



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

FELIPE AUGUSTO BORDIGNON

**A APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PROGRAMAS DE
HABITAÇÕES SOCIAIS – EMPREENDIMENTO JARDIM VITÓRIA EM PALMAS
– TO.**

PALMAS

2019

FELIPE AUGUSTO BORDIGNON

**A APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PROGRAMAS DE
HABITAÇÕES SOCIAIS – EMPREENDIMENTO JARDIM VITÓRIA EM PALMAS
– TO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil
do Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientador: Prof. Dra. Elen O. Vianna

**PALMAS
2019**

Bordignon, Felipe Augusto
A aplicação da energia solar fotovoltaica em programas de habitações sociais -
Empreendimento Jardim Vitória em Palmas - TO / Felipe Augusto Bordignon. –
Palmas, 2019
64 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto
Federal de Educação do Tocantins, Campus Palmas, 2019.

Orientadora: Prof. Dra. Elen Oliveira Vianna

1. Energia 2. Eficiência Energética 3. Energia Elétrica 4. Sistemas Solares Fotovoltaicos 5. Habitação Social
- I. A aplicação da energia solar fotovoltaica em programas de habitações sociais - Empreendimento Jardim Vitória em Palmas - TO

FOLHA DE APROVAÇÃO

FELIPE AUGUSTO BORDIGNON

A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM PROGRAMAS DE HABITAÇÕES SOCIAIS – EMPREENDIMENTO JARDIM VITÓRIA EM PALMAS – TO.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil
Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas,
como exigência à obtenção do grau em
Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Prof. Dra. Elen Oliveira Vianna
Presidente/Orientadora

Prof. Esp. Erieldon Bezerra Leão
Avaliador 1

Prof. Dr. Fábio Lima de Albuquerque
Avaliador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e amparo em toda essa caminhada. Ele me sustentou desde o início e me conduziu durante todo o processo.

Agradeço à minha orientadora Prof. Dr. Elen Oliveira Vianna, pela disponibilidade, paciência e ensinamentos nesta trajetória.

Aos meus colegas e amigos que me ajudaram de alguma forma, sou grato por todo o auxílio.

Gostaria de deixar registrado também, não menos importante, o meu reconhecimento a toda minha família, pois o apoio e a paciência deles foram imprescindíveis para superar todos os desafios.

Enfim, a todos os que contribuíram e se doaram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

BORDIGNON, Felipe Augusto. **A aplicação da energia solar fotovoltaica em Programas de Habitações Sociais – Empreendimento Jardim Vitória em Palmas - TO.** 2019. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2019.

Atualmente a questão energética gera discussões de grande relevância no meio em que se vive. O uso das tradicionais fontes vem causando uma série de impactos sociais e ambientais com as constantes desapropriações e ocupações dos meios. Atrelado a isso se destaca o surgimento das novas fontes energéticas renováveis e sustentáveis, com o intuito de gerar energia de forma limpa e econômica. A energia solar fotovoltaica vem crescendo a passos largos nos últimos anos e é cada vez mais discutida como uma fonte limpa e viável. Dessa forma, o seguinte trabalho tem como objetivo realizar um estudo para aplicar e difundir a tecnologia fotovoltaica a todas as classes, de forma a gerar economia e disseminar as inovações a todos os potenciais geradores. Inicialmente contextualizam-se as atuais fontes energéticas, as questões de sustentabilidade, as necessidades das habitações sociais e a popularização da energia FV. Em seguida insere-se o objeto de estudo – Residencial Jardim Vitória – localizado em Palmas – TO à aplicação dos sistemas solares, na finalidade de propagar o uso das tecnologias a toda sociedade, ajudando na inclusão social, bem como na inserção do estado do Tocantins no cenário nacional acerca do assunto. Através de dimensionamentos e pesquisas de mercado local, foi feita a análise de qual opção seria a mais adequada ao estudo, englobando os aspectos técnicos, econômicos e burocráticos na aplicação dos sistemas nas habitações, no objetivo de se atestar e validar tais alternativas. Entre os diversos estudos feitos, o modelo de geração de 70 kWh/mês foi o que mais se adequou ao empreendimento, considerando todas as normas e portarias vigentes, gerando-se, no mínimo, 840 kWh/ano em cada uma das mil casas componentes. O custo médio de cada um dos projetos, tanto os dimensionados quanto os de pesquisa de mercado ficou entre R\$2.800,00 e 3.000,00. Tudo isso, levando em consideração o custo médio vigente do kWh, gerará uma economia de cerca de R\$60,00/mês, totalizando um *payback* simples de aproximados quatro anos.

Palavras-chave: Energia. Eficiência Energética. Energia Elétrica. Sistemas Solares Fotovoltaicos. Habitação Social.

ABSTRACT

BORDIGNON, Felipe Augusto. **The application of photovoltaic solar energy in Social Housing Programs – Jardim Vitoria Enterprise in Palmas –TO.** 2019.55 p. Undergraduate thesis – Civil Engineering – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2019.

Currently, the energy issue triggers discussions of great relevance where we live. The use of traditional sources have been engendering some social and environmental impacts with the constant expropriation and occupation of the domains. Coupled with that, the outbreak of new sustainable and renewable energy sources can be highlighted, aiming to generate energy in a clean and economical way. The photovoltaic solar energy has been growing with major steps over recent years and has been more and more discussed as a clean, technological and feasible source. Therefore, this work has as its objective to conduct a study to apply and propagate the photovoltaic technology to all social classes, in order to foster economy and spread out the innovations to all potential generators. First of all, there have been contextualized the current energy sources, the sustainability matters, the needs of the social housing and the popularization of the photovoltaic energy. Thereafter, the study object - Residencial Jardim Vitória – located in Palmas – TO is introduced to the application of the solar systems, with the purpose of inculcate the usage of the technologies to the entire society, thus helping in the social inclusion as well as in the inset of the Tocantins State within the national scenario regarding the aforementioned issue. Through researches and dimensioning of the local market, the analysis of which option would be more suitable to the study was carried out, encompassing the technical, economical and bureaucratic aspects when applying the system to the houses, aiming to attest and validate such alternatives. Among the various studies that were accomplished, the 70kWh/month generation model was the one that showed to be the most serviceable to the enterprise, taking into consideration the ordinances and regulations in effect, generating, at least, 840 kWh/year in each of the one thousand constituent houses. The average cost of each of the projects, both the dimensioned and the ones of the market survey, was calculated between R\$ 2.800,00 and R\$ 3.000,00. All of that, bearing in mind the current average cost of the kWh, will result in nearly R\$60,00/month savings, adding up to an approximated simple payback of four (4) years.

Keywords: Energy. Energy efficiency. Electrical energy. Photovoltaic Solar Systems. Social Housing.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa do consumo médio mensal.....	35
Tabela 2 – Painéis considerados para o cálculo.....	40
Tabela 3 – Estimativa para geração de 70 kWh/mês.....	41
Tabela 4 – Estimativa para geração de 140 kWh/mês.....	41
Tabela 5 – Orçamento da Empresa A.....	43
Tabela 6 – Orçamento da Empresa B.....	44
Tabela 7 – Orçamento da Empresa C.....	44
Tabela 8 – Orçamento da Empresa A.....	45
Tabela 9 – Orçamento da Empresa B.....	45
Tabela 10 – Custo por kWh na geração individual.....	46
Tabela 11 – Custo dos sistemas para 70 kWh/mês propostos inicialmente.....	47
Tabela 12 – Custo dos sistemas para 140 kWh/mês propostos inicialmente.....	47
Tabela 13 – Tempo de retorno dos investimentos.....	48
Tabela 14 – Comparação do modelo individual.....	49
Tabela 15 – Comparação do modelo unificado.....	50

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Listagem dos desenhos, gravuras, imagens, quadros e outros similares que acompanham o texto.

Figura 1 - Mapas Solarimétricos.....	19
Figura 2 - Capitais mais vantajosas para instalação da energia FV	20
Figura 3 – Esquema de um sistema conectado à rede	24
Figura 4 – Evolução da GD no Brasil	27
Figura 5 - Vista do satélite da localização do Residencial Jardim Vitória.....	31
Figura 6 – Vista aproximada do Jardim Vitória.....	32
Figura 7 – Empreendimento Estudo de Caso	33

LISTA DE SIGLAS

EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
IEA	Agência Internacional de Energia
BNH	Banco Nacional da Habitação
MCMV	Minha Casa Minha Vida
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
FV	Fotovoltaico(a)
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISSQN	Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza
ITBI	Imposto de Transferência de Bens Imóveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CC	Corrente Contínua
CA	Corrente Alternada
GD	Geração Distribuída
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
TO	Tocantins
CEHAP	Companhia Estadual de Habitação Popular

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.2 JUSTIFICATIVA	21
1.3 OBJETIVOS	22
1.3.1 Objetivo Geral	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1 A FONTE DA ENERGIA SOLAR	23
2.1.1 Energia Solar Fotovoltaica	23
2.1.2 Tecnologias comercialmente disponíveis.....	24
2.1.3 Geração distribuída (GD) e Potência Instalada	25
2.1.4 O Estado da Arte da aplicação da Energia Solar Fotovoltaica	25
2.1.4.1 A energia fotovoltaica no mundo	26
2.1.4.2 A energia fotovoltaica no Brasil	26
2.1.4.3 Evolução da Legislação e Regulamentação Brasileira	27
2.1.4.4 Resolução Normativa Nº 482/2012.	28
2.1.5 Microgeração Distribuída	28
2.1.6 Minigeração Distribuída	28
2.1.7 Definições de energia solar e sistemas fotovoltaicos	29
2.2 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	29
2.2.1 As habitações sociais no Brasil	30
2.2.2 Selo Casa Azul da Caixa	30
2.3 Empreendimento Objeto de Estudo.....	30
2.4 Empreendimento Estudo de Caso	32
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
3.1 Apresentação dos cálculos	34

3.2 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico para a edificação Objeto de Estudo.....	34
3.2.1 Especificação dos painéis selecionados e estimativas de geração de cada um	40
3.3 Desenvolvimento da pesquisa de mercado feita em Palmas – TO	41
3.3.1 Tipologias das instalações dos sistemas	42
3.3.2 Diretrizes de projeto	42
3.3.3 Orçamentos e Projetos disponibilizados em Palmas – TO	42
3.3.3.1 Geração Individual	43
3.3.3.2 Geração Unificada	45
3.3.4 Cálculo estimado (pelas empresas) do custo por quilowatt-pico instalado	46
3.4 Cálculo do custo dos Sistemas inicialmente projetados com base no custo por kWh instalado estimado	46
3.5 Valor do consumo de energia elétrica nas habitações	47
3.6 Cálculo do <i>Payback</i> dos sistemas dimensionados pelo autor	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1 Modelo de geração individual.....	49
4.2 Modelo de geração unificado	50
4.2.1 Justificativas burocráticas do sistema unificado.....	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS	54
ANEXOS	57

1 INTRODUÇÃO

Algumas consequências dos impactos ambientais ocasionadas pela ação humana são destrutivas e irreversíveis. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017) uma matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis para a geração de energia elétrica em um país, estado ou no mundo. A atual matriz brasileira ilustra bem a preocupação que se tem no âmbito sustentável. Os combustíveis fósseis, limitados e poluentes, atualmente predominam nas gerações em abordagem mundial, como por exemplo, o carvão, petróleo e o gás natural. Tratando-se do Brasil, a geração de energia elétrica mais comum vem das hidrelétricas. Num balanço feito pela EPE em 2017, a matriz elétrica brasileira conta com 65,2% da geração oriunda de hidrelétricas. Apesar de ser uma fonte renovável, os impactos ambientais e sociais na instalação das usinas são e devem ser considerados. Nesse tipo de instalação é comum ver mudanças, como o deslocamento de famílias inteiras para darem lugar à construção, alteração climática local, desaparecimento de espécies animais e vegetais, bem como o desmatamento de grandes áreas.

O presente trabalho direciona-se à geração de energia elétrica de forma sustentável, atrelada ao âmbito social. Para isto, o tema em questão considera o uso da energia solar fotovoltaica, que está em constante crescimento não só no mundo, mas também no Brasil. A tecnologia que envolve os sistemas fotovoltaicos evolui a cada dia, independentemente do tamanho do empreendimento. Com isso, as habitações sociais, também muito crescentes no Brasil, surgem como um potencial consumidor desses sistemas, difundindo ainda mais a tecnologia, tornando-a acessível também aos pequenos geradores.

Nesse contexto insere-se a abordagem da geração de energia solar fotovoltaica como fonte principal e fundamental ao processo. Tal energia é produzida a partir de luz solar e a conversão desse processo é através das células fotovoltaicas. Segundo Rüther (2004) através do efeito fotovoltaico, células solares convertem diretamente a energia do sol em energia elétrica de forma estática, silenciosa, não poluente e renovável.

De acordo com Shayani, Oliveira & Camargo (2006) a energia solar não necessita ser extraída e transportada ao local da geração, o qual é próximo da carga, evitando também custos de transmissão em alta tensão. Utilizando placas solares que geram a energia e um inversor, este é capaz de transformar a tensão para os aparelhos que serão alimentados pelo sistema. Além de ser simples esse processo requer uma manutenção mínima.

