TIR – Taxa Interna de Retorno é a taxa de juros resultante de uma aplicação financeira, que precisa apresentar saldo positivo para que o projeto seja lucrativo. Desta forma, quanto maior o TIR, maior o lucro. [↑](#footnote-ref-10)
11. VPL - Valor Presente Líquido é o somatório dos Termos de um Fluxo de Caixa Descontando o que foi gasto *versus* o que se lucrou. O VPL indica quanto de lucro se tem quando se faz uma aplicação financeira. [↑](#footnote-ref-11)
12. O silício policristalino é assim chamado por possuir uma estrutura heterogênea em sua constituição. [↑](#footnote-ref-12)
13. O sulício momocristalino é homogêneo e para fabricação de uma célula fotovoltaica desse grupo e necessário que o silício tenha 99,9999% de pureza (EPE, 2012). [↑](#footnote-ref-13)