

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

SILVA, Julierme Siriano da<sup>1</sup>  
FERREIRA, Alan Henrique Rios<sup>2</sup>  
ZUKOWSKI JUNIOR, Joel Carlos<sup>3</sup>

### 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

---

<sup>1</sup>Engenheiro Civil da UFT. Professor UNIRG. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFT.

<sup>2</sup>Engenheiro Eletricista da UFT.

<sup>3</sup>Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Ambiental da UFT

um estudo de viabilidade de microgeração de energia solar integrada à rede no Campus de Gurupi - TO. O sistema proposto se mostrou viável economicamente e passível de ser instalado.

**Palavras-chave:** Microgeração fotovoltaica. Energia limpa.

## **ECONOMICAL FEASIBILITY STUDY OF SOLAR ENERGY MICROGENERATION INTEGRATED TO THE NETWORK AT UFT CAMPUS GURUPI-TO**

### **ABSTRACT**

Brazil has been evolving in the process of implementing photovoltaic solar energy, but the use of this technology is still in its infancy in the country. The solar energy that was first used to serve isolated communities in the Amazon region is now a great alternative to subsidize the Brazilian energy matrix, which presents rationing risks due to the low levels of water in the hydroelectric reservoirs. In this way, the government and regulators are taking measures to encourage the generation of solar energy. In this context, due the need to contain expenses and encourage the growth of sustainable activities in the UFT, a feasibility study was carried out on the micro-generation of solar energy integrated into the grid in Gurupi-TO Campus. The proposed system proved economically feasible and capable of being installed.

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

## 1. 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”<sup>4</sup>, 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 vem 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 CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Este trabalho tem por finalidade realizar um estudo de viabilidade técnica e financeira de implantação de

---

<sup>4</sup>Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/12/energia-solar-leva-luz-eletrica-a-comunidades-isoladas>. Acesso em Outubro de 2016.

um sistema de microgeração<sup>5</sup> 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 agrárias 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 radiação 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

<sup>5</sup> **Microgeração distribuída:** central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW, conforme Resolução 482/2012

Rev. Cereus, v. 9, n. 1, p.88-105, jan-abr./2017, UnirG, Gurupi, TO, Brasil.

ANEEL; **Minigeração distribuída:** central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1.000 kW

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<sup>6</sup> 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

---

<sup>6</sup> 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.

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).

## **2. 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 m<sup>2</sup>, o pavimento superior com área de 1403,72 m<sup>2</sup> e o barrilete com área igual a 232,46 m<sup>2</sup>, somando uma área construída total de 3099,95 m<sup>2</sup>.

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 m<sup>2</sup>, 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<sup>7</sup>.

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<sup>8</sup>. 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 ( $\alpha$ ) de 45°.

Como os níveis de insolação não permanecem a 100% durante todo o

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> Site de pesquisa e simulação de sistema solar fotovoltaico. Disponível em: <http://www.Portalsolar.com.br/calculo-solar#> Acessado em outubro de 2016.



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 <sup>9</sup> 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,

### 3. RESULTADOS

A área de cobertura do telhado corresponde de 1261,15 m<sup>2</sup>, no entanto a área demandada para a instalação dos painéis foi de 804,84 m<sup>2</sup>, tendo em

descontou-se os impostos que insidiam na energia injetada COFINS <sup>10</sup> e PIS/PASEP <sup>11</sup>, 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 N° 13<sup>12</sup>, 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<sup>13</sup> e o VPL<sup>14</sup>.

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

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.crasesb.cepel.br/sundata/index.php#sundata>. Acesso em outubro de 2016.

<sup>10</sup> COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social, imposto Federal que incide na tarifa de energia que possui objetivo de financiar a seguridade social.

<sup>11</sup> 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

<sup>12</sup> Ato Declaratório N° 13, de 22 de junho de 2015. Disponível em:

Rev. Cereus, v. 9, n. 1, p.88-105, jan-abr./2017, UnirG, Gurupi, TO, Brasil.

<http://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/Legislacao/legislacaotribut.nsf/7c7b6a9347c50f55032569140065ebbf/44b17f96f5b91d5584257e770046ce2f?OpenDocument> Acesso em outubro de 2016.

<sup>13</sup> 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.