Segundo um infográfico feito pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), no ano de 2017 o Brasil entrou no ranking mundial do setor solar fotovoltaico, ocupando a décima posição com 0,9 GW instalados no ano em questão, em Micro e Minigeração distribuída (englobando as residências, comércios, indústrias, propriedades rurais). No ano seguinte, em 2018, o número da micro e minigeração distribuída aumentaram para 1,2 GW, porém o Brasil ficou fora do ranking mundial devido ao crescimento dos outros países. Em âmbito nacional, o estado de Minas Gerais lidera o país com um total de 173,9 MW de potência instalada, detendo 18,9% do total no Brasil, dados oriundos de julho de 2019. Nesse mesmo período de 2019 o país já anota um valor de 2,1 GW em instalações FV, chegando à 1,31% da matriz energética brasileira (ANEEL, 2019).

Tal crescimento tem um grande impacto na economia e populariza cada vez mais o emprego dos sistemas, diminuindo seu custo e o tornando-o fator decisivo quando se deve decidir qual fonte de energia se utilizará. Em um leilão realizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE em abril de 2018 foi registrado o menor valor negociado para a energia solar no Brasil, custando R\$118,7/MWh. Comparando ao leilão feito pela mesma empresa em abril de 2017 houve uma queda de 25% do valor por megawatt/hora.

Em estudos no âmbito mundial feitos pela Agência Internacional de Energia (IEA), a capacidade solar fotovoltaica atingiu em 2017 cerca de 400 GW, representando 2% da geração mundial, com previsão para 2023 de uma expansão em 580 GW, atingindo cerca de 980 GW. Desde 2015 a China é o país com a maior capacidade instalada no mundo, com 43,5 GW (IEA 2015), ultrapassando a Alemanha com capacidade de 39,7 GW (IEA 2015), um dos países pioneiros em geração solar. Um dos fatores que justifica o grande crescimento do mercado chinês é a quantidade de fabricantes chineses de painéis fotovoltaicos, que propiciam baixos custos de implantação dos geradores (NASCIMENTO, 2017).

Um fato importante na discussão sobre o emprego da energia FV no Brasil é a localização privilegiada que o país possui. De acordo com Rüther (2006) o Brasil, por ser um país localizado na sua maior parte na região intertropical, possui grande potencial para aproveitamento de energia solar durante todo ano, com benefícios em longo prazo e viabilizando o desenvolvimento em regiões remotas, onde a eletrificação convencional tem um alto custo.

Dadas às circunstâncias apresentadas, insere-se no contexto a aplicação desses sistemas de geração aos pequenos consumidores, especificamente das habitações sociais, visando, além da sustentabilidade e preservação ambiental, a necessidade que todas as classes sociais têm de ter acesso às tecnologias voltadas à economia e a qualidade de vida.

O processo de urbanização e povoamento das cidades, quando as pessoas começaram a sair do meio rural para buscar novas alternativas de vida, trouxe consigo a necessidade da construção de habitações em grandes quantidades. De acordo com Siqueira & Araújo (2014) esse assunto é discutido desde 1928, no momento em que arquitetos e urbanistas juntos ao poder público pretendiam encontrar soluções viáveis e econômicas, favoráveis à população e aos municípios.

Um dos grandes desafios em se fazer essas habitações se dá em conseguir construir grandes quantidades de moradias com um baixo custo, unindo tudo isso à qualidade de vida e sustentabilidade. O que se vê em muitos casos são as construções desenfreadas, de unidades padronizadas, pouco confortáveis e preocupando-se cada vez menos com a qualidade de vida daqueles que usufruirão de fato das unidades.

No Brasil, tratando-se das habitações sociais, historicamente têm-se três grandes exemplos: primeiro o Conjunto do Pedregulho, no Rio de Janeiro; segundo o Banco Nacional da Habitação (BNH); e o terceiro o Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV). De acordo com da Silva (2005) o projeto do Conjunto Pedregulho, construído entre 1947 e 1952, serve até hoje como exemplo quando se trata de habitação popular, sendo uma das primeiras tentativas de se construir conjuntos habitacionais. O BNH construiu significativo número de conjuntos habitacionais populares nas periferias das cidades brasileiras, para onde milhares de famílias foram levadas para morar (SIQUEIRA & ARAÚJO 2014). O plano começou no ano de 1964 e teve seu fim no ano de 1986, no governo Sarney.

Por último, o mais recente exemplo de habitações sociais é o Programa Minha Casa Minha Vida, um dos objetos de estudo do presente, que foi criado em 2009 com o intuito de reduzir o déficit habitacional no país. Até dezembro de 2018 mais de quatro milhões de unidades habitacionais foram entregues pelo governo (G1, 2019). Atualmente, o programa conta com uma divisão de faixas de renda, onde cada uma representa o ganho mensal do interessado. A faixa 1 contém as famílias com ganho de até R\$1,8mil. Já na faixa 1,5 o ganho é até R\$2,6mil. Os cadastrados na faixa 2 correspondem ganhos de até R\$4 mil e na faixa 3, os ganhos máximos da família não podem passar de R\$9 mil.

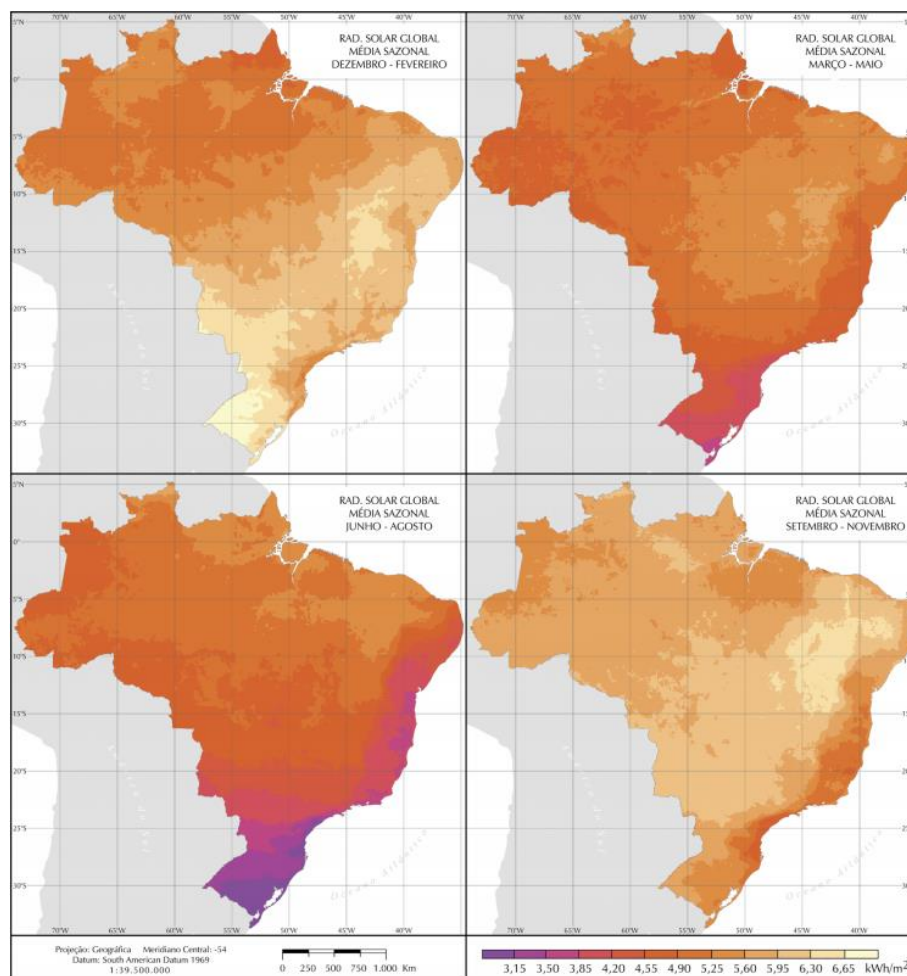
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Destaca-se um grande aumento na necessidade de moradias nos últimos tempos, atrelado ao desenvolvimento do meio urbano e crescimento demográfico. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) feita pelo IBGE, no ano de 2017, o Brasil anotou um déficit acumulado de 7,7 milhões de moradias. Isso demonstra a grande preocupação que se tem em oferecer a todas as classes sociais alternativas que enquadrem sua realidade financeira, bem como agregar qualidade e eficiência ao lar dessas pessoas.

Desse modo, ao se adquirir uma casa, deve-se considerar também quais serão os gastos para mantê-la e as alternativas para gerar uma economia no final do mês. A implantação dos sistemas fotovoltaicos surge como uma alternativa de economia, eficiência, sustentabilidade e tecnologia. Segundo o infográfico da ABSOLAR (2019), o estado do Tocantins ocupa apenas a décima nona posição no ranking estadual de potência instalada com 11,5 MW. Minas Gerais ocupa a primeira posição com 196,7 MW, seguido pelo Rio Grande do Sul com 158,7 MW.

De fato, o Tocantins tem um grande potencial para geração fotovoltaica, porém pouco explorado. A seguir na Figura 1, em mapas retirados do Atlas Brasileiro de Energia Solar, ilustra-se bem os valores médios das estimativas do total diário de irradiação solar, registrados entre julho de 1995 e dezembro de 2005 em todo território nacional, em médias sazonais. Segundo o Atlas, a menor irradiação solar global – 4,25kWh/m² – ocorre no litoral norte de Santa Catarina, devido as precipitações bem distribuídas ao longo do ano. Analisando o posicionamento geográfico do Tocantins, os menores valores ocorrem no período chuvoso e, mesmo assim, os números são maiores que os do litoral norte Catarinense. Nos períodos secos, os dados são ainda mais satisfatórios e propícios à geração solar. As vantagens em relação aos outros países são notórias também. Ainda segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região brasileira (1500-2500 kWh/m²) são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, onde os recursos solares são amplamente aproveitados, incentivados e disseminados. A Alemanha, por exemplo, possui uma irradiação solar global de 900-1250 kWh/m² e é mundialmente conhecida pelos investimentos e avanços na tecnologia FV.

Figura 1 - Mapas Solarimétricos



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006)

Um levantamento feito pela Comerc Energia para o jornal O Globo enumerou em ranking as capitais brasileiras onde a instalação da energia solar é mais vantajosa. O ranking está ilustrado na Figura 2 e a pesquisa contém 25 capitais e, curiosamente, Palmas não teve sua estatística aferida. Tal fato é preocupante, pois a capital tocantinense possui políticas públicas com incentivos para instalações fotovoltaicas.

Figura 2 - Capitais mais vantajosas para instalação da energia FV

			RECUPERAÇÃO DO INVESTIMENTO EM ANOS				
UF	CIDADE/DISTRIBUIDORA						
1º	PI	Teresina - Cepisa	2,86	14º	MG	Belo Horizonte - Cemig	3,29
2º	AM	Manaus - Amazonas	3	15º	CE	Fortaleza - Enel	3,39
3º	MS	Campo Grande - Energisa MS	3,07	16º	MA	São Luiz - Cemar	3,41
4º	RN	Natal - Cosem	3,08	17º	RS	Porto Alegre - CEEE	3,46
5º	PE	Recife - Celpe	3,09	18º	PA	Belém - Celpa	3,47
6º	SE	Aracaju - Energisa SE	3,12	19º	AP	Macapá - CEA	3,58
7º	MT	Cuiabá - Energisa MT	3,15	20º	AL	Maceió - CEAL	3,75
8º	RJ	Rio de Janeiro - Light	3,18	21º	RO	Porto Velho - Ceron	3,99
9º	BA	Salvador- Coelba	3,19	22º	SC	Florianópolis - Celesc	4,1
10º	PB	João Pessoa- Energisa PB	3,21	23º	PR	Curitiba - Copel	4,16
11º	DF	Brasília - CEB	3,22	24º	SP	São Paulo - Eletropaulo	5,52
12º	GO	Goânia - Celg	3,28	25º	AC	Rio Branco - Eletroacre	6,63
13º	ES	Vitória - EDP Escelsa	3,28				

Fonte: Jornal O Globo (2018)

O incentivo de maior destaque é o Palmas Solar. O programa foi criado pela Lei Palmas Solar (Lei Complementar nº 327/2015) e regulamentado pelo Decreto Municipal nº 1.220, de 28 de março de 2016, com o intuito de incentivar a adoção por parte da sociedade do uso da energia solar como fonte energética. O programa prevê descontos no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), sobre o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e no Imposto de Transferência de Bens Imóveis (ITBI), todos proporcionalmente ao índice de produção em relação ao consumo.

Em Belo Horizonte também se tem um exemplo de incentivo por parte do governo quanto à geração fotovoltaica. Junto com a capital tocantinense são as pioneiras nesse tipo de estímulo. No caso de Belo Horizonte o nome do programa é IPTU Verde, que classifica os imóveis de acordo com seus níveis de sustentabilidade e, quanto maior seu nível, maior o desconto recebido pelo gerador (MÜLLER, 2017). Um ponto importante a ser observado é que o estado de Minas Gerais ocupa a primeira posição entre os estados brasileiros com maior potência instalada e a capital mineira está entre as mais vantajosas para esse tipo de investimento no Brasil (JORNAL O GLOBO, 2018).

A partir desses fatos, questiona-se a inserção e contribuição da capital e do estado do Tocantins em âmbito nacional na geração da energia fotovoltaica, mesmo com todos os incentivos e o grande potencial de geração.

