

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**FLÁVIO BARROS NOLÊTO**

**APLICAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES EM UNIDADES HABITACIONAIS DO  
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA**

São Luís

2018

**FLÁVIO BARROS NOLÊTO**

**APLICAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES EM UNIDADES HABITACIONAIS DO  
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel.

Orientador: Prof. Ms. Airton Egydio Petinelli

São Luís

2018

**FLÁVIO BARROS NOLÊTO**

**APLICAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES EM UNIDADES HABITACIONAIS DO  
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof. Ms. Airtton Egydio Petinelli (Orientador)**  
Universidade Estadual do Maranhão

---

**Eng. Ms. Cláudio Roberto Medeiros de Azevedo Braga Martins (Coorientador)**  
Enova Energia

---

**Prof. Esp. José Tadeu Moura Serra**  
Universidade Estadual Do Maranhão

---

**Prof. Dr. Iêdo Alves De Souza**  
Universidade Estadual do Maranhão

Aos meus pais, Eva e Paulo, por toda perseverança que tiveram na minha criação e do meu irmão, Felipe, e a este por todo incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por toda proteção e benção que me concedeu, e às pessoas que colocou ao meu redor.

Aos meus pais, Eva e Paulo, por todo amor e por sempre abrirem mão do próprio conforto em prol da minha formação.

Ao meu irmão, Felipe, por toda fraternidade, que mesmo longe em alguns momentos, me incentivou nos períodos mais difíceis do curso.

A minha namorada, Luana, por entender as diversas vezes que fui ausente, pelo companheirismo e por me apoiar sempre.

Aos meus amigos de longa data que sempre se fizeram presentes e estão ao meu lado, me proporcionando alegria e afeto.

Aos amigos do Curso de Engenharia Civil, que compartilharam todas as emoções, trabalhos e noites sem dormir que tivemos no curso e sem os quais eu não poderia ter chegado até o presente momento.

À Universidade Estadual do Maranhão, por todos os ensinamentos que me foram oferecidos através dos professores, coordenadores, laboratórios.

Ao meu orientador, Prof. Ms. Airton Petinelli por ter sido presente, prestativo e paciente ao longo deste trabalho, e ao professor Danilo Rosendo por ter me assistido na primeira experiência profissional, além de todas as conversas que me trouxeram conhecimento.

Aos profissionais da Caixa Econômica Federal que me transmitiram conhecimentos práticos, sempre foram solícitos e também contribuíram na minha formação.

Ao engenheiro eletricitista Cláudio Martins, diretor comercial da Enova Energia, que mesmo sem me conhecer, disponibilizou seu tempo para me auxiliar no presente trabalho.

*“Dias de luta, dias de glória.”*

Charlie Brown Jr.

## RESUMO

O mundo se transforma constantemente, entretanto esse processo tem sido intensamente maior nas últimas décadas. Apesar das mudanças estarem diretamente ligadas ao desenvolvimento da sociedade e da economia, os recursos naturais continuam sendo demasiadamente explorados. Diante desse cenário, a preocupação com o ambiente (como mudanças climáticas e aquecimento global) está cada vez mais em pauta. Uma das principais causas que contribuem para poluição e degradação do meio é a utilização de recursos energéticos que não são limpos e tampouco renováveis. No Brasil, a principal fonte da matriz energética é a hidráulica, e embora seja renovável, a instalação e operação das usinas geram muitos impactos locais. Das outras fontes renováveis de energia, pode-se destacar a energia solar, já que é a principal fonte de energia da Terra e o Brasil apresenta excelentes níveis de radiação. Para geração de energia elétrica, a melhor forma de converter a energia solar é através de sistemas fotovoltaicos. Como o setor residencial é responsável por significativa parte do consumo de energia elétrica no país e também um dos maiores problemas sociais, devido ao elevado déficit habitacional, este trabalho pretende verificar a viabilidade de aplicação de painéis solares para produção de energia elétrica em casas de padrão popular no Estado do Maranhão, Brasil.

Palavras-chave: Recursos energéticos. Energia Solar. Painéis Solares. Habitação popular.