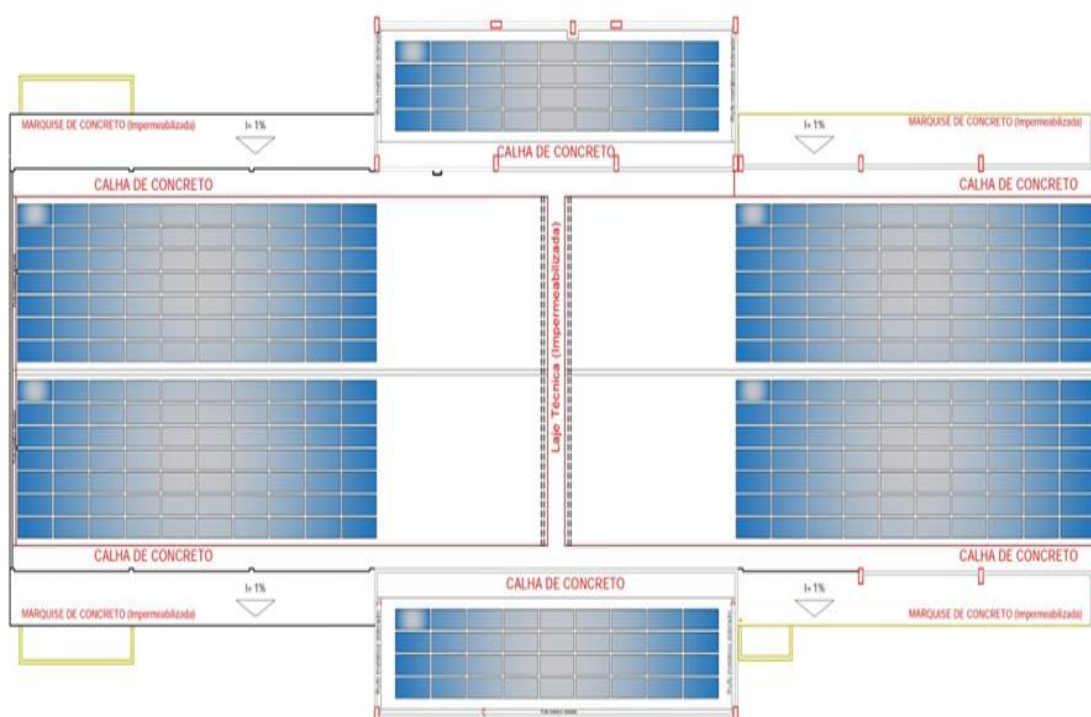
<sup>14</sup> VPL - Valor Presente Líquido é o somatório dos Termos de um Fluxo de Caixa Descontando o que foi gasto *versus* o que se lucrou. O VPL indica quanto de lucro se tem quando se faz uma aplicação financeira.

apresenta a distribuição dos painéis sobre a cobertura.

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.

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.

**Figura I** – Planta de cobertura. (UFT, 2016).



**Tabela I:** Índice de radiação solar diária média mensal em Peixe-TO em kWh/m<sup>2</sup>.dia (CRASESB, 2015)

| Ângulo / Inclinação   | Irradiação solar diária média mensal (kWh/m <sup>2</sup> .dia) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       | Jan  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Out  | Nov  | Dez  | Méd. |      |
| Plano horizontal      | 0° N   | 5,25 | 4,67 | 5,17 | 4,64 | 4,83 | 4,97 | 4,58 | 5,11 | 6,08 | 5,11 | 5,17 | 4,97 | 5,05 |
| Âng. igual a latitude | 12° N  | 4,93 | 4,52 | 5,18 | 4,86 | 5,31 | 5,62 | 5,09 | 5,48 | 6,22 | 4,99 | 4,89 | 4,64 | 5,14 |
| Maior méd. anual      | 13° N  | 4,9  | 4,5  | 5,18 | 4,87 | 5,34 | 5,66 | 5,12 | 5,5  | 6,23 | 4,98 | 4,86 | 4,61 | 5,15 |
| Maior mín. mensal     | 2° N   | 5,21 | 4,65 | 5,18 | 4,69 | 4,92 | 5,09 | 4,68 | 5,18 | 6,12 | 5,1  | 5,13 | 4,92 | 5,07 |