1.2 JUSTIFICATIVA

É inegável o crescimento do volume de casas construídas ultimamente nos programas sociais. Comumente esses residenciais são formados por grandes números de habitações, com 500 ou mais casas. Com isso, surge a preocupação com o grande consumo energético desses complexos, que ao passar do tempo serão cada vez mais habitados.

Outro ponto importante a ser destacado é em relação ao meio ambiente. Com a demanda cada vez mais crescente, a exploração e degradação ambiental para geração energética nos moldes clássicos das hidroelétricas e termelétricas tendem a crescer ainda mais.

A ampla inserção da sociedade nos avanços tecnológicos também é um fato considerável. A geração fotovoltaica, que antes era um tanto distante por não ser viável, surge como uma grande forma de contribuir não só aos grandes geradores e consumidores, mas sim a todos os possíveis usuários dessa realidade. De acordo com Vianna (2010) em uma simulação de um sistema FV, utilizando-se o ano de 2010 como base, o payback de um investimento como esse no Fórum de Palmas – TO levaria 17 anos.

Porém, com o avanço da tecnologia, aumento da produção dos painéis solares e popularização do uso no Brasil, o payback atualmente apresenta-se muito mais atrativo. Estudos atuais mostram que o retorno do investimento na implantação de um sistema fotovoltaico, residencial ou comercial, é em cerca de 4 a 5 anos (VIANNA 2017). Considerando o aumento e disseminação dessas tecnologias, podemos prever sistemas com um retorno ainda mais rápidos futuramente.

A inserção das habitações sociais na cidade de Palmas no meio da geração solar tem também outra visão bem importante. Com os incentivos na capital, são previstos uma série de descontos aos consumidores em alguns impostos, tais como o IPTU, ISSQN e ITBI, anteriormente citados como benefícios do programa Palmas Solar. Por mais que algumas habitações sociais tenham isenção de alguns desses impostos, aquelas que não têm poderão usufruir dos benefícios dessa lei.

Portanto, o estudo da abordagem da geração de energia solar nos programas sociais justifica-se nessas abordagens. Primeiramente pelo grande consumo energético dos conjuntos. Seguindo, pelo viés ambiental, na renovação das fontes de geração de energia e consequentemente redução dos impactos. E por último, pela inserção social e amplo acesso à tecnologia dos geradores.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

- Realizar diagnóstico da viabilidade do uso de energia solar fotovoltaica em habitações sociais no contexto climático do Tocantins, além de ampliar o debate, no sentido da popularização e disseminação da informação acerca do tema.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Dimensionar um sistema solar fotovoltaico para o Residencial Jardim Vitória, considerando uma habitação padrão e o empreendimento como um todo;
- Avaliar a eficiência energética em habitações sociais por meio do uso de geração de energia solar fotovoltaica conectada à rede pública;
- Calcular o tempo de retorno do valor aplicado nas instalações dos sistemas (Payback) nas habitações sociais;
- Contribuir, por meio da divulgação de dados, com a inserção do Estado do Tocantins no cenário nacional da geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas renováveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa sessão serão abordados os fundamentos teóricos e conceituais em que o trabalho se baseia, com as principais obras e definições sobre o estudo em questão, bem como o histórico dos fatos analisados.

2.1 A FONTE DA ENERGIA SOLAR

A energia convertida pelos sistemas fotovoltaicos é proveniente da irradiação solar sobre a superfície da Terra de forma recorrente, variando entre o dia e a noite (a irradiação é a exposição à radiação; a radiação é a transmissão de energia através do espaço). A intensidade dessa irradiação varia de acordo com as localidades na Terra, dependendo também de fatores como: latitude, hora do dia, nuvens, umidade. O conhecimento prévio da quantidade de energia incidente em determinada área é muito importante para aferir-se a capacidade de geração de energia em um sistema fotovoltaico (LACCHINI, 2017).

2.1.1 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é uma fonte renovável obtida através do efeito fotovoltaico observado por Alexandre Edmond-Becquerel em 1839. Segundo Rüther (2004) é obtida de maneira estática e silenciosa, pois não existem movimentações mecânicas no processo, com mínimas manutenções.

Segundo a ABNT NBR 10899:2013 o sistema fotovoltaico é um conjunto de elementos que geram e fornecem eletricidade pela conversão da energia solar.

a) Sistemas fotovoltaicos isolados

Segundo a ABNT NBR 11704:2008 os sistemas isolados são aqueles que não possuem qualquer conexão com o sistema público de fornecimento de energia elétrica.

b) Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica

De acordo com a ABNT NBR 11704:2008 os sistemas conectados à rede elétrica são os efetivamente conectados ao sistema público de fornecimento de energia.

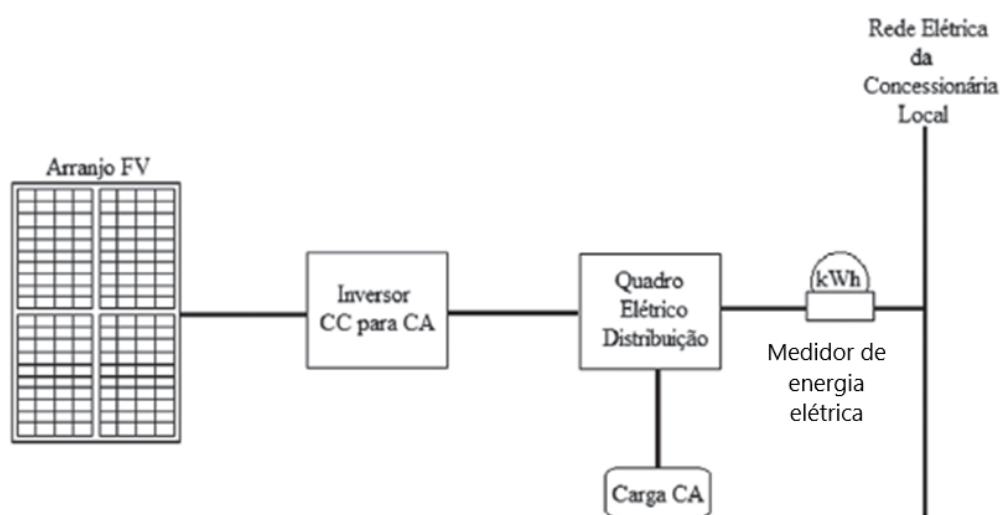
De acordo com Lacchini (2017) os principais elementos de um sistema fotovoltaico são:

- Módulos fotovoltaicos;
- Suportes mecânicos de fixação dos módulos;
- Cabos, conexões elétricas, disjuntores e chaves elétricas;
- Inversores;
- Outros elementos complementares como sistemas de armazenamento e monitoramento remoto.

Os módulos fotovoltaicos são conjuntos de células solares interconectados entre si, em série e/ou paralelo, para formar geradores elétricos com tensões e correntes destinadas à sua aplicação. Os suportes mecânicos, geralmente de aço galvanizado e alumínio, são utilizados na fixação dos painéis no telhado, de acordo com a inclinação necessária. Os módulos necessitam de uma inclinação para terem um ângulo ideal referente aos raios solares. Assim, os suportes serão aplicados de modo a auxiliar essas inclinações (LACCHINI, 2017).

O inversor é o dispositivo destinado a converter a potência em corrente contínua, oriunda dos módulos solares, em alternada, com tensão e frequência controladas, para alimentar a rede ou as cargas elétricas. Abaixo na Figura 3 um esquema exemplifica como se organiza um sistema FV.

Figura 3 - Esquema de um sistema conectado à rede



Fonte: PINHO & GALDINO (2014).

2.1.2 Tecnologias comercialmente disponíveis

Dentre os diversos semicondutores utilizados disponíveis em aplicações terrestres para a produção de células solares fotovoltaicas, destacam-se: o silício cristalino (c-Si); o silício amorfo hidrogenado (a-Si); o telureto de cádmio (CdTe) e os compostos oriundos do disseleneto de cobre (gálio) e índio (CuInSe₂ ou CIS e Cu(InGa)Se₂ ou CIGS). Neste último grupo aparecem elementos que são ou altamente tóxicos (Cd, Se, Te) o que dificulta o uso mais intensivo destas tecnologias. O c-Si é a tecnologia mais tradicional e confiável, popularizando-se por sua extrema robustez. As outras tecnologias utilizadas são feitas basicamente de filmes finos, de material semicondutor, o que reduz seu custo. Comercialmente as células de silício cristalino atingem por volta de 18,5% (média dos valores obtidos nas especificações técnicas dos painéis mencionados nesta pesquisa).

2.1.3 Geração distribuída (GD) e Potência Instalada

Segundo a ANEEL (2015) a Geração Distribuída (GD) é um termo utilizado para caracterizar a geração de energia elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es), independente da potência, tecnologia ou fonte. A partir da evolução, a GD tem expandido para incluir potências cada vez menores. Como exemplos têm-se: co-geradores, geradores que usam como fonte de energia resíduos combustíveis de processo, painéis fotovoltaicos, pequenas centrais hidrelétricas.

Já a potência instalada, de acordo com a ANEEL (2013), se define como a capacidade bruta (kW) que determina o porte da central geradora para fins de outorga, regulação e fiscalização. Ela é definida com o somatório das potências nominais das unidades geradoras (aparelhos e tomadas) principais da central.

2.1.4 O Estado da Arte da aplicação da Energia Solar Fotovoltaica

Os três tópicos seguintes tratam da evolução e atualidades da energia solar FV no mundo e no Brasil e também sobre a evolução das legislações e regulamentações regentes no país. Essa contextualização é muito importante, pois mostra de fato a evolução do uso e das tecnologias nos sistemas fotovoltaicos. O uso dessa fonte teve um crescimento notório ao longo do tempo, não só no mundo, mas também no Brasil. A análise desse caminho comprova muito bem tais alcances.

2.1.4.1 A energia fotovoltaica no mundo

Segundo Pinho & Galdino (2014) após a descoberta do efeito fotovoltaico por Edmond-Becquerel em 1839, em 1876 foi concebido o primeiro arranjo fotovoltaico com estudos da física do estado sólido e, apenas em 1956, foi iniciado a produção industrial com o crescimento da área de eletrônica.

Inicialmente a tecnologia era desenvolvida por empresas de telecomunicação para atender localidades remotas, como fontes de energia. Um elemento que impulsionou também essa geração foi a “corrida espacial”, pois a célula fotovoltaica era e ainda é o meio mais adequado (baixo custo, peso e confiabilidade) para fornecer energia em quantidade necessária para alimentar os equipamentos eletroeletrônicos no espaço (PINHO & GALDINO, 2014).

Ao passar dos anos com o aumento da necessidade de alternância das fontes energéticas através de meios mais sustentáveis, os investimentos em programas e motivações para o uso dessa tecnologia aumentaram, bem como a eficiência e qualidade dos sistemas utilizados (MACHADO & CORRÊA, 2015).

Tal crescimento é tão notório que no período de 2009 a 2015 a taxa de crescimento anual no mundo foi de 47%, o que representa um aumento de 10 vezes nesse período (IEA, 2016). Os custos que foram um dia empecilhos são cada vez mais competitivos com a constante popularização dessa tecnologia e tendem a melhorar ao passar do tempo.

2.1.4.2 A energia fotovoltaica no Brasil

O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica no Brasil não acompanhou o passo do crescimento mundial. A produção dos módulos de geração no Brasil iniciou-se no final dos anos 50. Apenas nos anos 70 e início da década de 80 o desenvolvimento equiparava-se com o que ocorria nos outros países. Nesse período duas fábricas de módulos fotovoltaicos se instalaram no Brasil as quais, futuramente, reduziram suas produções significativamente e até foram extintas (PINHO & GALDINO, 2014).

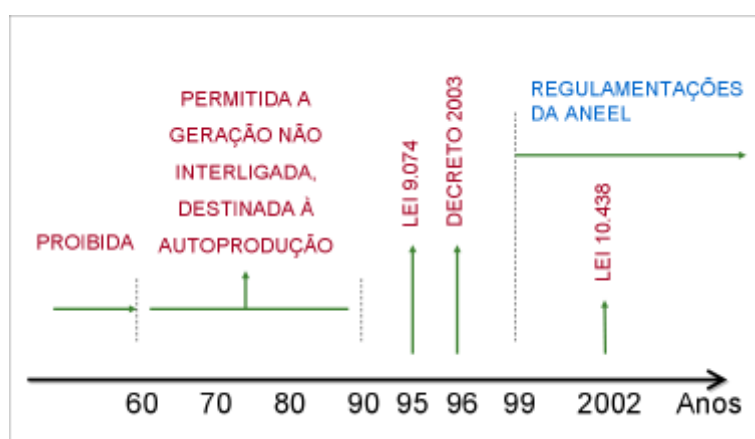
De acordo com Pinho & Galdino (2014) os primeiros sistemas conectados à rede elétrica no Brasil começaram a ser instalados no final dos anos 90, em centros de pesquisa e universidades. Porém, a legislação para os sistemas conectados à rede de distribuição só foi definida em 2012 pela Aneel.

