

Economia financeira na conta de energia elétrica de imóveis residências com energia solar fotovoltaica em Gurupi, Tocantins

Financial savings in the electric energy account of residences with solar photovoltaic energy in Gurupi, Tocantins

Ahorro financiero en la cuenta de energía eléctrica de residencias con energía solar fotovoltaica en Gurupi, Tocantins

Recebido: 22/04/2022 | Revisado: 30/04/2022 | Aceito: 04/05/2022 | Publicado: 07/05/2022

Luiz Henrique Carvalho de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3579-1693>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: luizhcsousa@unirg.edu.br

Adriano Alves dos Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6034-5727>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: Adriano130100@gmail.com

Willian Mateus de Sousa Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5877-7651>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: profwillianmateus@gmail.com

Resumo

O Brasil possui um grande potencial em energias renováveis com destaque para a hídrica, eólica e devido aos altos níveis de insolação, a energia solar. Graças a essa característica, o País vem nos últimos anos discutindo formas de investimento dessa nova tecnologia, seguindo a direção tomada por outros países que, mesmo com menores potenciais solares, se destacam na geração fotovoltaica como é o caso de alguns países da Europa. Desde 2012, o Brasil vem discutindo algumas formas de incentivo a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica nacional através de um conjunto de elementos como novas regulamentações e abertura de leilões. A pesquisa tem como objetivo principal analisar por meio de simulações, as possibilidades técnicas e econômicas para implantação de sistemas fotovoltaicos em Gurupi em comparação com a implantação da rede de distribuição convencional entre os anos de 2020 a 2021. A pesquisa se classifica como documental e exploratória, de abordagem qualitativa, uma vez que serão coletados no Portal de Transparência do município e no site da Energisa, que é a atual distribuidora de energia no Estado, no período temporal estudado. Conclui-se com a pesquisa que o gasto com equipamento geração da energia fotovoltaica é pago com 5 anos em comparação com a geração convencional.

Palavras-chave: Energia sustentável; Solar; Tocantins; Redução de energia.

Abstract

Brazil has great potential in renewable energies, especially hydro, wind and, due to high levels of insolation, solar energy. Thanks to this characteristic, the country has been discussing ways of investing in this new technology in recent years, following the direction taken by other countries that, even with lower solar potential, stand out in photovoltaic generation, as is the case of some European countries. Since 2012, Brazil has been discussing some ways to encourage the insertion of photovoltaic solar energy in the national electricity matrix through a set of elements such as new regulations and the opening of auctions. The main objective of the research is to analyze, through simulations, the technical and economic possibilities for the implementation of photovoltaic systems in Gurupi compared to the implementation of the conventional distribution network between the years 2020 to 2021. The research is classified as documentary and exploratory, with a qualitative approach, since they will be collected on the municipality's Transparency Portal and on the website of Energisa, which is the current energy distributor in the state, in the period studied. It is concluded with the research that the expense with photovoltaic energy generation equipment is paid with 5 years compared to conventional generation.

Keywords: Sustainable energy; Solar; Tocantins; Energy reduction.

Resumen

Brasil tiene un gran potencial en energías renovables, especialmente hidráulica, eólica y, debido a los altos niveles de insolación, solar. Gracias a esta característica, el país ha estado discutiendo formas de invertir en esta nueva tecnología en los últimos años, siguiendo la dirección tomada por otros países que, aún con menor potencial solar,

destacan en generación fotovoltaica, como es el caso de algunos países europeos. Desde 2012, Brasil viene discutiendo algunas formas de incentivar la inserción de la energía solar fotovoltaica en la matriz eléctrica nacional a través de un conjunto de elementos como nuevas regulaciones y la apertura de subastas. El objetivo principal de la investigación es analizar, a través de simulaciones, las posibilidades técnicas y económicas para la implementación de sistemas fotovoltaicos en Gurupi en comparación con la implementación de la red de distribución convencional entre los años 2020 a 2021. La investigación se clasifica como documental y exploratoria, con un enfoque cualitativo, ya que serán recogidos en el Portal de Transparencia del municipio y en la página web de Energisa, que es la actual distribuidora de energía en el estado, en el período estudiado. Se concluye con la investigación que el gasto con equipos de generación de energía fotovoltaica se paga con 5 años en comparación con la generación convencional.