## **ABSTRACT**

The world constantly transforms, however this process has been intensely larger in last decades. In despite of changes being straight connected to development of society and economy, the natural resources continue to be explored so much. On this scenery, worry with the environment (as climate changes and global warming) is increasingly at stave. One of main reasons which contributed to environment pollution and degradation is the use of energy recourses non-cleaned neither renewable. In Brazil, the major source in energy matrix is the hydraulic, and although it is renewable, the station installation and operation results in local impacts. About others renewable energy sources, it's possible highlight solar energy because is the main energy source of Earth and Brazil presents high levels of sun radiation. To electric energy production, the best way convert sun energy it's through photovoltaic systems. As residential sector it's responsible by significant part of electric power consumption in country and one of the biggest social problems too, this work intends to verify the viability of applying solar panels to generation of electric energy in popular houses in the State of Maranhão, Brazil.

Key words: Energy recourses. Solar energy. Solar panels. Popular houses.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação da Matriz Elétrica Brasileira em 2016.....	15
Figura 2 - Radiação solar global diária no Brasil, média anual [MJ / m <sup>2</sup> .dia].....	16
Figura 3 - Média anual da radiação global incidente na Alemanha e no Brasil [kWh/m <sup>2</sup> . ano] .....	17
Figura 4 - Participação de Fontes Renováveis na Matriz Energética Brasileira em 2016.....	22
Figura 5 - Déficit habitacional relativo das Unidades da Federação.....	25
Figura 6 - Tarifas Médias por Classe de Consumo [R\$/MWh].....	28
Figura 7 - Geração centralizada de energia solar .....	34
Figura 8 - Geração descentralizada de energia solar .....	34
Figura 9 - Sistema off-grid residencial .....	35
Figura 10 - Produção de Energia em um SFCR .....	36
Figura 11 - Sistema de Geração Fotovoltaico Conectado à Rede .....	37
Figura 12 - Célula, módulo e painel fotovoltaicos .....	39
Figura 13 - Inversor solar. ....	40
Figura 14 - Modelo de subsistema fotovoltaico com inversor central .....	40
Figura 15 - Modelo de subsistema fotovoltaico com inversor string .....	41
Figura 16 - Modelo de subsistema fotovoltaico com inversor multi-string .....	41
Figura 17 - Modelo de subsistema fotovoltaico com módulos c.a .....	41
Figura 18 - Área do telhado em uma água .....	44
Figura 19 - Localização do residencial.....	48
Figura 20 - Layout de uma unidade residencial do empreendimento.....	49
Figura 21 - Módulo fotovoltaico CS6U-320 P.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de Renda do subprograma PNHU da CEF.....	27
Tabela 2 - Tarifas Médias Residências no Estado do Maranhão.....	28
Tabela 3 - Micro e Minigeração Distribuídas.....	31
Tabela 4 - Consumo médio de energia elétrica no Residencial.....	50
Tabela 5 - Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico.....	51
Tabela 6 - Consumo e fatura mensais.....	52
Tabela 7 - Consumo anual (com e sem sistema fotovoltaico).....	53
Tabela 8 - Comparativo das faturas anuais (com e sem sistema fotovoltaico).....	54
Tabela 9 - Fluxo de caixa do Sistema Fotovoltaico.....	55
Tabela 10 - Financiamento do Sistema Fotovoltaico através do PMCMV .....	56
Tabela 11 - Financiamento do Sistema Fotovoltaico através do Portal Solar .....	57
Tabela 12 - Financiamento do Sistema Fotovoltaico através do Consórcio Nacional. ....	57
Tabela 13 - Balanço dos gastos anuais em cada financiamento. ....	59

## LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNH	Banco Nacional de Habitação
CEF	Caixa Econômica Federal
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FJP	Fundação João Pinheiro
FSA	Fundo Socioambiental da Caixa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor
MCidades	Ministério das Cidades
MME	Ministério de Minas e Energia
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PLPT	Programa Luz Para Todos
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNHR	Programa Nacional de Habitação Rural
PNHU	Programa Nacional de Habitação Urbana
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios

PROESCO	Apoio a Projetos de Eficiência Energética
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
REN	Resolução Normativa
SAD	Sistema de Apoio a Decisão
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede
SFI	Sistemas Fotovoltaicos Isolados
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
SUDECO	Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
T&D	Transmissão e Distribuição

## LISTA DE SÍMBOLOS

c.a.	Corrente Alternada
c.c.	Corrente Contínua
cm	Centímetro
GW	Gigawatt
h	Horas
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt hora
kWp	Quilowatt potência
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
MJ	Megajoule
MW	Megawatt
MWh	Megawatt hora
°C	Grau Celsius
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
TWh	Terawatt hora
Und	Unidade
W	Watt

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
<b>3.1</b>	<b>Geral</b> .....	19
<b>3.2</b>	<b>Específicos</b> .....	19
<b>4</b>	<b>ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	20
<b>5</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
<b>5.1</b>	<b>Recursos energéticos: potencial e aproveitamento</b> .....	21
<b>5.2</b>	<b>Panorama socioeconômico brasileiro</b> .....	24
<b>5.3</b>	<b>Demanda Energética</b> .....	27
<b>5.4</b>	<b>Energia Solar</b> .....	29
<b>5.5</b>	<b>Energia Solar Fotovoltaica</b> .....	30
<b>5.6</b>	<b>Incentivos a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil</b> .....	31
<b>5.7</b>	<b>Painéis solares</b> .....	33
5.7.1	Aplicações dos Sistemas Fotovoltaicos .....	33
5.7.2	Classificação quanto a geração .....	33
5.7.3	Classificação quanto à implantação.....	35
5.7.4	Componentes do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede .....	37
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	44
<b>7</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	48
<b>7.1</b>	<b>Características do empreendimento</b> .....	48
<b>7.2</b>	<b>Dados levantados</b> .....	50
<b>7.3</b>	<b>Financiamento</b> .....	55
<b>8</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	58
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	60
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	62
	<b>ANEXOS</b> .....	67
	<b>ANEXO A</b> .....	68
	<b>ANEXO B</b> .....	73
	<b>ANEXO C</b> .....	74

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas sustentáveis para geração de energia elétrica tem se mostrado cada vez mais necessária, tendo em vista que a demanda por esse recurso tem crescido de forma mais rápida do que a disponibilidade do mesmo (SIGNORINI et al. 2014).

Recursos energéticos, como o petróleo e os carvões minerais, além de serem grandes contribuintes para poluição e desequilíbrio ecológico, tem volumes limitados, ou seja, são considerados não renováveis. As fontes de energia não renováveis são aquelas em que a sua exploração é superior à capacidade de acumulação e assim, se esgotarão no futuro. Desse modo, a procura por formas de energia renováveis – e mais limpas – foi ampliada (MONTEIRO, 2005).

Bermann (2001), destaca algumas fontes de energia renovável, tais como a hidroelétrica e a biomassa – a partir do carvão vegetal e cana de açúcar, obtida através do plantio e reflorestamento –, e que poderiam assumir caráter sustentável. Contudo, a energia hidroelétrica tem se mostrado, especialmente no Brasil, ser insustentável, pois tem causado problemas físico-químico-biológicos decorrentes do processo de implantação e operação das usinas, emitindo gases estufa a partir da decomposição orgânica nos reservatórios, sem contar os fatores sociais, como os impactos causados nas condições de produção e reprodução social das populações ribeirinhas.

Segundo os resultados do Balanço Energético Nacional (BEN) 2017, que tem como base dados de 2016 e é elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), dos 619,7 TWh de oferta interna de energia elétrica, a fonte de energia hidráulica foi responsável por cerca de 70%, como mostra a Figura 1.