Para Villalva & Gazoli (2012), um marco para a geração solar fotovoltaica foi estabelecido no Brasil a partir de 17 de abril de 2012, com a Resolução Normativa Nº 482. Após a implementação da legislação e a vinda de tecnologias de fora, a energia fotovoltaica teve um grande avanço até os dias atuais no Brasil. Com custos cada vez mais baixos e incentivos, o Brasil insere-se dia pós dia no contexto mundial na geração e caminha a passos largos para entrar ainda mais em evidência nesse cenário.

2.1.4.3 Evolução da Legislação e Regulamentação Brasileira

Até os anos 60 não era permitida a geração distribuída no Brasil. A partir dos anos 90 esse tipo de geração começou a ser permitido à autoprodução de energia, sem conexão com a rede. Após o ano de 1996 o setor elétrico no Brasil passou por mudanças. Sua reestruturação se deu através da Lei 9.074/1995 estabelecendo normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos. Outra base dessa reestruturação foi a criação do Decreto Nº 2003, que regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor (BRAUN-GRABOLLE, 2010). Na Figura 4 é mostrada a evolução legal das principais regulamentações no Brasil quanto à geração distribuída.

Figura 4 - Evolução da GD no Brasil



Fonte: BRAUN-GRABOLLE (2010).

Ainda segundo Braun-Grabolle (2010), a partir da criação da ANEEL pela Lei 9.648/1998 diversas regulamentações e resoluções foram criadas no Brasil, destacando-se a

resolução Nº 281 que estabelece atribuições e responsabilidades das concessionárias e dos usuários, definindo o uso do sistema de distribuição e os encargos das conexões, que são destinados ao consumidor, obedecendo às normas técnicas e padrões das fornecedoras de energia.

Em 2002, com a promulgação da Lei 10.438, foram estabelecidos incentivos para a geração de energia elétrica renováveis com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, o Proinfa.

2.1.4.4 Resolução Normativa Nº 482/2012.

A Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012, proposta pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL aprova a micro e a minigeração no Brasil. A lei foi aprimorada pela ANEEL em novembro de 2015, estabelecendo o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo a instalação por parte do consumidor de pequenos geradores e também a troca de energia com a distribuidora local, para assim reduzir o valor do consumo de energia elétrica. A alteração de 2015 estipula ao produtor/consumidor um período de 60 meses para utilizar os créditos de energia injetados na rede pública. Caso isso não aconteça, o os créditos são perdidos. Tais aprimoramentos entraram em vigor em março de 2016.

2.1.5 Microgeração Distribuída

De acordo com a ANEEL (2012) a microgeração distribuída é definida como

Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. (ANEEL, 2012, p. 1).

2.1.6 Minigeração Distribuída

Ainda segundo a ANEEL (2012) a minigeração distribuída é definida como

Central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW para com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. (ANEEL, 2012, p. 1).

2.1.7 Definições de energia solar e sistemas fotovoltaicos

Duas definições são de grande importância para o seguimento do trabalho. A primeira sobre a energia solar fotovoltaica e a segunda sobre os sistemas fotovoltaicos. Segundo a ABNT, cada uma pode ser definida como:

- ABNT NBR 10899:2013 - Energia solar fotovoltaica — Terminologia

Especifica termos técnicos relativos à conversão fotovoltaica de energia radiante solar em energia elétrica.

- ABNT NBR 11704:2008 – Sistemas fotovoltaicos – Classificação

Essa norma classifica os sistemas de conversão fotovoltaica de energia solar em energia elétrica.

A origem e consolidação do uso da energia solar fotovoltaica no Brasil é descrita por meio da legislação, das resoluções normativas e das Normas Técnicas específicas. Embora o uso inicial tenha sido por meio dos sistemas isolados, o avanço e visibilidade do nosso país no ranking mundial das energias renováveis passou a ser realidade somente a partir do respaldo legal para o uso destas fontes conectadas à rede, com destaque para a energia solar fotovoltaica.

2.2 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Segundo a Caixa uma habitação de interesse social é uma construção que auxilia famílias de baixa renda a terem acesso à moradia digna, regular e dotada de serviços públicos, em localidades urbanas ou rurais, com o intuito de reduzir as desigualdades sociais e contribuir para a ocupação habitacional.

2.2.1 As habitações sociais no Brasil

Historicamente existe uma estreita relação entre migração, crescimento urbano e industrial e as criações de políticas públicas para o equilíbrio nas moradias entre a população. Ao longo do século XX com uma vida desestimulada e cada vez mais difícil no meio rural, a população insatisfeita se deslocou do campo para as cidades. Não era surpresa que existisse um déficit habitacional no país. Por volta dos anos 30, com a industrialização do Brasil, o Estado viu a necessidade da construção de moradias para as famílias dos operários, bem como toda infraestrutura urbana. (RIBEIRO, 2007).

Durante a década de 60, um marco importante para a criação das habitações sociais foi a criação do BNH, durando até 1986. Dessa época até poucos anos antes da posse de Itamar Franco na presidência o país viveu uma baixa nas habitações sociais, devido à escassez de participação do governo. A partir de 1994 e no governo de Fernando Henrique Cardoso, incentivos foram feitos e programas de habitação movimentaram bastante o setor, com investimentos até do exterior.

Ainda segundo Ribeiro (2007) a partir do governo Lula, em 2003, foi Criado o Ministério das Cidades, que intensificou a urbanização e políticas públicas nas cidades para serem ocupadas e utilizadas. O programa Minha Casa Minha Vida, de 2009, foi outro marco importante nas habitações sociais, chegando a marca de quatro milhões de moradias entregues no ano de 2018.

2.2.2 Selo Casa Azul da Caixa

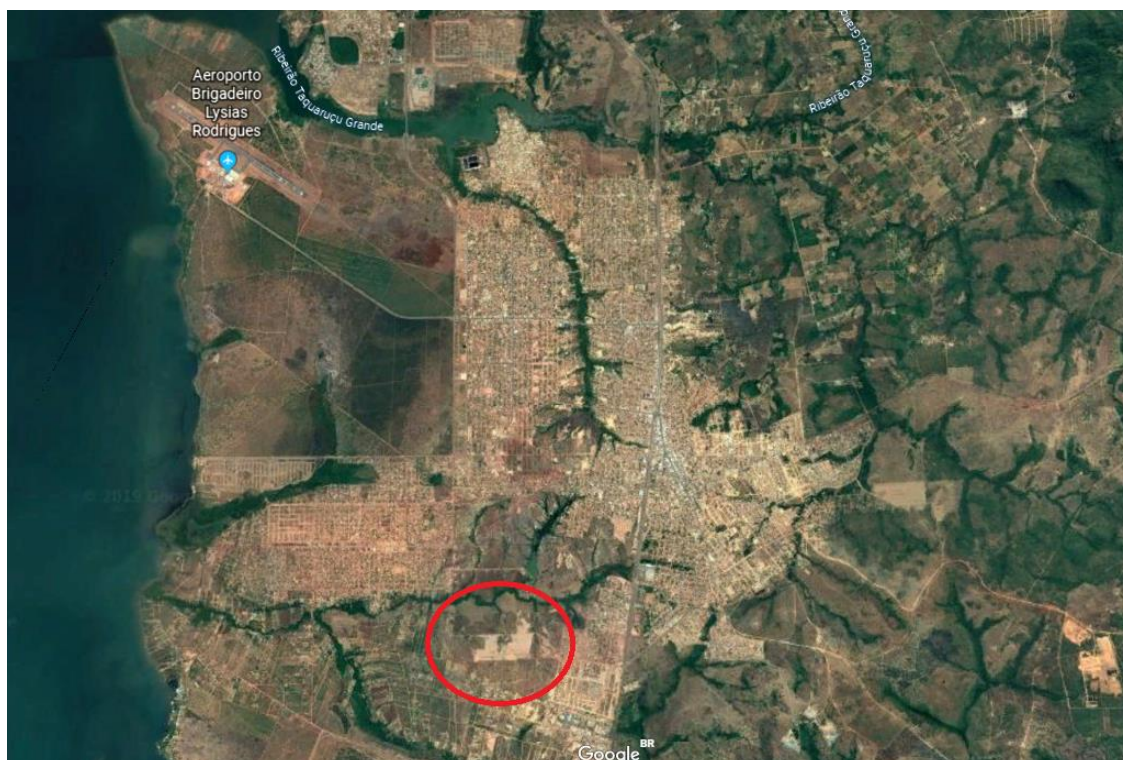
O Selo Casa Azul é uma classificação socioambiental dos projetos financiados pela Caixa. Foi uma alternativa proposta pelo banco com o intuito de racionalizar os usos dos recursos naturais nas construções, bem como melhorar os padrões das habitações sociais. A principal missão do selo é o reconhecimento de projetos que adotam soluções eficientes em suas construções (CAIXA, 2010).

2.3 Empreendimento Objeto de Estudo

O foco de estudo do presente trabalho será o Residencial Jardim Vitória, localizado na cidade de Palmas - TO, subsidiado pelo Programa Minha Casa Minha Vida com

classificação na faixa 1. Com duas fases de quinhentas unidades habitacionais cada, o complexo tem previsão de entrega ao final do ano de 2019. Nas concepções iniciais do residencial previu-se a instalação de painéis fotovoltaicos em cada uma das mil casas, com gerações individuais. As plantas para melhor ilustração do empreendimento estão nos anexos, ao final do trabalho. As figuras 5 e 6 mostram uma vista de satélite do empreendimento.

Figura 5 - Vista do satélite da localização do Residencial Jardim Vitória



Fonte: Google Earth, acesso em 09 de abril de 2019.

O residencial ainda não deu início ao processo de projeto e instalação do sistema fotovoltaico. Por mais que se tenha a previsão da utilização dessa tecnologia, até o momento do presente estudo não haviam sido definidos os parâmetros para os cálculos da geração de cada unidade, os sistemas que seriam adotados ou qualquer orçamento.

Figura 6 - Vista aproximada do Jardim Vitória



Fonte: Google Earth (adaptado), acesso em 09 de abril de 2019.

2.4 Empreendimento Estudo de Caso

Por meio de programas e intervenções, a Caixa possui incentivos em diversos tipos de construções financiadas pelo banco. Um exemplo disso é o Selo Casa Azul, proposto em 2010. Através desses estímulos, a abordagem e evidência das questões sustentáveis surgem com muita frequência na atualidade e são de grande importância não só para aqueles que serão diretamente impactados, mas também para que estudos como esse despontem em maior constância.

A aplicação tirada como base foi feita pela Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP) da Paraíba. Com o intuito de promover uma melhoria nas condições de vida da população, uso racional dos recursos naturais e preservação das fontes de energia, a CEHAP implantou em João Pessoa um projeto de energia solar em casas de oito famílias consideradas de baixa renda, como uma primeira experiência.

O sistema de microgeração implantado foi constituído de 3 módulos de 200Wp (Watt-pico – potência máxima de um painel em condições ideais) cada, com um total de potência instalada de 600Wp. O micro-inversor utilizado foi um modelo de 600W de frequência. Esse sistema gera mensalmente 70 kWh o que representa em média 60% do

consumo de uma família de baixa renda. Na Figura 7 algumas fotos mostram a aplicação em questão.

Figura 7 - Empreendimento estudo de caso



Fonte: CEHAP (2014).

Logo, o estudo foi feito para analisar as opções e dimensionamento do sistema que será adotado para geração de energia nas habitações sociais, com foco no empreendimento descrito anteriormente, a partir dos projetos e dados concedidos pela construtora, unidos aos conhecimentos disseminados sobre a geração fotovoltaica. Com esses dados, especificamente o projeto elétrico e arquitetônico, foram feitos levantamentos estimando o consumo médio de cada unidade e a partir disso o dimensionamento dos módulos e inversores que mais se adequam aos padrões de consumo, bem como alternativas que aperfeiçoem ainda mais o investimento.

Foram dimensionados sistemas individuais das residências, tomando uma casa padrão como exemplo base e também alternativas de geração centralizada, com um sistema de geração FV localizado externamente às casas, no intuito de analisar qual tipo torna-se mais viável para o empreendimento em questão. Nesse tipo de geração centralizada é projetada uma espécie de usina solar, em uma área a parte do condomínio.

Com isso, une-se a necessidade da análise da viabilidade em se instalar sistemas fotovoltaicos nas habitações sociais com o aspecto tecnológico e social, levando essa alternativa a todos os grupos com potencial de consumo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse tópico apresentam-se as análises e dimensionamentos das opções de projetos e alternativas aplicáveis ao estudo em questão, com a execução dos métodos propostos e projetos fornecidos por empresas locais de energia solar. As diferenças de preços entre alguns fornecedores da cidade de Palmas – TO também são expostas, o que agrega informações ao cálculo do *payback*, na sequência do trabalho.

3.1 Apresentação dos cálculos

Os cálculos dos sistemas propostos ao residencial apresentam-se em duas diretrizes. Uma delas é o dimensionamento pela aplicação das fórmulas e procedimentos metodológicos propostos no estudo e, a outra, através dos projetos realizados por empresas locais de Palmas, que cederam ao estudo as informações.