Palabras clave: Energía sostenible; Solar; Tocantins; Reducción de energía.

1. Introdução

O Brasil possui um grande potencial em energias renováveis com destaque para a hídrica, eólica e devido aos altos níveis de insolação, a energia solar (EPE, 2017). Graças a essa característica, o País vem nos últimos anos discutindo formas de investimento dessa nova tecnologia, seguindo a direção tomada por outros países que, mesmo com menores potenciais solares, se destacam na geração fotovoltaica como é o caso de alguns países da Europa. Desde 2012, o Brasil vem discutindo algumas formas de incentivo a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica nacional através de um conjunto de elementos como novas regulamentações e abertura de leilões (Maia, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar, 2018) a energia solar fotovoltaica é a mais recente dentre as novas fontes renováveis a contribuir para o Desenvolvimento Sustentável da matriz elétrica brasileira. Com o alto valor dos custos energéticos, aliado a busca pela sustentabilidade das organizações, os gestores estão buscando novas formas de geração de energia. Mais da metade da capacidade de geração de energia adicionada em todo o mundo nos últimos anos tem sido em fontes renováveis, como a energia eólica e solar fotovoltaica. Nesse sentido, o Brasil é o décimo país que mais investiu nesse segmento em 2017.

De acordo com Maia, (2018) a energia solar fotovoltaica tem mostrado forte crescimento dentre as renováveis. Só entre 2010 e 2016 foram investidos mais de USD 2 trilhões em todo o mundo, com um crescimento total de 263 GW alcançando um número recorde de mais de 300 GW instalados (REN21, 2017).

Segundo Caldas e Moisés, (2016) existem três tipos de subsistemas para a geração de energia solar fotovoltaica. Uma delas é a geração centralizada formada por grandes usinas que geralmente ficam afastadas dos centros de consumo, necessitando assim de extensas linhas de transmissão. Há também o sistema solar fotovoltaico distribuído on-grid formado geralmente por pequenas usinas instaladas no ponto de consumo ou próximo. Neste sistema o proprietário pode produzir sua própria energia e em algum país seus 16 excedentes podem ser revertidos em créditos, podendo ser abatidos nas faturas mensais se inserindo ao modelo centralizado, como acontece no Brasil (Caldas & Moisés, 2016).

O custo da energia elétrica no Brasil apresentou 44% de aumento entre o período de 2014 e 2018. Este acréscimo ocorreu, principalmente por dois motivos: os subsídios embutidos nas tarifas e a utilização das usinas termelétricas para a produção de energia. Dessa forma, tanto consumidores residenciais quanto empresariais e industriais tiveram seus custos aumentados neste aspecto. Uma alternativa de geração de energia com baixo custo é a energia solar fotovoltaica. Esta tecnologia consiste em painéis que permitem a produção local de energia ao captar a luz solar. Esse tipo de energia torna-se uma opção ainda mais valiosa para os brasileiros graças à nova regulamentação da ANEEL, que permite a troca da energia produzida pelos painéis por créditos em kWh na fatura de energia (Dassi et al., 2015). Uma das principais vantagens da instalação de energia solar é a descentralização da produção de energia no Brasil. A possibilidade de produzir eletricidade em seu próprio domicílio representa mais independência para o consumidor, isto é, não depender dos custos de distribuição e nem dos altos encargos do governo (Dassi et al., 2015).

Além disso, há também o chamado sistema solar fotovoltaico isolado ou off-grid, aquele em que a energia é produzida e o excedente precisa ser armazenado em bateria. Esse tipo de geração ocorre em locais remotos ou de difícil acesso e são necessários por estarem distantes dos sistemas interligados, (Caldas & Moisés, 2016).

O território brasileiro recebe elevados índices de irradiação solar, se comparados com países europeus, por exemplo, onde a tecnologia fotovoltaica é disseminada para a produção de energia elétrica. Consta-se, entretanto, que o avanço tecnológico no Brasil tem passado por fases de crescimento, bem como por períodos de dificuldades para sua implementação (Pinho & Galdino, 2014, p. 57).