**Tabela II:** Dados da placa fotovoltaica utilizada no projeto

| Dados do painel fotovoltaico |                         |                         |                         |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| MARCA                        | Kyocera                 | Trina Solar             | Isofoton                |
| MODELO                       | KD245G-4FB              | TSM-245 PC/PA05         | ISF-245                 |
| TECNOLOGIA                   | Silício poli cristalino | Silício poli cristalino | Silício poli cristalino |
| POTÊNCIA NOMINAL             | 245 W                   | 245 W                   | 245 W                   |
| PERDA DE CAPACIDADE ANUAL    | 0,80%                   | 0,80%                   | 0,80%                   |
| AREA DO PAINEL               | 1,64538 m <sup>2</sup>  | 1,6368 m <sup>2</sup>   | 1,656998 m <sup>2</sup> |
| PESO                         | 21 kg                   | 18,6 kg                 | 19 kg                   |
| VIDA ÚTIL                    | 25 anos                 | 25 anos                 | 25 anos                 |
| RENDIMENTO                   | 14,80%                  | 14,70%                  | 14,80%                  |

**Tabela III -** Dados do inversor utilizado no projeto

| Dados do inversor          |                              |                    |                |
|----------------------------|------------------------------|--------------------|----------------|
| FABRICANTE                 | Solectria                    | Xantrex            | Unitron        |
| MODELO                     | PVI 100kW                    | Xpower 1000 W      | iVolt - 1000W  |
| POTÊNCIA CONTINUA DE SAÍDA | 100 kW                       | 100 kW             | 100 kW         |
| FREQUÊNCIA NOMINAL         | 60 Hz                        | 60 Hz              | 60 +/- 4Hz     |
| THD                        | <3 %                         | <3 %               | Não informao   |
| TENSÃO DE SAÍDA            | 208, 240, 480, 600 Vac<br>3Ø | 115 Vac - RMS ± 5% | 115Vca +/- 10% |
| EFICIÊNCIA                 | 96%                          | 90%                | 90%            |

**Tabela IV -** Dados do sistema utilizado

| Dados do sistema              |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Potência instalada            | 99,96 kWp                     |
| Montante de energia anual     | 179,29 MWh/ano                |
| Perda de capacidade anual     | 0,80 %                        |
| Custo de manutenção anual     | 0,5 % do investimento inicial |
| Investimento inicial estimado | R\$ 750.000,00                |
| Área coberta pelos paineis    | 671,32 m <sup>2</sup>         |
| Peso total das placas         | 8,568 T                       |

## 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 Peixoto, 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.

Definiu-se que o modelo de placas fotovoltaicas será de silício policristalino<sup>15</sup> que é mais barata que monocristalina<sup>16</sup> 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.

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

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.

---

<sup>15</sup> O silício policristalino é assim chamado por possuir uma estrutura heterogênea em sua constituição.

<sup>16</sup> O silício monocristalino é homogêneo e para fabricação de uma célula fotovoltaica desse grupo e necessário que o silício tenha 99,9999% de pureza (EPE, 2012).

## 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.

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 V - Input da análise financeira**

| Dados de entrada                       |                |
|--|----------------|
| Investimento inicial                   | R\$ 750.000,00 |
| ICMS                                   | 0%             |
| PIS                                    | 4,1857%        |
| COFINS                                 | 0,9087%        |
| Preço do kWh                           | R\$ 0,20       |
| Tempo do projeto                       | 25 anos        |
| Custo com manutenção anual             | R\$ 3.750,00   |
| Quantidade de energia gerada no 1º ano | 179,29 MWh     |
| TMA                                    | 0%             |

**Tabela VI - Dados de saída da análise financeira**

| Dados de saída        |                |
|-----------------------|----------------|
| VPL                   | R\$ 140.795,23 |
| TIR                   | 1,6 %          |
| Payback <sup>17</sup> | 20 anos        |

## 4. 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),

<sup>17</sup> Payback é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual

o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.

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. 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 análise 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).