3.2 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico para a edificação Objeto de Estudo

Com o intuito de verificar a viabilidade de implantação do sistema solar fotovoltaico em habitações sociais, os cálculos demandam duas categorias de informações: as relativas ao consumo de energia; e as relativas aos dados geográficos locais, tais como a incidência solar e a latitude. O primeiro cálculo irá tratar da demanda de energia elétrica das habitações, no qual será estimado um padrão de consumo. Já o segundo cálculo irá considerar a geração de energia solar por meio da tecnologia fotovoltaica, mediante os dados locais de radiação solar e as respectivas fórmulas. Mediante os dois resultados será possível o cálculo do percentual de contribuição do sistema.

O primeiro passo do cálculo a ser considerado, então, será a projeção do consumo médio de cada casa, através da soma das potências nominais das unidades, como equipamentos e etc. A partir disso tem-se uma média de uso diária, mensal e, conseqüentemente, durante todo o ano, que servirá de base para o dimensionamento dos módulos. Assim, tem-se a fórmula, retirada de um material de orientação disponibilizado pela ANEEL:

- $\text{Consumo} = P \times \Delta t$

Onde:

Consumo = diário de cada equipamento (kWh);

P = Potência nominal (W);

Δt = Tempo de consumo diário (h).

Assim, calculando-se ponto a ponto de consumo das casas padronizadas tem-se um consumo médio de cada dia, o qual será considerado o mesmo para todas as habitações.

Para uma melhor representação e justificativa da estimativa adotada no estudo, na Tabela 1 estão especificados os equipamentos considerados nessa projeção, bem como a potência de cada um e seu consumo mensal, baseada na utilização diária dos mesmos. Os itens e suas respectivas quantidades foram retirados a partir do projeto elétrico da habitação padrão.

Tabela 1 – Estimativa do consumo mensal médio

ESTIMATIVA DE CONSUMO MENSAL MÉDIO - RESIDENCIAL JARDIM VITÓRIA						
EQUIPAMENTO	QUANT.	POTÊNCIA (W)	USO DIÁRIO (HORAS)	CONS. DIÁRIO (kWh)	DIAS DE USO MENSAL	CONSUMO MENSAL (kWh)
GELADEIRA UMA PORTA	1	250	24	1,22	30	36,6
LÂMPADA	8	20	4	0,64	30	19,2
TV 32'	1	100	5	0,5	30	15
LIQUIDIFICADOR	1	300	0,25	0,075	30	2,25
VENTILADOR	2	75	8	1,2	30	36
SANDUICHEIRA	1	700	0,167	0,117	30	3,5
SECADOR DE CABELO	1	1000	0,167	0,167	30	5
MÁQ. LAVAR ROUPAS	1	1000	1	1	12	12
MICROONDAS	1	2000	0,167	0,333	30	10
TOTAL MENSAL (kWh)	139,55					

O padrão de consumo das habitações será estimado em 140 kWh/mês, por se tratar de consumidores de baixa renda. Logo, o consumo diário médio tomando como base os 140 kWh/mês será de 4,67 kWh/dia. A ANEEL, através da Lei 10.438 de 26 de abril de 2016, regulamenta os critérios para classificação de unidades consumidoras residenciais na

categoria Baixa Renda, englobando residências que têm consumo mensal entre 80 e 220 quilowatts-hora.

Assim como o estudo em João Pessoa – PB, será estimada a produção de 70 kWh/mês para cada habitação, ou seja, metade da projeção total mensal. Outra justificativa para tal valor se deu após a pesquisa local e discussão junto às empresas sobre a melhor opção de sistema. Além disso, alguns parâmetros devem ser observados com atenção antes de se fazer o projeto. Um deles é o da Portaria Nº 643 de novembro de 2017. Nela deve-se atenção ao artigo 5º, que diz respeito ao aumento do custo das unidades ao se adotar um sistema de geração solar. Nesse artigo, o Ministério das Cidades regulamenta a opção de instalação de sistemas FV, admitindo-se a elevação do valor máximo de aquisição das unidades habitacionais em até R\$3.000,00 (três mil reais), relativo aos custos totais necessários para a implantação dos sistemas na região Norte (onde o Estado do Tocantins se insere).

A partir disso as projeções feitas para serem aprovadas de acordo com o que se regulamenta não podem passar do valor de R\$3.000,00 por habitação. Dentre as primícias da Portaria, outra de importante destaque é o item 5.2 do anexo II, onde o construtor contratado para execução dos sistemas deve assegurar uma garantia de 5 (cinco) anos pela instalação, bem como da geração de pelo menos 800 kWh/ano de cada sistema.

Segundo procedimentos metodológicos utilizados pelo grupo de pesquisa liderado por Ricardo Rüther (UFSC), para o cálculo da potência nominal instalada considera-se: o consumo médio diário de energia elétrica da habitação; o ganho de radiação solar médio mensal a partir do total diário incidente nos planos fotovoltaicos e o rendimento do sistema. Esse ganho médio diário será conseguido através do programa RADIASOL 2.1, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. – UFRGS. A seguir, nas figuras 9 e 10 pode-se analisar a interface do programa em questão.

Figura 1 - Interface do aplicativo na UFRGS



Fonte: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Figura 2 - Ganho por radiação na cidade de Palmas

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5,46	5,53	5,30	5,55	5,27	4,82	4,95	5,48	6,22	5,99	5,82	5,79

Radiação em kWh/m²

Fonte: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Através do aplicativo teremos a distribuição média de radiação solar ao longo do ano na cidade de Palmas. Com isso, fazendo-se a média, teremos um ganho por radiação solar de 5,515 kWh/m²/dia no local, que será considerado para o dimensionamento. Assim, a fórmula da potência necessária fica:

- $P_{cc} = (E/G_{poa})/R$.

Onde:

Pcc = Potência média necessária (kWpcc);

E = Consumo médio diário durante o ano (kWh/dia);

Gpoa = Ganho por radiação solar: média mensal do total diário (kWh/m²/dia);

R = Rendimento do sistema (%).

Segundo Rüther (2004) o rendimento do sistema tem um valor típico entre 70 e 90%, devido toda a instalação, como fiação e microinversor. Assim, será adotado um valor médio, sendo R = 80%.

Logo:

$$Pcc = (4,67/5,515)/0,80 \Rightarrow Pcc = 1,06 \text{ kWp}$$

Para suprir a demanda de 140 kWh/mês a potência média necessária para o sistema seria de 1,06 kWp.

Para calcular-se a área necessária ao suprimento de energia consumida deverá se considerar a potência nominal instalada e a eficiência do sistema adotado, resultando em:

- $A = (Pcc \times 100) / Eff.$

Onde:

A = Área dos painéis (m²);

Pcc = Potência média necessária (kWpcc);

Eff = Eficiência do painel (%).

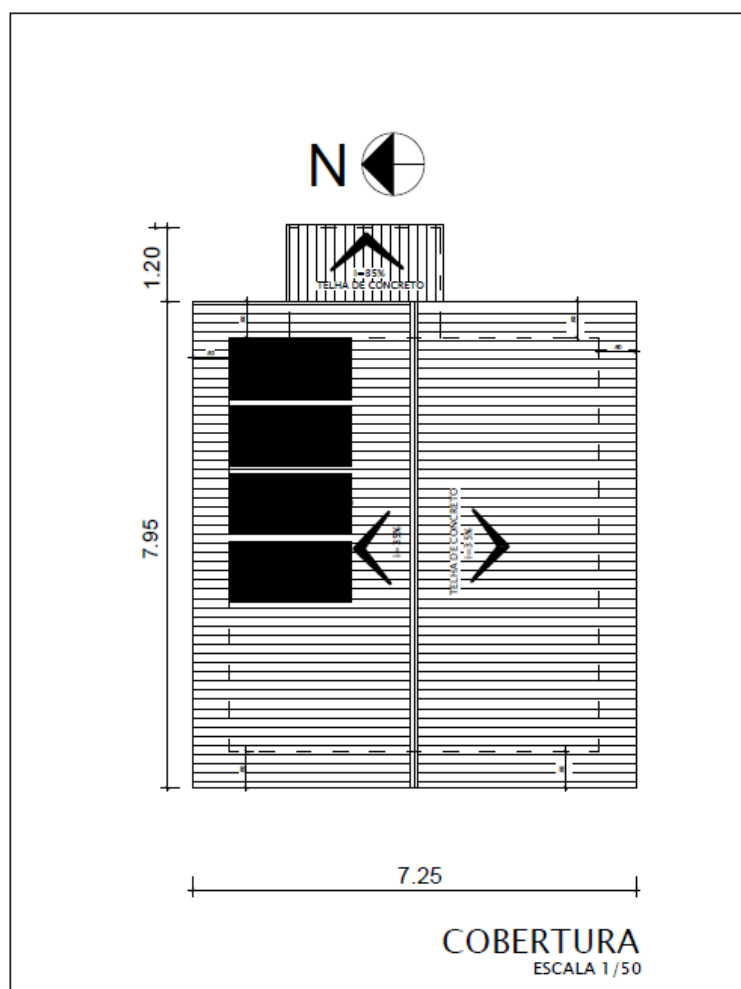
O valor da eficiência dos painéis depende de cada fabricante. Portanto, a partir da Tabela 2, utilizando-se a eficiência média entre os fabricantes será considerada uma eficiência de 16,5%.

Logo:

$$A = (1,06 \times 100) / 16,5 \Rightarrow A = 6,42 \text{ m}^2$$

Assim, para suprir 100% da demanda de energia de uma habitação social “hipotética” faz-se necessária a instalação de 6,42 m² de painéis fotovoltaicos. Mediante a análise do projeto arquitetônico da habitação social objeto de estudo, observa-se que a área do telhado supera a mínima necessária para as instalações e espaços para manutenção e circulação, sendo essa área em cada casa de 57,64 m² (Figura 11). Nota-se o posicionamento dos painéis, como exemplo, com inclinação para o norte onde serão aproveitados de maneira mais eficaz. Assim, na hipótese ideal, apenas metade da área total do telhado, ou seja, 28,82 m², seriam disponíveis para a instalação devido sua orientação, sendo a mesma, suficiente ao dimensionamento de 100%.

Figura 3 – Telhado das casas com painéis solares



Fonte: Construtora M21 (adaptado)

A energia gerada pelo sistema é proveniente da seguinte fórmula:

- $E_g = P_{cc} \times G_{poa} \times R \times 30$.

Para exemplificar a fórmula da energia gerada em um mês, considerando um sistema de 0,60 kWp, um ganho por radiação médio de 5,515 kWh/m²/dia e um rendimento de 80%, teremos:

- $E_g = 0,60 \times 5,515 \times 80\% \times 30$
- $E_g = 79,416 \text{ kWh/mês}$

A energia gerada em tal sistema adotado como exemplo será de pouco mais de 79 kWh por mês.

3.2.1 Especificação dos painéis selecionados e estimativas de geração de cada um

Nesse tópico serão apresentadas as opções de painéis fotovoltaicos que servirão de base para o estudo, bem como suas especificações gerais. Além disso, tomando como base os cálculos anteriores e as potências nominais de cada um dos módulos, serão apresentados também os resultados das estimativas feitas a partir de cada painel. As marcas e potências foram selecionadas de acordo com a popularidade no mercado e de forma imparcial, sendo tais modelos os mais usuais no país e no mundo, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Painéis considerados para o cálculo

CARACTERÍSTICA	PAINÉIS SELECIONADOS				
	1	2	3	4	5
Fabricante	Risen	Znshine	Canadian Solar	Yingli	QCELL
Modelo	RSM36-6-150P	ZXP6-60-265P	CS6K-275P	YL280P-29b	Q.POWER L-G5 330W
Tipologia	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino
Potência (W)	150	265	275	280	330
Dimensões (m)	1,48 X 0,68 X 0,035	1,64 X 0,992 X 0,04	1,65 X 0,992 X 0,04	1,65 X 0,992 X 0,035	1,96 X 0,99 X 0,035
Eficiência (%)	15,15	16,29	16,8	17,1	17,5
Peso (Kg)	11,0	18,0	18,2	18,5	20,0

A partir da fórmula da energia gerada e as especificações dos painéis, pode-se chegar aos resultados obtidos em cada aplicação, tendo como base um dimensionamento de 70 kWh/mês, destinados à metade do consumo mensal de cada habitação, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativa para geração de 70 kWh/mês

Estimativa de Geração de cada painel					
Painel	1	2	3	4	5
Potência da placa (W)	150	265	275	280	330
Quantidade	4	2	2	2	2
Potência do Sistema (kWp)	0,6	0,53	0,55	0,56	0,66
Gpoa Médio (kWh/m ² /dia)	5,515	5,515	5,515	5,515	5,515
Rendimento	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Energia Gerada (kWh/mês)	79,42	70,15	72,80	74,12	87,36
Percentual de Contribuição (%)	56,73	50,11	52,00	52,94	62,40

Na Tabela 4, serão apresentados os resultados caso o sistema das casas fosse estimado aos 140 kWh/mês, ou seja, 100% do consumo tomado como base no início do estudo. Tal modelo será apresentado a fim de comparação, visto que seu custo superará o limite de R\$3.000,00 por casa, como definido em portaria.