Acompanhando o desenvolvimento internacional do setor fotovoltaico, o Brasil, embora ainda com pequena capacidade instalada, tem buscado superar as barreiras, através de um conjunto de elementos, para inserção da fonte na matriz brasileira. Os avanços alcançados nos últimos anos contemplaram ações oriundas de múltiplos agentes, em diversas esferas, destacando-se a regulatória, tributária, normativa, de pesquisa e desenvolvimento e de fomento econômico (EPE, 2014).

A tendência mundial é a busca por novas fontes de energia que possam atender ao acelerado crescimento da demanda, de forma não poluente e sustentável. No Brasil, possuímos grande parte das fontes energéticas renováveis, sejam as que já estão consolidadas como as que despontam no cenário, a médio e longo prazo. No caso da geração de energia elétrica a partir de fontes fotovoltaicas, o mercado brasileiro é extremamente promissor (ABINEE, 2012).

Do ponto de vista estratégico, o Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, tais como: altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos solares, produtos estes de alto valor agregado. Tais fatores potencializam a atração de investidores e o desenvolvimento de um mercado interno, permitindo que se vislumbre um papel importante na matriz elétrica para este tipo de tecnologia (EPE, 2012).

As energias renováveis podem ser definidas como aquelas das quais as fontes não se esgotam, ou seja, que se renovam constantemente (Jardim, 2007). Dentre as fontes de energias renováveis, a energia solar destaca-se, vez que não polui o meio ambiente e pode ser vista como uma fonte inesgotável (Dutra et al., 2013).

Classicamente, o uso produtivo da energia é o aproveitamento da energia elétrica ou não elétrica (calor ou energia mecânica) para atividades que melhorem os ingressos econômicos e o bem-estar das pessoas (Kapadia; 2004).

Dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2017), dentre as unidades consumidoras beneficiadas por sistemas solares fotovoltaicos, a maior parcela é de residências, que representam 78,2% do total, seguida de comércios (16,7%), indústrias (2,0%), consumidores rurais (1,7%) e outros tipos, como iluminação pública (0,1%), serviços públicos (0,2%) e consumidores do poder público (1,1%).

Embora seja a fonte renovável com crescimento mais acelerado no mundo e ascensão no Brasil, a energia solar fotovoltaica ainda necessita de desenvolvimento tecnológico e de avanços em políticas públicas para fomentar os investimentos, tanto em grandes usinas, como em micro e mini usinas de geração de energia fotovoltaicas, tendo em vista que a produção atual não chega a 1% da matriz energética nacional (ANEEL, 2016).

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico é importante ter ferramentas para a obtenção de dados confiáveis de irradiação solar do local de instalação. Na maioria dos casos, para o dimensionamento de sistemas de pequeno porte, como sistemas autônomos ou de micro e mini geração, é de suma importância confiar nos dados obtidos de bases solarimétricas já existentes (Villalva, 2015, p. 215).

Os sistemas conectados à rede (*Grid-tie*), fornecem energia para as redes de distribuição, injetando a energia excedente, que não foi consumida instantaneamente. Geralmente não utilizam sistemas de armazenamento de energia, e por isso são mais eficientes que os sistemas isolados, além de mais baratos. Os sistemas *Grid-tie* dependem de regulamentações e

legislações favoráveis, pois utilizam a rede de distribuição das concessionárias para a injeção da energia gerada (Souza, 2015). Os equipamentos que compõem um sistema conectado à rede (*Grid-tie*) são:

- Painéis Fotovoltaicos – são compostos por células fotovoltaicas conectadas entresi em arranjos para produção tensão e corrente suficientes para a utilização prática da energia elétrica, ao mesmo tempo em que promove a proteção das células (Pinho; Galdino, 2014);
- Inversores *Grid-tie* – equipamentos que transforma a corrente contínua em corrente alternada. Por causa do seu alto grau de sofisticação, não são comparáveis aos inversores autônomos. Os inversores *grid-tie* utilizados para sistemas monofásicos tem potência-pico até 5 kW, já para sistemas de maior potência, são geralmente trifásicos. Há tanto, grandes inversores centrais trifásicos, quanto inversores monofásicos, que se agrupando podem ser usados como trifásicos (Souza, 2015).
- Interruptor de Segurança (Disjuntores) - são equipamentos destinados a proteção do circuito e segurança das pessoas.
- Quadro de Luz - local que abriga todos os circuitos de alimentação que distribui energia para residência.
- Medidores de Energia - equipamentos destinados à medição da energia elétrica, podendo ser bidirecional - o excedente volta para a rede de energia elétrica através do medidor fazendo-o rodar ao contrário - assim reduzindo os custos na tarifa de energia (Souza, 2015).