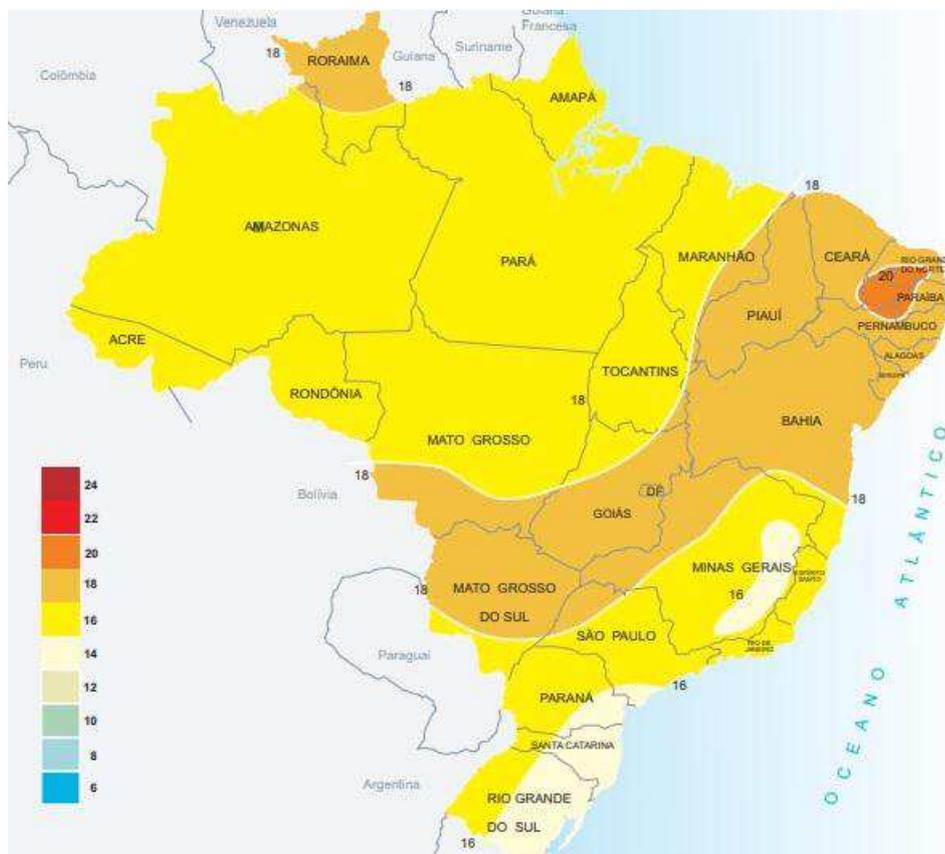
Figura 1 - Representação da Matriz Elétrica Brasileira em 2016



Fonte: EPE, (2017)

Existem outras fontes de energia renováveis além da hidroelétrica e a biomassa, como a eólica, a geotérmica, mas sobretudo a solar (MONTEIRO, 2005). Esta merece destaque pois é a principal fonte de energia da Terra e também é responsável pela origem de quase todas as outras fontes de energia. É a partir da energia do Sol que ocorre a evaporação da água e possibilita o represamento e conseqüente geração de eletricidade (hidroeletricidade). As plantas e animais, com auxílio da energia solar, desenvolvem-se e geram resíduos que posteriormente formam o petróleo, carvão e gás natural. Não obstante, a radiação solar é um dos componentes que contribuem para circulação atmosférica, gerando os ventos - energia eólica – (PINHO, GALDINO, 2014).

Figura 2 - Radiação solar global diária no Brasil, média anual [MJ / m<sup>2</sup>.dia]