Tabela 4 – Estimativa para geração de 140 kWh/mês

Estimativa de Geração de cada painel					
Painel	1	2	3	4	5
Potência da placa (W)	150	265	275	280	330
Quantidade	7	4	4	4	4
Potência do Sistema (kWp)	1,05	1,06	1,1	1,12	1,32
Gpoa Médio (kWh/m ² /dia)	5,515	5,515	5,515	5,515	5,515
Rendimento	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Energia Gerada (kWh/mês)	138,98	140,30	145,60	148,24	174,72
Percentual de Contribuição (%)	99,27	100,22	104,00	105,89	124,80

Tanto na Tabela 3 como na Tabela 4, os projetos adotando-se a segunda opção dos painéis são os que mais se aproximam do percentual proposta em cada caso. Na geração da metade do consumo a maioria dos exemplos contém duas placas fotovoltaicas enquanto no dimensionamento para o total, quatro placas.

3.3 Desenvolvimento da pesquisa de mercado feita em Palmas – TO

3.3.1 Tipologias das instalações dos sistemas

Abaixo serão especificados os modelos de geração analisados para o dimensionamento dos sistemas destinados ao Jardim Vitória. As diretrizes de projetos dos sistemas serão descritas no item 3.3.2 do trabalho.

O primeiro modelo analisado é o de instalação individual, e o modo mais usual em residências, onde cada unidade habitacional comportará seu próprio conjunto, com os módulos fotovoltaicos posicionados nos telhados, utilizando-se micro-inversores, suportes, ligações e todas as instalações necessárias para conectar-se à rede.

No modelo de geração unificada os módulos de captação serão instalados em uma área externa ao residencial e a energia injetada na rede será destinada a cada uma das mil unidades consumidoras do Jardim Vitória.

3.3.2 Diretrizes de projeto

Assim como na projeção feita anteriormente no objeto de estudo, nessa parte do trabalho também deverão ser consideradas as mesmas diretrizes. A primeira delas é a limitação do valor de R\$3.000,00 (três mil reais) por residência, segundo a portaria Nº 643. A segunda justificativa é em relação à geração de pelo menos 800 kWh/ano de cada sistema.

Portanto, a partir das diretrizes e necessidades analisadas no caso em questão, o projeto que se encaixa nos parâmetros prevê um sistema de geração de 70 kWh/mês por unidade habitacional, com instalações individuais nas próprias residências.

3.3.3 Orçamentos e Projetos disponibilizados em Palmas – TO

Nesse tópico serão apresentados os orçamentos e projetos adquiridos a partir de uma pesquisa em campo sobre o mercado de sistemas fotovoltaicos em Palmas. Foram visitadas 8 (oito) empresas locais e 3 (três) se disponibilizaram a fornecer os dados ao estudo. Nos anexos do trabalho serão inseridos os orçamentos recebidos e utilizados para o dimensionamento, com todas as especificações técnicas, tipologias, marcas e informações coletadas. As empresas que forneceram os orçamentos serão representadas de forma aleatória e imparcial, da seguinte maneira:

- Empresa A;
- Empresa B;
- Empresa C;

3.3.3.1 Geração Individual

A seguir, nas Tabelas 5, 6 e 7, estão anexados os resumos dos três projetos conseguidos para a tipologia de geração individual. Os itens utilizados foram colocados considerando aqueles com maior poder explicativos para os dimensionamentos.

Tabela 5 – Orçamento da Empresa A

CARATERÍSTICAS	VALORES
Potência do sistema (kWp)	0,53
Potência dos módulos (W)	265
Quantidade de módulos	2
Tipo de inversor	Micro-inversor
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,57
Área para instalação (m ²)	4,12
Geração mensal por residência média (kWh)	70
Geração anual por residência (kWh)	840
Custo unitário dos sistemas (R\$)	2.968,00
Custo total dos sistemas (R\$)	2.968.000,00
<i>Payback</i> (anos)	4,09

Tabela 6 – Orçamento da Empresa B

CARATERÍSTICAS	VALORES
Potência do sistema (kWp)	0,53
Potência dos módulos (W)	265
Quantidade de módulos	2
Tipo de inversor	Micro-inversor
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,22
Área para instalação (m ²)	4,00
Geração mensal por residência média (kWh)	70
Geração anual por residência (kWh)	840
Custo unitário dos sistemas (R\$)	2.700,00
Custo total dos sistemas (R\$)	2.700.000,00
<i>Payback</i> (anos)	3,67

Tabela 7 – Orçamento da Empresa C

CARATERÍSTICAS	VALORES
Potência do sistema (kWp)	0,53
Potência dos módulos (W)	265
Quantidade de módulos	2
Tipo de inversor	Micro-inversor
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,20
Área para instalação (m ²)	6,00
Geração mensal por residência média (kWh)	70
Geração anual por residência (kWh)	840
Custo unitário dos sistemas (R\$)	2.980,00
Custo total dos sistemas (R\$)	2.980.000,00
<i>Payback</i> (anos)	4,11

Os valores de geração, potência e quantidade das placas e tipologia dos inversores foram todos iguais. Nota-se que o restante de cada característica varia de empresa para empresa, já que as considerações de cada uma não são sempre iguais. O valor mínimo do custo por habitação é de R\$2.700,00 enquanto o maior é de R\$2.980,00.

3.3.3.2 Geração Unificada

Seguindo as apresentações dos orçamentos, abaixo, nas Tabelas 8 e 9, estão inseridas as informações de maior relevância ao estudo, retiradas dos orçamentos recebidos pelas empresas A e B.

Tabela 8 – Orçamento da Empresa A

CARATERÍSTICAS	VALORES
Potência do sistema (kWp)	567,6
Potência dos módulos (W)	365
Quantidade de módulos	1.556
Tipo de inversor	2 Inversores
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,57
Área para instalação (m ²)	3.340,00
Geração mensal média (kWh)	70.094
Geração anual (kWh)	841.128
Custo total do sistema (R\$)	1.762.720,00
Payback (anos)	5

Tabela 9 – Orçamento da Empresa B

CARATERÍSTICAS	VALORES
Potência do sistema (kWp)	578,88
Potência dos módulos (W)	335
Quantidade de módulos	1.728
Tipo de inversor	8 Inversores
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,22
Área para instalação (m ²)	3.456,00
Geração mensal (kWh)	72.499
Geração anual (kWh)	869.988
Custo total do sistema (R\$)	1.916.026,00
Payback (anos)	3

Por achar a tipologia unificada inviável ao sistema, a Empresa C preferiu não fornecer as projeções de tal modelo, argumentando para tal justificativa a qual será mencionada no tópico dos resultados.

Já nesses projetos em questão nota-se uma variação nas opções de cada empresa, tanto na opção e quantidade de painéis, quanto no número de inversores, área de instalação, geração e custo total. Analisando de antemão os valores propostos das opções de instalação individual e unificada, fica clara uma grande economia adotando-se a segunda opção dos orçamentos.

3.3.4 Cálculo estimado (pelas empresas) do custo por quilowatt-pico instalado

Nesse ponto do estudo, após o dimensionamento e a coleta dos dados de mercado, fez-se o cálculo médio do custo por kWp (quilowatt-pico) instalado, através dos resultados obtidos com os orçamentos na cidade de Palmas. Isso é necessário para saber o custo de cada sistema projetado, para que se possa fazer uma comparação final entre todos os resultados anotados no trabalho. Esses valores serão retirados apenas do sistema de geração individual, para uma melhor análise, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Custo por kWh na geração individual

Custos do Sistema Individual			
Empresa	Potência do Sistema (kWp)	R\$	R\$/kWp
A	0,53	2968,00	5600,00
B	0,53	2700,00	5094,34
C	0,53	2980,00	5622,64
Valor médio (R\$)			5438,99

Assim, o valor médio praticado na capital tocantinense para sistemas individuais, considerando os orçamentos propostos, ficou em torno de R\$5.500,00/kWp. Vale ressaltar que tais valores são para sistemas com tipologias semelhantes aos apresentados anteriormente.

3.4 Cálculo do custo dos Sistemas inicialmente projetados com base no custo por kWh instalado estimado

No tópico em questão apresentam-se os custos dos sistemas projetados na primeira parte do trabalho, quando se estimou o consumo de cada casa, apresentaram-se as placas fotovoltaicas para cada caso, bem como o tipo do projeto ideal à aplicação, considerando todas as restrições presentes. O custo por kWh considerado será de R\$5.438,99 o qual foi encontrado no tópico anterior. Na Tabela 11, os cálculos são referentes aos sistemas de geração média de 70 kWh/mês. Já na Tabela 12, para uma geração média de 140 kWh/mês. As casas grifadas nas tabelas correspondem aos sistemas que se enquadram na portaria N° 643, que limitam os custos totais para tais aplicações em R\$3.000,00 por habitação.

Tabela 11 – Custo dos sistemas para 70 kWh/mês propostos inicialmente

Estimativa do valor do Sistema considerando o uso de cada placa					
Painel	1	2	3	4	5
Potência do Sistema (kWp)	0,6	0,53	0,55	0,56	0,66
Geração Mensal (kWh)	79,41	70,15	72,79	74,12	87,35
Custo (R\$)	3263,40	2882,67	2991,45	3045,84	3589,74

Tabela 12 – Custo dos sistemas para 140 kWh/mês propostos inicialmente

Estimativa do valor do Sistema considerando o uso de cada placa					
Painel	1	2	3	4	5
Potência do Sistema (kWp)	1,05	1,06	1,1	1,12	1,32
Geração Mensal (kWh)	138,97	140,30	145,59	148,24	174,71
Custo (R\$)	5710,94	5765,33	5982,89	6091,67	7179,47

Analisando os resultados, apenas dois valores ficaram no enquadramento em questão, sendo eles oriundos da Tabela 11, na geração de 70 kWh/mês. Também se observa que são os de menor potência entre todos os propostos. Por mais que sejam apenas suposições, as opções da Tabela 12 seriam de grande importância, onde atenderiam o consumo mensal de cada residência.

3.5 Valor do consumo de energia elétrica nas habitações

Além dos dimensionamentos e orçamentos dos sistemas, também é necessário o cálculo do consumo elétrico por parte de cada casa do residencial. Será tomada como base para o valor do kWh uma conta de energia disponibilizada por uma pessoa que mora em Palmas - TO e é beneficiária da mesma faixa do programa Minha Casa Minha Vida, se enquadrando nos mesmos requisitos do residencial Jardim Vitória. Essa fatura está disponível

para análise nos anexos do trabalho. Será adotado o valor de R\$0,87/kWh o qual já se inclui todos os impostos. Com isso, teremos a seguinte projeção para o consumo, de 140 kWh/mês:

- Valor = Tarifa x Consumo
- Valor = R\$0,87 x 140 kWh
- Valor = R\$121,80/mês

Estima-se que o valor mensal do consumo de energia elétrica para uma habitação seja de R\$121,80 (cento e vinte e um reais e oitenta centavos), adicionando a esse valor a taxa de iluminação pública. De fato, tal valor pode ser menor ou maior, dependendo de quantas pessoas habitarão cada residência, bem como o perfil de consumo de entre elas.

Com isso, considerando os projetos de geração individual e compartilhada, para 70 kWh/mês, estima-se uma redução no valor da conta de energia na metade, em aproximadamente R\$60,00/mês.

3.6 Cálculo do *Payback* dos sistemas dimensionados pelo autor

Após as definições dos painéis e de cada sistema, bem como dos valores de cada um e da tarifa de energia vigente adotada, é necessário o cálculo do tempo de retorno do investimento para cada modelo adotado. Abaixo, na Tabela 13, estão expostos os tais valores.

Tabela 13 – Tempo de Retorno dos investimentos

Cálculo do <i>Payback</i> a partir dos sistemas propostos					
Painel	1	2	3	4	5
<i>Payback</i> para 70 kWh/mês (anos)	4,5	4,0	4,2	4,2	5,0
<i>Payback</i> para 140 kWh/mês (anos)	4,0	4,0	4,2	4,2	5,0

Assim, pode-se observar que as opções que se adequam ao propósito do estudo, Painéis 2 e 3, a partir do cálculo, terão um tempo de retorno de investimento médio de quatro anos. Tais valores do *payback* simples foram encontrados através da relação entre o custo dos sistemas e a economia mensal de energia com a geração e funcionamento dos mesmos. Tal economia, já encontrada no trabalho, ficou em aproximados R\$60,00 mensais, com base nos valores do kWh vigentes considerados. Ao final, para se obter o resultado em anos, foi dividido esse valor por 12. Logo, foi aplicada a seguinte fórmula:

- $Payback = (\text{Custo dos sistemas} / \text{Economia Mensal}) / 12$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir é feita a comparação dos dimensionamentos, tanto os de autoria própria, quanto os feitos pelas empresas. Em seguida faz-se a explanação das justificativas quanto a cada modelo.

4.1 Modelo de geração individual

A seguir, na Tabela 14, foram colocados em comparação os modelos de geração individuais que se adequaram nas diretrizes. São eles um total de cinco. Os dois primeiros (Painel 2 e Painel 3) retirados do dimensionamento desenvolvido no presente trabalho e os três últimos (Empresas A, B e C) da pesquisa de mercado realizada na cidade de Palmas – TO.