Os painéis solares fotovoltaicos são unidades formadas por um conjunto de células que produzem energia elétrica através da luz do Sol. Encapsulados em moldura de alumínio e vidro temperado, os painéis devem apresentar as melhores certificações internacionais, Inmetro Classe A e elevado grau de proteção, o que lhes confere garantia de no mínimo 10 anos contra defeitos de fabricação e garantia de 25 anos contra perda de desempenho superior a 20% na geração de energia (Enova, 2017).

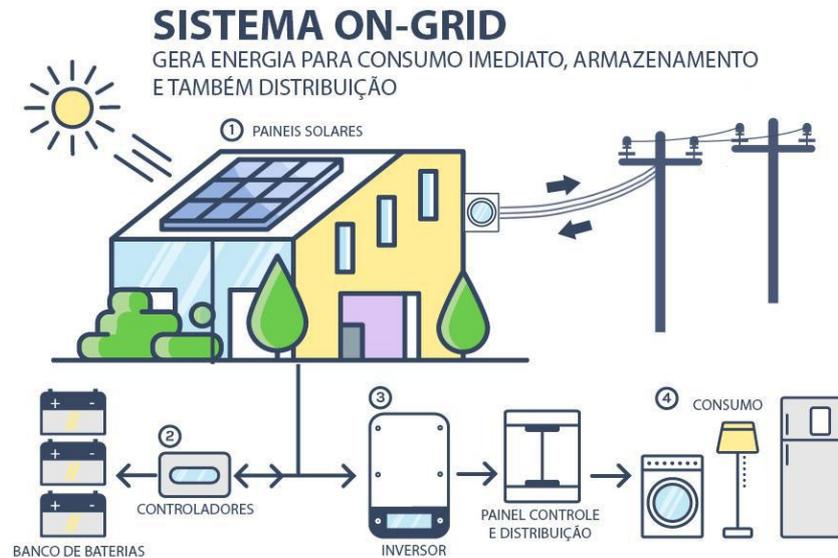
Segundo Fernandes; Limeira e Barbosa (2016) a captação e a conversão da energia solar fotovoltaica se dá através da utilização de módulos fotovoltaicos. São painéis construídos com materiais semicondutores, principalmente de Silício-Si, que juntos com conglomerados de células fotovoltaicas adaptadas em módulos e associadas entre si, configurando um circuito, com o objetivo de gerar energia elétrica.

As células que compõem os módulos fotovoltaicos utilizam principalmente como material o silício, componente capaz de absorver as partículas dos raios solares e transformá-las em corrente contínua. Uma célula sozinha, é capaz de produzir apenas uma pequena potência, variando na faixa de 1 a 3 W, com uma tensão pequena menor que 1 Volt. Para a efetivação de potências mais altas, as células são unidas, formando os módulos ou painéis. Contudo para aumento da tensão, colocam-se as várias células em ligações séries, já para o aumento da corrente elétrica as ligações têm que ser em paralelo, ocorrendo o mesmo para os painéis fotovoltaicos (Leva et al., 2017).

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: os sistemas conectados à rede (*on grid*) e os sistemas isolados (*off grid*).

Segundo o Blue Sol (2017), os sistemas conectados à rede (*on grid*): Fornecem energia para as redes de distribuição. Todo o potencial gerado é rapidamente escoado para a rede, que age como uma carga, absorvendo a energia; Geralmente não utilizam sistemas de armazenamento de energia, e, por isso, são mais eficientes que os sistemas autônomos, além de geralmente, serem mais baratos; Dependem de regulamentação e legislação favorável, pois usam a rede de distribuição das concessionárias para o escoamento da energia gerada (Figura 1).