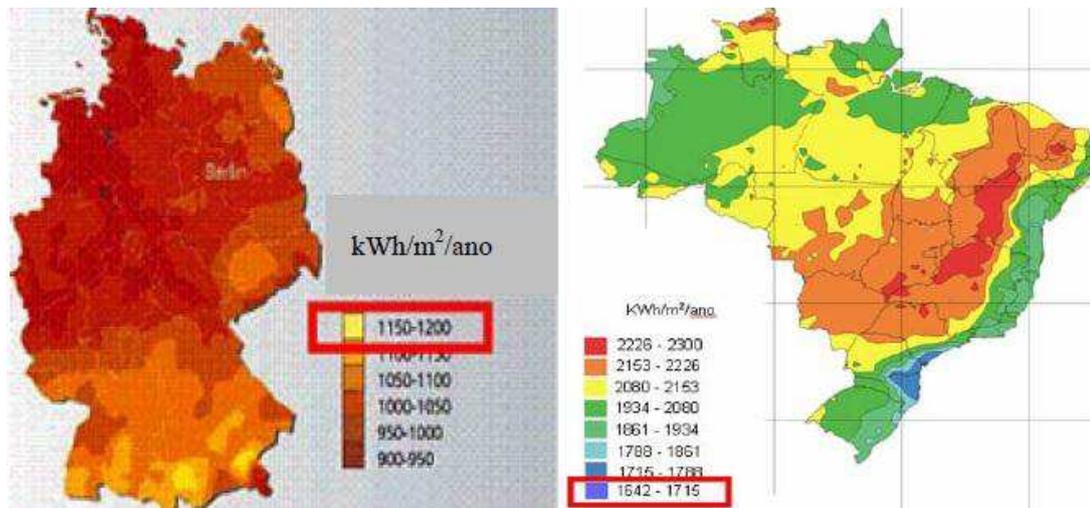


Fonte: ATLAS, (2000)

A radiação solar é uma das principais características que comprovam o potencial brasileiro em relação a fonte solar, e pode ser observada quando compara-se na Figura 3 o nível de irradiação solar do Brasil com a Alemanha, país europeu com destaque mundial em relação ao mercado de energia solar fotovoltaica. A região alemã mais ensolarada apresenta em torno

de 1,4 vezes menos radiação que a região mais desfavorecida do território brasileiro (SALAMONI, RÜTHER, 2007).

Figura 3 - Média anual da radiação global incidente na Alemanha e no Brasil [kWh/m<sup>2</sup>. ano]



Fonte: SALAMONI, RÜTHER (2007)

Dentre as diversas aplicações da energia solar, a geração direta de eletricidade através de células fotovoltaicas surge como uma das melhores formas de gerar potência elétrica, tendo em vista a elevada eficiência energética se comparada aos sistemas tradicionais de geração de energia, em que há perdas durante a transmissão e distribuição (RÜTHER, 2004).

O setor residencial é responsável por 23% do consumo nacional de energia elétrica e, sendo assim, as instalações solares fotovoltaicas podem trazer grandes benefícios ao usuário, ao sistema elétrico nacional e à sociedade (RÜTHER, 2004).

Pode-se afirmar que é a fonte de energia mais adequada à microgeração de energia elétrica, tendo em vista que as áreas dos telhados podem ser aproveitadas para aplicação em unidades habitacionais, sem prejuízo da cobertura. As placas solares e os equipamentos são de fácil instalação, com vida útil longa e baixa manutenção. No mais, o sistema fotovoltaico tem como vantagem sua modularidade. Caso a residência seja ampliada, o sistema também pode ser estendido com a conexão de placas complementares (MOTA, 2016).

## 2 JUSTIFICATIVA

O conceito de desenvolvimento econômico pode ser visto de duas concepções. A primeira se refere a aspectos relacionados a educação, saúde e expectativa de vida, resultando, inclusive, num índice para representar esses aspectos - o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). “O desenvolvimento econômico do Brasil está diretamente ligado à solução dos seus principais problemas sociais, dentre os quais se destaca o déficit habitacional”. O acesso à moradia pode ser visto como condição de liberdade dos indivíduos, tendo em vista que a moradia é um dos direitos garantidos pela Constituição da República Federativa do Brasil, disposto no Artigo 6º - São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (D’AMICO, 2011).

A outra concepção baseia-se nos termos de sustentabilidade, de cunho ambiental, tendo foco na relação entre os impactos causados pelas atividades humanas e a natureza (D’AMICO, 2011). A utilização de energia renovável, tal qual a energia solar fotovoltaica, apresenta impactos ambientais significativamente menores. Entretanto, o custo de implantação ainda é considerado alto, por conta da demanda relativamente baixa por este tipo de tecnologia. Na Europa, políticas públicas nas formas de leis e incentivos surgiram para impulsionar a implantação dessas tecnologias. (MOTA, 2016).