Tabela 14 – Comparação do modelo individual

CARATERÍSTICAS	PROJETOS				
	Painel 2	Painel 3	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Potência do sistema (kWp)	0,53	0,55	0,53	0,53	0,53
Custo unitário dos sistemas (R\$)	2.882,67	2.991,45	2.968,00	2.700,00	2.980,00
Geração Mensal (kWh)	70,15	72,12	70	70	70
Payback (anos)	4,00	4,20	4,09	3,67	4,11
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,515	5,515	5,57	5,22	5,20
Área para instalação (m ²)	3,2	3,3	4,12	4,0	6,0

Analisando-se os sistemas individuais constata-se um retorno de investimento – *payback* simples (relação do investimento pela economia mensal) – bem próximo, num intervalo de 3,67 a 4,15 anos. Isso demonstra a grande vantagem em adotar tal sistema que, unido ao residencial inteiro, tem um grande impacto e contribuição na geração solar. Isso coopera diretamente com os objetivos do trabalho, como a difusão da tecnologia no estado e o aumento discussão do assunto, colaborando para a inserção do Tocantins no cenário nacional.

Os custos dos sistemas também ficaram com proximidade, entre 2.700,00 e R\$2.990,00. Com a geração de 70 kWh/mês, cada família terá uma economia mensal de cerca de R\$60,00 (sessenta reais), considerando-se os atuais valores do quilowatt-hora. Para os beneficiários isso tem uma parcela de grande importância, visto que essa parte da população é

de classe baixa, enquadrados na faixa 1 do programa Minha Casa Minha Vida, onde cada real economizado tem grande diferença ao final do mês, bem como na qualidade de vida dessas pessoas. Considerando o atual valor do salário mínimo, por exemplo, cerca de R\$1.000,00 (um mil reais), o valor da economia representa 6% do mesmo, levando em conta uma família com uma pessoa empregada.

É importante lembrar que se deve haver uma preparação dos usuários dos sistemas quanto ao uso e conservação dos mesmos. A manutenção torna-se imprescindível para a duração dos materiais, bem como para o rendimento do sistema. De acordo com o Portal Solar (2017) em locais sem distribuição de chuvas ao longo do ano é necessário à limpeza dos módulos fotovoltaicos pelo menos a cada seis meses. Além disso, os usuários devem estar cientes das questões de segurança para tais manutenções como: desligar o sistema antes de realizar a checagem; uso de equipamentos de segurança para todo tipo de manutenção; utilizar ferramentas apropriadas.

4.2 Modelo de geração unificado

Na Tabela 15 foram colocados em comparação os dados recolhidos dos dois orçamentos para a geração unificada. As características consideradas na comparação foram as mais pertinentes ao estudo realizado.

Tabela 15 – Comparação do modelo unificado

CARATERÍSTICAS	EMPRESAS COLABORADORAS	
	A	B
Potência do sistema (kWp)	567,6	578,88
Custo do sistema (R\$)	1.762.720,00	1.916.026,00
Payback (anos)	5	3
Ganho por radiação (kWh/m ² /dia)	5,57	5,22
Área para instalação (m ²)	3.340,00	3.456,00

O modelo de geração unificado a princípio foi dimensionado como um modelo destinado à apenas um consumidor final e não para um grupo de consumidores como seria o caso do Residencial Jardim Vitória. Por isso, a análise desse modelo não leva em considerações todas as questões burocráticas para se adotar tais dimensionamentos. Todas as

empresas colaboradoras manifestaram a inviabilidade do sistema caso o mesmo fosse destinado ao programa das habitações sociais.

4.2.1. Justificativas burocráticas do sistema unificado

Houve um consenso em todas as análises de inviabilidade do sistema unificado entre as discussões junto às empresas. Para tal geração deve-se contratar um gerador especial através da concessionária devido à alta potência instalada. Outro custo adicional para a implantação seria em adquirir um terreno específico, cercado, protegido e atendendo todos os parâmetros para tal produção. No caso, para os dois orçamentos recebidos, necessita-se de um local que tenha aproximadamente 0,35 hectares ou 3.500 m² (três mil e quinhentos metros quadrados).

Além do citado, tal sistema demanda uma administração especializada, com operação, manutenções e checagens constantes, acarretando-se num custo de conservação mensal. Outro fato que aumenta a burocracia do sistema é na criação de uma associação para a divisão dos créditos gerados pela usina, onde seriam mil associados dividindo a energia gerada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da viabilidade do uso da energia fotovoltaica nas habitações sociais buscou, mais que uma vantagem econômica, uma alternativa de inclusão das classes sociais ao acesso das tecnologias, bem como toda a discussão quanto à popularização dos sistemas e as vantagens sustentáveis. A constante evolução da tecnologia e a preocupação com aspectos ambientais fizeram também com que o estudo se firmasse como necessário e válido.

Através de dimensionamentos e pesquisas de mercado local, foi feita a análise de qual opção seria a mais adequada ao estudo, englobando os aspectos técnicos, econômicos e burocráticos na aplicação dos sistemas nas habitações, no objetivo de se atestar e validar tais alternativas. Entre os diversos estudos feitos, o modelo de geração de 70 kWh/mês foi o que mais se adequou ao empreendimento, considerando todas as normas e portarias vigentes, gerando-se, no mínimo, 840 kWh/ano em cada uma das mil casas componentes. O custo médio de cada um dos projetos, tanto os dimensionados quanto os de pesquisa de mercado ficou entre R\$2.800,00 e 3.000,00. Tudo isso, levando em consideração o custo médio vigente do kWh, gerará uma economia de cerca de R\$60,00/mês, totalizando um *payback* simples de aproximados quatro anos.

Notou-se no estudo, durante a pesquisa de mercado, certo desinteresse por parte das empresas em fazer as projeções, pelo fato de envolver uma obra pública em larga escala, cujos sistemas totalizam entre 2 e 3 milhões reais. A justificativa de boa parte se faz no viés do investimento inicial para a compra dos equipamentos. Os empresários têm receio de como irão receber o pagamento das prestações de serviços, pois esse investimento inicial é muito alto e a garantia do retorno, segundo os mesmos, é incerta.

Outra análise importante a ser feita é em relação às limitações impostas em lei para o programa social em questão. A limitação de R\$3.000,00 por residência, observada na portaria Nº 643, acaba deixando os projetos estagnados nas mesmas gerações. Através da Tabela 12, observa-se que aumentando o investimento, se conseguiria atingir a geração de 100% do consumo estimado de 140 kWh/mês, com o *payback* igual à projeção para 50%, dando a essa parcela da população uma economia em longo prazo muito grande e de extrema importância aos favorecidos.

Espera-se no futuro um investimento ainda maior no âmbito da geração de energia solar FV. O Brasil já entrou, definitivamente, no cenário mundial de contribuição. Com a constante popularização, é cabível se esperar um ambiente propício também no estado do

Tocantins, considerando seu grande potencial. Também é aguardado, com a disseminação das tecnologias e redução dos custos, leis e portarias que beneficiem ainda mais a população como um todo, visando-se a real economia no consumo de energia elétrica, bem como a preservação ambiental, atrelada a todo esse crescimento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Geração distribuída**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 583**: Resolução Normativa Nº 583, de 22 de outubro de 2013. 1 ed. Brasília: Aneel, 2013. 13 p. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013583.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

ANEEL. **BIG - Banco de Informações de Geração**. 2019. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Infográfico absolar**. Disponível em: <<http://absolar.org.br/infografico-absolar-.html>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10899**: Energia Solar Fotovoltaica - Terminologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2013. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11704**: Sistemas Fotovoltaicos - Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2008. 3 p.

BRAUN-GRABOLLE, Priscila. **A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana**. 2010. 257 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <http://fotovoltaica.ufsc.br/Teses/Tese_Priscila_Braun.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz energética e elétrica**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Solar energy**. Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/renewables/solar/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

JORNAL O GLOBO. **Saiba onde é mais vantajoso instalar energia solar residencial**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/petroleo-e-energia/saiba-onde-mais-vantajoso-instalar-energia-solar-residencial-23000471>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

LACCHINI, Corrado. **Análise econômica de sistemas fotovoltaicos residenciais no contexto brasileiro, com foco nos indicadores financeiros e nas tarifas locais de energia elétrica**. 2017. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://fotovoltaica.ufsc.br/Teses/Tese_Corrado_Lacchini.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.

MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: < <http://www.more.ufsc.br/> >. Acesso em: 10 abr. 2019.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, p. 46, 2017.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: Artes Gráficas Graficor, 2006. 60 p. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2019.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel, 2014. 530 p. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

RIBEIRO, Edaléa M. **A política de habitação popular no Brasil em tempos de globalização neoliberal**. Programa de pós-graduação em políticas públicas. São Luís, agosto de 2007.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. 1 ed. Florianópolis: UFSC, 2004. 114 p.

SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves de; CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**. 2006. 16 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Laboratório de Fontes Alternativas de Energia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod_resource/content/1/solar.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

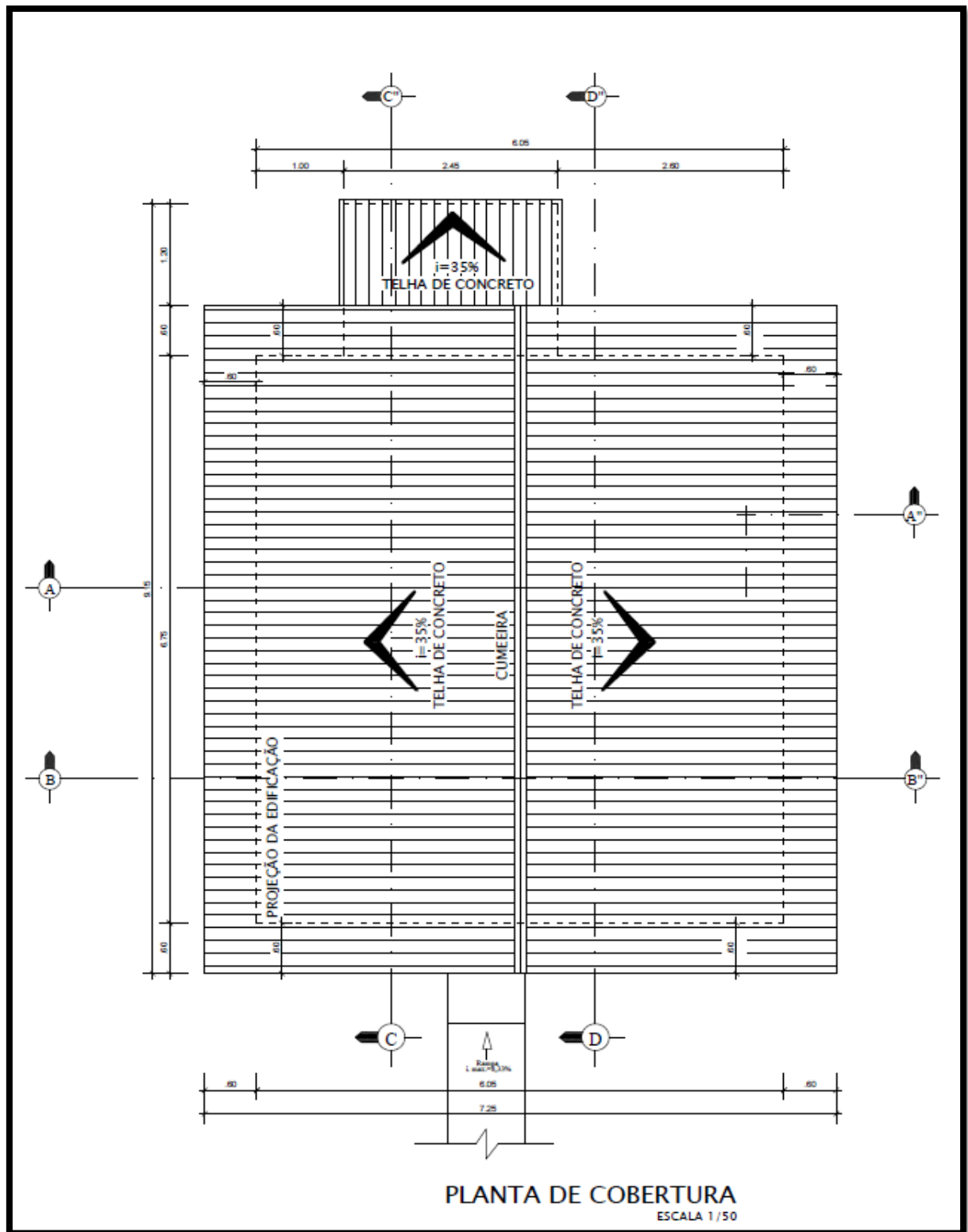
SIQUEIRA, Thaís Almeida; ARAÚJO, Ronaldo de Sousa. PROGRAMAS DE HABITAÇÃO SOCIAL NO BRASIL. **Humanas Sociais & Aplicadas**, [S.l.], v. 4, n. 10, dez. 2014. ISSN 22368876. Disponível em: http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/humanas_sociais_e_aplicadas/article/view/540/457. Acesso em: 08 abr. 2019.

SOLARVOLT ENERGIA. **Iptu verde incentiva a instalação de energia solar fotovoltaica em Belo Horizonte**. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/iptu-verde-em-belo-horizonte/>. Acesso em: 08 abr. 2019.

VIANNA, Elen O. **Integração de tecnologia fotovoltaica em edifícios públicos. Estudo de Caso do Fórum de Palmas – TO**. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília - DF, março de 2010.