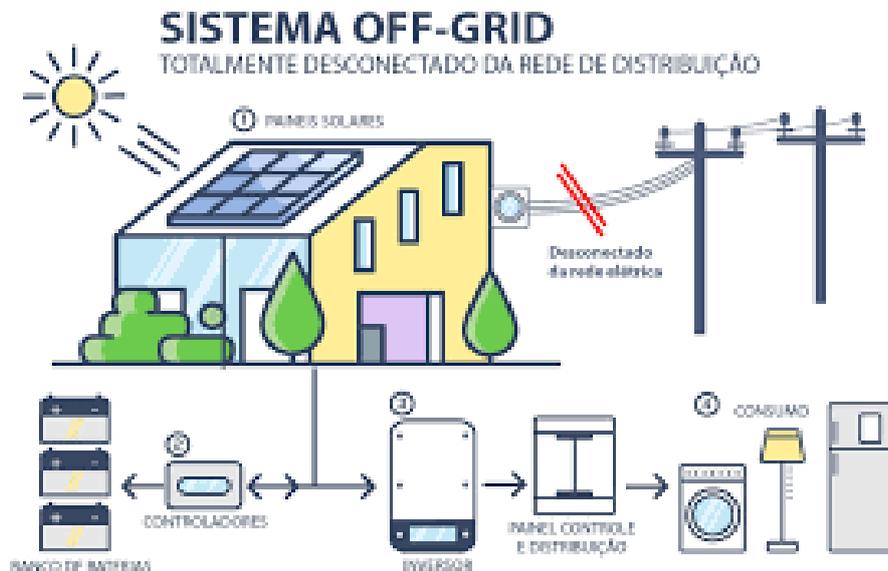
Figura 1: Sistema fotovoltaico conectado à rede.



Fonte: Martins Solar.

Já os sistemas *off grid* são aqueles que não estão conectados com a rede elétrica junto à concessionária. Utilizam sistemas de armazenamento de energia e é compreendido por painéis fotovoltaicos, inversor, baterias para armazenamento de energia, controlador de carga e cabos elétricos, conforme a Figura 2.

Figura 2: Sistema fotovoltaico isolado.



Fonte: Martins Solar.

Os sistemas conectados (*on grid*) têm uma grande vantagem com relação aos sistemas isolados (*off grid*) por não utilizarem baterias e controladores de carga (custo/benefício). Deste modo, o sistema *on grid* torna cerca de 30% mais eficiente os sistemas e também garante que toda a energia seja utilizada, ou localmente ou em outro ponto da rede (ENELSOLUÇÕES, 2017).

De acordo com o EPE (2014), com base na produtividade dos sistemas fotovoltaicos, em consonância com os consumos dos potenciais consumidores e da potência média dos sistemas fotovoltaicos instalados, considera-se o seguinte mercado (nicho) e sua respectiva potência típica de instalação:

- Residências que consomem entre 400 e 1000 kWh/mês: sistemas de 3 kWp (área de aproximadamente 20m²);
- Residências que consomem mais de 1000 kWh/mês: sistemas de 6 kWp (área de aproximadamente 40m²);
- Comercial Baixa Tensão – potência 5 kWp, 10 kWp e 35 kWp: sistemas de 16 kWp.

Dessa forma, a energia elétrica gerada por essas unidades consumidoras é cedida à distribuidora local, sendo posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade (ANEEL, 2014).

As tarifas de energia elétrica são divididas em monômias – de baixa tensão – e binômias, que incluem as tarifas convencionais e horárias, incluindo a Verde e a Azul (Quadro 1). A tarifa monômica é a tarifa de fornecimento de energia elétrica composta por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa. Já a tarifa binômica é a estrutura tarifária composta por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável (ENERGISA, 2022).

Quadro 1: Modalidade tarifária convencional - Baixa Tensão.