Ainda segundo Mota (2016), “A Caixa Econômica Federal (CEF) é um importante agente financeiro do desenvolvimento sustentável brasileiro e líder em políticas públicas no setor bancário [...]. E, nessas condições, é parceira fundamental do Governo Federal no sentido de fomentar a disseminação de uma cultura sustentável com energia renovável nos diversos setores da economia brasileira, inclusive nos lares dos cidadãos”.

Atualmente, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é considerado a política pública que tem mais contribuído na tentativa de solucionar os problemas habitacionais no país e promover o desenvolvimento. Implantado em 2009, o Programa é uma iniciativa do Governo Federal que oferece condições atrativas para o financiamento de moradias para famílias de baixa renda, tais como: menor taxa de juros do mercado, financiamento de moradias em áreas urbanas e rurais, dentre outros.

Desse modo, faz-se oportuno avaliar a viabilidade de implantação de painéis solares em unidades habitacionais do PMCMV no Maranhão e, assim, colaborar para o desenvolvimento econômico do Brasil tanto no âmbito social quanto no sustentável.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Analisar a viabilidade da aplicação de painéis solares em unidades habitacionais populares no Maranhão, mediante verificação das questões financeiras e de consumo energético dessas residências.

#### **3.2 Específicos**

- Levantar o consumo médio de energia elétrica em residências populares (sem o uso de energia solar fotovoltaica) e o valor pago pelos moradores à concessionária local.
- Análise comparativa de custos entre as opções:
  1. Unidade habitacional popular atendida exclusivamente pela concessionária de energia;
  2. Unidade habitacional popular atendida pela concessionária local e por painéis solares incluídos no financiamento do imóvel;
  3. Unidade habitacional popular atendida pela concessionária local e por painéis solares não incluídos no financiamento do imóvel.

## 4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso optou-se em dispor o mesmo em cinco capítulos.

O capítulo inicial refere-se ao referencial teórico, no qual é explanado o potencial e aproveitamento dos recursos energéticos à nível mundial e nacional. Em seguida, apresenta-se o panorama socioeconômico brasileiro, mostrando a demanda energética, o histórico tarifário e as normas vigentes. São transmitidas as informações e conceitos básicos sobre energia solar, energia solar fotovoltaica e os incentivos que esta recebeu no Brasil até os dias atuais, para enfim caracterizar os painéis solares – sua classificação quanto às formas de geração (centralizada ou descentralizada) e implantação (isolada ou conectada à rede). Finalizando o capítulo, é mostrado um modelo de Sistema Solar Fotovoltaico residencial conectado à rede e os principais componentes dele.

No capítulo seguinte é tratada a metodologia adotada – parâmetros, como serão levantados os dados, base de dados e equações utilizadas para realização do estudo de caso.

No capítulo intermediário é desenvolvido um estudo de caso de unidades residenciais localizadas em um condomínio popular no Estado do Maranhão (região metropolitana), por meio da aplicação da metodologia adotada. Nele, estão descritas as características do empreendimento, os dados que foram levantados (consumo energético e valor pago à concessionária local), faturas pagas à concessionária com o sistema fotovoltaico e sem ele, assim como a forma de financiamento.

No penúltimo capítulo são apresentados os resultados a partir da análise de viabilidade das três opções descritas nos objetivos específicos.

No capítulo final são realizadas as últimas considerações, correlacionando a teoria e os resultados obtidos no estudo de caso.