VIANNA, Elen O. **Integração de tecnologia fotovoltaica em edifícios públicos**. Palestra do Primeiro Seminário de Engenharia na Receita Federal de Brasília - DF. Escola de Administração Fazendária - ESAF, Brasília DF, maio de 2017.

ANEXOS



ORÇAMENTO - EMPRESA A GERAÇÃO INDIVIDUAL

Sistema Solar Conectado à Rede

Dimensionamento: o dimensionamento do sistema fotovoltaico no empreendimento foi feito conforme os dados entregues a empresa A levando-se em consideração o perfil de consumo energético.

Características Gerais do Sistema

Potência Pico do Sistema	530 Wp
Potência dos Módulos	265 W
Número de Módulos	2 Módulos Fotovoltaicos
Nº de MicroInversores	1 Unidade

Características Estruturais

Área Estimada do Sistema	Peso Aproximado por m ²
4,12 m ²	18,0 kg/m ²

Premissas de Geração

Média HSP Anual	Perdas Estimadas
5,57 kWh/m ² /dia	20 %

Geração de Energia Elétrica e Vantagens do sistema

70 kWh POR MÊS DE GERAÇÃO	R\$ 204,00 DE ECONOMIA ESTIMADA POR MÊS
EQUIVALENTE A 100% DA SUA ENERGIA COMPENSÁVEL DE 70 kWh	RETORNO DO SEU INVESTIMENTO A PARTIR DE 4 ANOS

Componentes do Sistema

Módulos Solares	Módulos Sinosola ou similar 265 W
Inversor(es)	MicroInversor ApSystems YC500
Estrutura de Fixação	Estrutura Romagnole (à combinar)
Kit de Materiais Elétricos	StringBox, Cabeamentos, Insumos

Estimativa Comercial

ORÇAMENTO - EMPRESA A GERAÇÃO INDIVIDUAL

Componentes	Quantidade
Módulos Solares Sinosola 265 W	2
MicroInversor ApSystems YC500	1
Estrutura Fixação Romagnole	1
Kit Materiais Elétricos	1
Projeto, Instalação, Homologação	1
PREÇO FINAL DO SISTEMA	R\$ 2.968,00

***ATENÇÃO:** Conforme solicitado segue uma estimativa de custos do sistema Fotovoltaico. Os valores refletem valor da execução, conforme os dados fornecidos pelo cliente, podendo este variar positiva ou negativamente após vistoria técnica. Para a cotação dos valores exatos são necessárias informações mais detalhadas do local em que vai ser feita a instalação.

**25 ANOS DE GARANTIA
NOS PAINÉIS
FOTOVOLTAICOS**

**15 ANOS DE
GARANTIA NO
MICROINVERSOR**

**1 ANO DE GARANTIA
NOS SERVIÇOS
DE INSTALAÇÃO**

Condições Comerciais

- Entrega em 60 dias à partir do pagamento da primeira parcela.
- Consulte nossa equipe para simulações de financiamentos com entradas diferenciadas.

Data da Proposta	Validade da Proposta
18/06/2019	30 dias

+ECONOMIA

SUSTENTABILIDADE

+ENERGIA

ORÇAMENTO - EMPRESA A GERAÇÃO UNIFICADA

Sistema Solar Conectado à Rede

Dimensionamento: o dimensionamento do sistema fotovoltaico no empreendimento foi feito conforme os dados entregues a empresa A levando-se em consideração o perfil de consumo energético.

Características Gerais do Sistema

Potência Pico do Sistema	567,6 Wp
Potência dos Módulos	365 W
Número de Módulos	1556 Módulos Fotovoltaicos
Nº de Inversores	2 Unidades

Características Estruturais

Área Estimada do Sistema	Peso Aproximado por m ²
3340,0 m ²	18,0 kg/m ²

Premissas de Geração

Média HSP Anual	Perdas Estimadas
5,57 kWh/m ² /dia	20 %

Geração de Energia Elétrica e Vantagens do sistema

70.094 kWh POR MÊS DE GERAÇÃO	R\$ 20.000.000,00 DE ECONOMIA ESTIMADA POR MÊS
EQUIVALENTE A 101% DA SUA ENERGIA COMPENSÁVEL DE 70000 kWh	RETORNO DO SEU INVESTIMENTO A PARTIR DE 5 ANOS

Componentes do Sistema

Módulos Solares	Módulos Q Cells Q.POWER 365 W
Inversor(es)	ABB TRIFÁSICO 380 V 6 MPPT 100KW
Estrutura de Fixação	Estrutura Romagnole (à combinar)
Kit de Materiais Elétricos	StringBox, Cabeamentos, Insumos

Estimativa Comercial

ORÇAMENTO - EMPRESA A GERAÇÃO UNIFICADA

Componentes	Quantidade
Módulos Solares Q Cells 365 W	1556
InversoR ABB Trifásico 100 KW	2
Estrutura Fixação Romagnole	1
Kit Materiais Elétricos	1
Projeto, Instalação, Homologação	1
PREÇO FINAL DO SISTEMA	R\$ 1.762.720,00

***ATENÇÃO:** Conforme solicitado segue uma estimativa de custos do sistema fotovoltaico. Os valores refletem valor da execução, conforme os dados fornecidos pelo cliente, podendo este variar positiva ou negativamente após vistoria técnica. Para a cotação dos valores exatos são necessárias informações mais detalhadas do local em que vai ser feita a instalação.

**25 ANOS DE GARANTIA
NOS PAINÉIS
FOTOVOLTAICOS**

**5 ANOS DE
GARANTIA NO
INVERSOR ABB**

**1 ANO DE GARANTIA
NOS SERVIÇOS
DE INSTALAÇÃO**

Condições Comerciais

- Entrega em 60 dias à partir do pagamento da primeira parcela.
- Consulte nossa equipe para simulações de financiamentos com entradas diferenciadas.

Data da Proposta	Validade da Proposta
18/06/2019	30 dias

+ECONOMIA

SUSTENTABILIDADE

+ENERGIA

ORÇAMENTO - EMPRESA B GERAÇÃO INDIVIDUAL

PROPOSTA COMERCIAL

GERADOR FOTOVOLTAICO ON-GRID 0,53 KWP	
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Módulo ZNSHINE ZXP6-LD72 265W	2
Microinversor MI-500	1
Tampa Final	1
Conector AC	1
Parafuso Cabeça de Martelo	2
Cabo PP 3x2,5	3
Kit fixação 2 módulos telha cerâmica IBRAP	1
INVESTIMENTO PROPOSTO	
GERADOR FOTOVOLTAICO 0,53 KWP	R\$ 2.250,00
PROJETO E HOMOLOGAÇÃO	R\$ 300,00
INSTALAÇÃO DO SISTEMA	R\$ 150,00
TOTAL	R\$ 2.700,00

- Todos os produtos desta proposta possuem certificado de origem (importação legal), e registro junto ao INMETRO;
- A eficiência dos produtos está vinculada ao índice de radiação e luminosidade de cada região;
- Entrega do Sistema no local de instalação com data definida pelas partes;
- Projetos CAD (diagrama unifilar, multifilar e localização);
- ART (Assinatura de Responsabilidade Técnica) e Memoriais técnicos;
- Documentos necessários exigidos pela ANEEL e concessionária de energia;
- Instalação e configuração do sistema solar fotovoltaico descrito acima;
- Não está incluso no orçamento adaptações civis como cortes, escavação, pintura, instalação de hastes de aterramento;

Por se tratar de um Sistema Fotovoltaico de 0,53 kwp, utilizando 2 módulos fotovoltaicos ZNSHINE com potência de 265W cada, temos que a produção média desses 2 painéis será de 70 kwh/mês, totalizando 840 kwh/ano.

Considerando o atual valor da tarifa de energia elétrica no estado do Tocantins, R\$0,862630, teremos uma economia média de R\$ 60,38/mês.

ORÇAMENTO - EMPRESA B GERAÇÃO UNIFICADA

Cliente : Felipe Bordignon - Estudo de caso
Cidade : Palmas - TO
Endereço : na
UC : na
Consumo Médio: 70000 Kwh

EQUIPAMENTO E SERVIÇOS

Módulos : 1728 Módulos Fotovoltaicos QCELLS 335 W
Inversores : 8 Inversor FRONIUS 27 KW
Área : 3456 m² Requeridos
Potência do Sistema : 578,88 Kwp
Geração Média: 72499 Kwh

- Entrega do Sistema no local de instalação com data definida pelas partes
- Projetos CAD (diagrama unifilar, multifilar e localização)
- ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) e Memoriais técnicos
- Documentos necessários exigidos pela ANEEL e concessionária de energia
- Instalação e configuração do sistema solar fotovoltaico descrito acima
- Não esta incluso no orçamento adaptações civis como cortes, escavação, pintura, instalação de hastes de aterramento.

ORÇAMENTO - EMPRESA B GERAÇÃO UNIFICADA

INVESTIMENTO PROPOSTO

Valor do sistema completo, homologado, e instalado

Equipamento SFV + Projeto	R\$	1.766.080,00
Após aprovação do Projeto	R\$	89.967,60
Pós Instalação	R\$	89.967,60
TOTAL	R\$	1.946.015,20

Pagamento a vista

R\$ 1.916.026,00

Para clientes não optantes pelo programa Palmas Solar, que da benefícios como 80% desconto do IPTU por 5 anos, temos a opção da compra do equipamento direto com o fornecedor, assim o valor final do sistema homologado e instalado fica.

R\$ 1.820.263,80

ANÁLISE DE VIABILIDADE

Tarifa :	R\$ 0,86263 por Kwh
Tarifa sem ICMS :	R\$ 0,74 por Kwh
Taxa Mínima e Iluminação Pública :	R\$ 273,50
Conta Média sem Sistema BGC :	R\$ 60.657,60
Estimativa de conta Média com Sistema BGC :	R\$ 9.101,61
Economia mensal estimada :	R\$ 51.555,99
Estimativa de Créditos Gerados :	R\$ 2.141,93
Estimativa da economia Possível	R\$ 53.697,92
Payback Simples	36 Meses
Aumento Anual da Tarifa de Energia:	8,00%
Redução Anual da Eficiência do KIT Solar:	0,80%

FLUXO DE CAIXA



06/06/2019

ORÇAMENTO - EMPRESA C GERAÇÃO INDIVIDUAL

1. DADOS DO CLIENTE

CLIENTE	FELIPE BORDIGNON
CONTATO	-
E-MAIL	-
CPF / CNPJ	-
UNIDADE CONSUMIDORA	-
CIDADE / ESTADO	PALMAS-TO
CONSULTOR	-
VALIDADE	-

2. VALOR DO INVESTIMENTO

VALOR TOTAL DO INVESTIMENTO
R\$2.980,00

SISTEMA FOTOVOLTAICO	
POTÊNCIA DO GERADOR	0,53KWp
MICROINVERSOR	Hoymiles MI-1200 Monofásico 220V
NUMEROS DE MODULOS	2
POTENCIA DO MODULO	265W
AREA PARA INSTALAÇÃO	6m²
PESO	16 Kg/ m²
PRODUÇÃO DE ENERGIA	
MÉDIA DE CONSUMO	70Kwh
PRODUTIVIDADE MINIMA MENSAL	60Kwh
PRODUTIVIDADE MÁXIMA MENSAL	85Kwh
PRODUTIVIDADE ANUAL	840Kwh

EQUIPAMENTOS PARA GERADOR FOTOVOLTAICO

Módulos de 265 Wp
 Microinversor Hoymiles MI-1200 Monofásico 220V
 AC End Cap para MI-1200
 AC End Cable para MI-1200
 Trilho para Telhado Cerâmico SSM - 2H (2,10 m)
 Kit Prisoneiro Cerâmico
 Grampo Intermediário (35 mm)
 Grampo Terminal (35 mm)
 Placa de Aterramento
 Alça de Aterramento
 Porca Trapezoidal com Parafuso de 8mm

CONTA DE ENERGIA UTILIZADA

Documento sem valor fiscal.

Documento não é segunda-via de conta.

Bolero para simples pagamento da nota fiscal conta de energia elétrica : Série: B-U NF: 009.334.558



ENERGISA TOCANTINS - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.
104 Norte, Conj. IV, Lote 12A - Plano Diretor Norte
Palmas/TO - CEP 77006-032
CNPJ 25.096.634/0001-71 Insc. Est. 29.031.999-6

DADOS DO CLIENTE

PALMAS

CDC - CÓDIGO DO CONSUMIDOR

REFERÊNCIA

JUL/2019

APRESENTAÇÃO

16/07/2019

CONSUMO

58

VENCIMENTO

23/07/2019

TOTAL A PAGAR

R\$ 57,47

Tarifa c/ Tributos (R\$) = 0,870040 /kWh

Acesse: www.energisa.com.br

BANCO DO BRASIL PAGAR PREFERENCIALMENTE NO BANCO DO BRASIL

CONTA PAGA - Data de Pagamento: 05/08/2019

Pagador:

Nosso-Número	Nr Documento	Data Vencimento	Valor do Documento	Valor Pago
28924630001723324	002871087201907	23/07/2019	R\$ 57,47	

BENEFICIÁRIO: ENERGISA TOCANTINS - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A
Q.104 NORTE,AV.L04 LT.12A, 0 - C.J.04 - CENTRO - PALMAS / TO - CEP 77006-032