MODALIDADE TARIFÁRIA CONVENCIONAL - BAIXA TENSÃO		
TARIFA	CLASSES	CONSUMO (R\$/KWH)
B1	RESIDENCIAL SEM BENEFÍCIO	0,66799
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO ATÉ 30 KWH	0,22048
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO DE 31 A 100 KWH	0,37797
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO DE 101 A 220 KWH	0,56696
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO ACIMA DE 220 KWH	0,62995
B2	RURAL	0,58784
	RURAL IRRIGAÇÃO	0,19399
	COOPERATIVA DE ELETRIF. RURAL	0,58784
	SERVIÇO DE IRRIGAÇÃO	0,56111
B3	COMERCIAL SERVIÇOS E OUTROS	0,66799
	INDUSTRIAL	0,66799
	PODERES PÚBLICOS	0,66799
	SERVIÇO PÚBLICO	0,62791
B4	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	-
	B4A - REDE DE DISTRIBUIÇÃO	0,36740
	B4B - BULBO DA LÂMPADA	0,40079

Fonte: ENERGISA (2022).

As bandeiras tarifárias são cobradas conforme determinação da ANEEL e não estão relacionadas com a distribuição de energia ou mesmo com a qualidade dos serviços.

Desde 2015, as contas de luz passaram a considerar o Sistema de Bandeiras, composto pelas modalidades verde, amarela e vermelha. Essas cores indicam se haverá ou não valor a ser repassado ao consumidor final em função das condições de geração de eletricidade e mostram aos clientes as mudanças de valores e o impacto na conta. Se os reservatórios estão cheios, as termelétricas não são acionadas e a bandeira é verde, sem custo adicional. Se temos poucas chuvas e as termelétricas estão acionadas, o custo sobe e adotamos a bandeira amarela ou vermelha (ENERGISA, 2022).

A bandeira é aplicada a todos os consumidores, multiplicando-se o consumo (em quilowatts) pelo valor (em Reais) da bandeira, se ela for amarela ou vermelha. Se, por exemplo, a bandeira está vermelha, o adicional é de R\$4,50 por 100

kWh. Se o consumo mensal foi de 60 kWh, por exemplo, então o adicional seria de $0,6 \times 4,50 = R\$2,70$. A esses valores são acrescentados os impostos vigentes. (ANEEL 2017).

Com a baixa nos reservatórios das hidrelétricas, que são nossa principal fonte de energia, está sendo necessário acionar fontes mais caras como as termelétricas e até importar energia de outros países. Este cenário provocou uma alteração no valor de cada 100 quilowatt-hora consumidos, que saiu de R\$ 9,492 para R\$ 14,20 (ENERGISA, 2022).

Os sistemas de bandeiras são reavaliados mensalmente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), e é dele parte a melhor estratégia de geração de energia para atendimento da geração e demanda. Do resultado dessa avaliação, definem-se as térmicas que deverão ser acionadas. Se o custo variável da térmica mais cara for menor que R\$ 200/MWh, então a Bandeira é verde. Se estiver entre R\$ 200/MWh e R\$ 388,48/MWh, a bandeira é amarela. E se for maior que R\$ 388,48/MWh, a bandeira será vermelha. (ENERGISA, 2022).

Nos casos de consumo 0 (zero) ou consumo inferior ao mínimo da classe é cobrado o custo de disponibilidade do sistema elétrico conforme artigo nº 98 da resolução Normativa ANEEL nº 414.

No Estado do Tocantins a ocorrência de ventos com frequência não é constante e a velocidade em média é pequena, descartaremos o estudo da energia eólica. Uma das alternativas que poderá ser viável tecnicamente e economicamente é a solar fotovoltaica, pois o Tocantins é um Estado que fica em zona tropical, o que acarreta maiores índices de insolação, outro benefício em que a energia solar oferece é o não pagamento da conta de energia. O município de Gurupi é o terceiro maior do Estado do Tocantins e é considerado o polo da região sul do Estado. Desta forma o objetivo desse trabalho é de analisar e comparar dados de uma amostra de casa com energia solar em Gurupi em comparação com a implantação da rede de distribuição convencional

Neste trabalho, será abordado o sistema fotovoltaico on-grid, por ser o sistema que mais vem se desenvolvendo dentro a geração distribuída.

2. Metodologia

A pesquisa se classifica como documental e exploratória, de abordagem qualitativa, uma vez que serão coletados no Portal de Transparência do município e no site da Energisa, que é a atual distribuidora de energia no Estado, no período temporal estudado.