## **5 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **5.1 Recursos energéticos: potencial e aproveitamento**

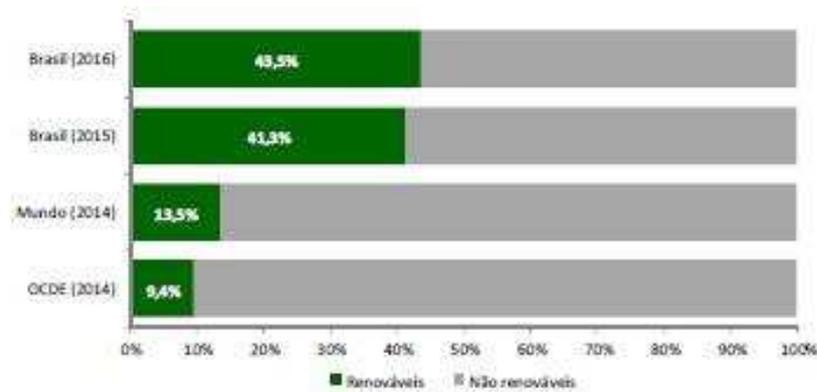
O meio ambiente sofre constantes alterações em virtude de causas naturais (terremotos, furacões, queimadas naturais, erupções vulcânicas), das quais se tem mínimo controle, e causas antropogênicas – advindas da atividade humana. Esta última, que até o século anterior apresentava baixo impacto quanto às mudanças climáticas e ambientais, tornou-se a principal responsável por essas modificações – redução da camada de ozônio, aquecimento global, desflorestamento -. O desenvolvimento humano está relacionado diretamente ao consumo de energia, e o elo entre energia e meio ambiente pode estabelecer uma relação de causa e efeito entre o uso de energia, o desenvolvimento socioeconômico e os danos ao meio ambiente (MARTINS et al., 2004).

Segundo Goldemberg (1998), uma evidência comprobatória pode ser observada no consumo per capita anual dos países industrializados da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e o brasileiro em 1998, que foram de 5,5 TEP e 1,39 TEP respectivamente. Contudo, o perfil de consumo apresenta relevantes diferenças. Na OCDE, o uso de combustíveis fósseis supera 80% do consumo, sendo que em torno de 85% do enxofre (maior contribuinte para poluição urbana e chuva ácida) expedido à atmosfera é originado na queima de carvão e petróleo, tal como 75% das emissões de carbono (responsável pelo efeito estufa). Nesse contexto, pode-se observar que o Brasil não precisa reprisar o caminho de desenvolvimento dos países industrializados, “nos quais o elevado consumo de energia de origem fóssil resultou em sérios problemas ambientais”.

O Brasil é um país com enorme potencial para utilização de todas as energias renováveis, tendo em vista sua privilegiada localização geográfica (boa parte na região intertropical) que apresenta “excelente ciclo da natureza no que se refere aos aspectos climáticos”. A matriz energética brasileira, se comparada à matriz mundial, tem como diferencial a disposição de recursos abundantes de energia solar, eólica, oceanos e biomassa e, assim, possibilidade de manter a característica renovável por um longo período (MME, 2007).

Com base em dados do Balanço Energético Nacional 2017, a Figura 4 mostra que a Matriz Energética Brasileira permaneceu como uma das matrizes do mundo com mais utilização de fontes renováveis (43,5%), com crescimento em virtude da queda da oferta interna do petróleo e expansão da geração hidráulica.

Figura 4 - Participação de Fontes Renováveis na Matriz Energética Brasileira em 2016



Fonte: EPE, (2017)

Apesar da energia hidráulica ser a principal fonte de energia da Matriz Energética Brasileira e não contribuir para emissão de poluentes, as hidroelétricas produzem significativo impacto ambiental, como o alagamento de grandes áreas de cultivo, além do recurso hídrico estar se esgotando (MARTINS et al., 2004). Com esse recurso atingindo valores críticos (sob o ponto de vista de segurança energética) em períodos de seca, a oferta é reduzida e o preço da energia é elevado (ATLAS, 2017). Ao avaliar a viabilidade da fonte hidroelétrica, deve-se considerar diversos aspectos, dentre os quais estão: a infraestrutura das linhas de transmissão e distribuição, as perdas energéticas por conta das grandes distâncias entre o ponto de geração e o ponto de consumo e as restrições ambientais (RÜTHER et al, 2008).

Findando esse ponto de vista, a geração centralizada torna os grandes centros urbanos em áreas atrativas, promovendo o êxodo rural, já que estes locais por vezes não dispõem de energia elétrica e assim ficam inviabilizados de aprimorar, por exemplo, as matérias primas cultivadas. Não obstante, a energia descentralizada possibilitaria acesso igual à eletricidade, reduzindo os problemas sociais. Para também combater os problemas ambientais e contribuir ao desenvolvimento sustentável, faz-se necessário a utilização de fontes de energia limpas, a exemplo da energia solar com utilização de células solares (SHAYANI et al, 2006).