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

| Mecanismo   | Alemanha | Itália | França | EUA | Japão | Espanha |
|---|----------|--------|--------|-----|-------|---------|
| Tarifa -prêmio ("feed-in tariff")                     | ✓        | ✓      | ✓      | ✓   | ✓     | ✓       |
| Subsídio ao investimento inicial                      |          | ✓      | ✓      | ✓   | ✓     |         |
| Incentivo à aquisição da energia produzida            |          |        |        | ✓   |       |         |
| Dedução no imposto de renda                           |          |        | ✓      | ✓   |       |         |
| Obrigação de aquisição da energia pela concessionária |          |        |        | ✓   | ✓     | ✓       |
| Fundos de investimentos para FV                       | ✓        |        |        | ✓   |       | ✓       |
| Net metering/Net billing                              |          |        |        | ✓   |       |         |
| Ações voluntárias de bancos comerciais                | ✓        | ✓      |        | ✓   | ✓     |         |
| Ações voluntárias de distribuidoras                   | ✓        |        |        | ✓   | ✓     | ✓       |
| Padrões em edificações sustentáveis                   | ✓        |        |        | ✓   |       | ✓       |

Fonte: IEA (2011)

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

Outra vertente em crescimento no país são os fundos de apoio e investimentos privados para

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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.

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 energética 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.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Cristiane Andréa Locatelli; TANAKA, Oswaldo Yoshimi. **Perspectiva das mulheres na avaliação do Programa de Humanização do Pré-Natal e Nascimento.** *Revista de Saúde Pública.* São Paulo, v.43, n.1, p.98-104, 2009.

ALMEIDA, Katia Patricia de Lima. **Operacionalização do sistema referência/contrarreferência no pré-natal de alto risco: percepção do enfermeiro da estratégia saúde da família.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enfermagem) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

BOMFIN, David Ferreira; TRIVELLATO, Lucia Penna; HASTENREITER, Flávio. **Aceitação e resistência ao processo de acreditação hospitalar sob a perspectiva dos profissionais que atuam em instituições hospitalares.** *Revista Pensamento Contemporâneo Em Administração.* Rio de Janeiro, v.7, n.2, p.116-133, 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Política nacional de atenção integral à saúde da mulher: princípios e diretrizes.** Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Núcleo Técnico da **Política Nacional de Humanização. Ambiência.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 32 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

CARNEIRO, Rosamaria Giatti. **Dilemas antropológicos de uma agenda de saúde pública: programa rede cegonha, pessoalidade e pluralidade.** *Interface – Comunicação, Saúde e Educação.* São Paulo, v.17, n.44, p.49-59, 2013.

COSTA, Ana Maria; GUILHEM, Dirce; WALTER, Maria Inêz Machado Telles. **Atendimento a gestantes no Sistema Único de Saúde.** *Revista de Saúde Pública,* São Paulo, v.39, n.5, p.768-774, 2005.

GERARDI, Dante. et al. **Qualidade de vida no trabalho e gestão do conhecimento.** In: **VIII congresso nacional de excelência em gestão.** 2012 Jun 8-9. Rio de Janeiro, CNEG, 2012.

LONGO, Cristiane Silva Mendonça; ANDRAUS, Lourdes Maria Silva; BARBOSA, Maria Alves. **Participação do acompanhante na humanização do parto e sua relação com a equipe de saúde.** *Revista Eletrônica de Enfermagem.* Goiás, v.12, n.2, p. 386-391, 2010.

MALHEIROS, Paolla Amorim, et al. **Parto e Nascimento: Saberes e práticas humanizadas.** *Texto & Contexto Enfermagem.* Florianópolis, v.21, n.2, p. 329-337, 2012.

MARQUE, Flavia Carvalho et al. **A percepção da Equipe de Enfermagem sobre humanização do Parto e Nascimento.** *Escola Anna Nery Revista de Enfermagem.* Rio de Janeiro, v.10, n.3, p. 439-447, 2006.

SANTOS, Álvaro da Silva. **Do Programa Materno Infantil ao Programa Integral à Saúde da Mulher: impacto na abordagem assistencial.** *Saúde Coletiva.* São Paulo, v.7, n.39, p.96-98, 2010.

SOARES, Landia Fernandes de Paiva. **Inovação e resistência na implantação do processo de humanização na secretaria municipal de saúde do município de Goiânia-GO, sob as lentes da Bioética.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2005.

TEIXEIRENSE, Marília Mendes de Souza. **Percepção de mulheres sobre a assistência ao parto no sistema único de saúde.** 2013. Monografia (Bacharelado em Terapia Ocupacional) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

Recebido em: 27/10/2016  
Aprovado em: 26/04/2017