O objeto deste estudo sobre o investimento do sistema fotovoltaico será de avaliar e comparar com a implantação da rede de distribuição convencional em uma residência na cidade de Gurupi - TO. A média utilizada foi de um consumo de uma residência de 120 m², com 3 quartos, 3 banheiros e 3 integrantes, com o consumo médio de 360 KW/M ou R\$400,00 mensais de pagamento de energia elétrica residencial.

3. Resultados e Discussão

Este tópico apresenta dados da pesquisa realizada pelos autores deste estudo sobre o investimento do sistema fotovoltaico para residência na cidade de Gurupi - TO. A média utilizada foi de um consumo de uma residência de 120 m², com 3 quartos, 3 banheiros e 3 integrantes, com o consumo médio de 360 KW/M ou R\$400,00 mensais de pagamento de energia elétrica residencial.

O Quadro 2 apresenta os orçamentos realizados em 2 empresas distintas. Os valores colocados no quadro é um valor estimado, podendo ser confirmado somente a partir de uma visita técnica, no qual é analisado o local.

Quadro 2: Orçamentos.

DESCRIÇÃO	EMPRESA X		EMPRESA Y	
Geração média estimada KWh/mês	375		378	
Potencia do projeto KWp	2,82		2,97	
Placas fotovoltaicas	11		11	
Quantidade de inversores	1		1	
Monitoramento via internet	Sim		Sim	
Área dos módulos	22,59 m2		20m2	
Custo dos equipamentos	R\$	13.353,00	R\$	12.890,00
Custo com mão de obra (Incluso projeto, Aprovação Energisa e instalação)	R\$	7.797,00	R\$	10.000,00
Custo total	R\$ 21.150,00		R\$	22.890,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para a implantação do sistema fotovoltaico na residência será levado em conta o orçamento da empresa X, totalizando um valor de investimento de R\$21.150,00, incluindo material e mão de obra para a instalação.

Foram realizados os cálculos, considerando-se as bandeiras tarifarias da ENERGISA e um consumo médio de 375KWh/mês, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Cálculo dos valores gastos com energia.

DESCRIÇÃO	BANDEIRAS			
	VERDE	AMARELA	VERMELHA P1	VERMELHA P2
Valor KWh	R\$ 0,63	R\$ 0,67	R\$ 0,72	R\$ 0,93
Valor total KWh / mês	375	375	375	375
Valor sem impostos	R\$ 236,25	R\$ 251,25	R\$ 270,00	R\$ 348,75
PIS/PASEP	R\$ 1,57	R\$ 3,18	R\$ 3,24	R\$ 3,27
CONFINS	R\$ 7,25	R\$ 14,65	R\$ 14,94	R\$ 15,08
ICMS	R\$ 59,06	R\$ 62,81	R\$ 67,5	R\$ 87,18
Valor com impostos	R\$ 304,13	R\$ 331,90	R\$ 340,74	R\$ 454,28
Custeio de iluminação Pública	R\$ 16,26	R\$ 16,26	R\$ 16,26	R\$ 16,26
Valor total da conta de energia	R\$ 320,39	R\$ 348,15	R\$ 357,00	R\$ 470,55

Fonte: Elaborado pelos autores com base no site da ENERGISA (2022)

Considerando a bandeira de cada período obtemos os dados apresentado no Quadro 4.

Quadro 4: Tempo do retorno estimado do investimento.

Bandeiras	Despesa mensal com energia	Despesa anual com energia	Valor estimado do investimento	Retorno estimado do investimento (anos)
VERDE	R\$ 320,39	R\$ 3844,68	R\$ 21.150,00	5,50
AMARELA	R\$ 348,15	R\$ 4.177,80	R\$ 21.150,00	5,06
VERMELHA P1	R\$ 357,00	R\$ 4.284,00	R\$ 21.150,00	4,93
VERMELHA P2	R\$ 470,55	R\$ 5.646,60	R\$ 21.150,00	3,74

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Para análise dos cálculos foi considerado o menor orçamento apresentado no valorde R\$21.150,00. Observou-se que os valores independentes das bandeiras aproximaram se de 5 anos para obtenção do retorno estimado no investimento.

Os benefícios da implantação do sistema fotovoltaico são diversos, neste caso uma economia anual de mais de R\$4.000,00 economizado com energia elétrica.

O projeto é de baixo impacto ambiental com uma fonte de energia limpa, além de outros benefícios como a valorização imediata do imóvel.

Com 5 anos de economia de energia elétrica o investimento, é pago, ou seja, com a durabilidade de 25 anos poderá usufruir do investimento por aproximadamente 20 anos.

4. Considerações Finais

Ao analisar os dados, pode se observar que o investimento na geração de energia solar fotovoltaica é revertido em 5 anos quando comparado com a geração convencional.

A geração de energia fotovoltaica se mostrou promissora para ser instalada em grande escala no município de Gurupi – TO.

Referências

- Absolar. (2019). Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: infográfico ABSOLAR. Ed. Absolar. n. 7. <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>.
- ANEEL. Resolução Normativa nº. 482 de 17 de abril de 2014. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Diário Oficial da União, Brasília: DF.
- ABINNE. (2012). Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Associação brasileira da indústria elétrica e eletrônica. São Paulo.
- Bluesol. (2022). Sistemas conectados e isolados da rede. <http://bluesol.com.br/curso-de-energia-solar/instalacao-de-sistemas-fotovoltaicos>.
- Caldas, H. H. S. & Moisés, A. L. S. (2016). Geração Fotovoltaica Distribuída: Estudo de Caso para Consumidores Residenciais de Salvador – Ba.; *Revista Brasileira de Energias Renováveis*. 5, 164-80. <https://revistas.ufpr.br/rber/article/download/45270/pdf>.
- Dassi, J, A, Zanin, A, Bagatini, F, M, Tibola, A, Brichelo & R, Moura, G, D. (2015). Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil, XXII Congresso Brasileiro de Custos, Foz do Iguaçu.
- Dutra, J. C. D. N., Boff, V. Â., Silveira, J. S. T & Avila, L. V. (2013). Uma Análise do Panorama das Regiões Missões e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o Prisma da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica como Fontes Alternativas de Energia. *Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD*, 34(124), 225-243.
- Fernandes, F, M, Limeira, S. S & Barbosa, G. (2016). Energia solar: uma investigação sobre políticas públicas do setor no estado da Paraíba. *Revista Ambiental, Paraíba*, 2(1), 116 – 128.
- EPE. (2012) Análise da Inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira. Empresa de pesquisa energética Rio de Janeiro.
- EPE. (2014) Análise da Inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira. Empresa de pesquisa energética Rio de Janeiro.
- Enel soluções. (2016). Tudo sobre energia solar: tipos de sistemas (on grid e off grid). <http://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/06/tudo-sobre-energia-solar-tipos-de-sistema-on-grid-e-off-grid>.

- ENERGISA TOCANTINS. (2022). Geração distribuída de energia solar. Companhia de Energia Elétrica do Tocantins. <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/outras-informacoes/micro-geracao.aspx>.
- Enova. (2022) Produtos em energia solar. <http://www.enovaenergia.com.br/produtos>.
- Leva, F. F et al. (2022). Modelo de um Projeto de um Sistema Fotovoltaico. http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000&script=sci_arttext.
- Kapadia, K. (2004). Produção de energia renovável: a review of four Bank - GEF projects. Banco Mundial.
- Maia, Rian Sardinha. (2018). Energia Solar: O desenvolvimento de um novo mercado.; *Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica*, 2018. 18, 71 p.: il.; 29,7 cm.. <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024980.pdf>.
- Martins solar. (2022). Empresa de planejamento de energia solar. Sistema On e Off Grid. <https://solarmartins.com.br/sistema-solar-on-grid-e-off-grid/>.
- Pinho, J. T., & Galdino, M. A. (2014). *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos*. CEPEL.
- REN 21. (2021) Rede de Políticas Energéticas Renováveis Para O Século XXI CENTURY, Relatório de Status Global da Renewables 2016. Paris, França, 2016. http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf.
- Souza, R. (2015) *Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica*. Blue Sol Energia Solar.