Mediante este cenário, observou-se a necessidade de incentivos à outras fontes de energia e foi criado, pela Lei nº 10.438/2002, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA), com o intuito de ampliar a participação de fontes alternativas renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e termelétricas a partir da biomassa) na produção de energia elétrica, trazendo vantagem aos empreendedores que não tem vínculos com as concessionárias de geração, transmissão ou distribuição (ANEEL).

Contudo, a delimitação inicial feita pelo programa à essas três fontes específicas de energia alternativa foi um fator que não colaborou para o crescimento da energia solar (DOS SANTOS, 2009). O Brasil faz pouco proveito do potencial da fonte solar. Comparado a todo o mundo, é um dos poucos países que recebe uma insolação (número de horas de brilho do Sol) superior a 3000 horas anuais. Já no Nordeste brasileiro, a incidência média diária fica por volta de 4,5 a 6 kWh (RELLA, 2017).

Segundo Salamoni e Rüter (2004), para que se aproveite melhor o potencial da energia solar “é fundamental que seja criado um conjunto de procedimentos que viabilize e facilite a inserção da tecnologia fotovoltaica no Brasil. As experiências obtidas com as instalações nos países desenvolvidos, em especial as da Alemanha, podem servir de ferramentas para dar fomento e divulgar a iniciativa no país”.

A Alemanha é considerada a nação com o mecanismo de incentivo às fontes renováveis de energia melhor sucedido. A evolução se deu da seguinte forma: a lei *Feed-in-Law* instaurada em 1991 foi atualizada pela lei *Renewable Energy Law*, em 2000, e complementada pela emenda *Renewable Energy Sources Act* em 2004. O sistema de preços baseia-se na obrigação de compra, por parte da operadora da rede, de toda a eletricidade gerada pelas fontes renováveis, tornando o investimento atrativo. Percebe-se que, através de políticas públicas como essa, o objetivo de colaborar com o desenvolvimento sustentável, proteger o meio ambiente e atingir um aumento significativo na utilização de energias renováveis que contribuem no suprimento do consumo se torna mais acessível (SALAMONI, RÜTHER, 2004). O custo do programa de incentivo é diluído nas tarifas de todos os consumidores, sendo que essa incidência é inferior a 1% no valor final na conta de cada cidadão (RÜTHER, 2004).

Rüter (2004), faz comparações para comprovar que o potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil transcende abundantemente o consumo total de energia elétrica do país. De acordo com o engenheiro, se a área do lago de Itaipu (que faz parte da usina hidrelétrica de Itaipu e contribui com cerca de 25% da energia elétrica consumida) fosse coberta com painéis solares nos modelos comercialmente disponíveis, seria produzida aproximadamente 50% da energia consumida no Brasil – o dobro da energia gerada por Itaipu. Sugere ainda que, somente esta hipotética instalação fotovoltaica seria proporcional a 60% do potencial brasileiro de geração eólica.

No Brasil, desde 17 de Abril de 2012, quando entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) nº 482/2012, o consumidor pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis, inclusive fornecendo o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se de inovações que podem aliar economia

financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade. Os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema, dentre os quais estão: o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, a redução no carregamento das redes e diversificação da matriz energética (ANEEL, 2015).

O aproveitamento do recurso solar no Brasil poderia ser uma opção para complementar as fontes convencionais de energia como as hidrelétricas, tendo em vista que favoreceria o controle hídrico nos reservatórios, sobretudo nos períodos de menor precipitação (ATLAS, 2017). Por ser um país de dimensões continentais (em torno de 47% da área da América do Sul) e apresentar enorme diversidade entre as regiões, é de suma importância diversificar a Matriz Energética nacional e assistir no suprimento da demanda energética que cresce continuamente (RÜTHER et al, 2008).

## **5.2 Panorama socioeconômico brasileiro**

Num sentido bem mais amplo do que as características físicas na qual a função é abrigar e proteger seus usuários (conceito de casa), e das qualidades físicas – quanto ao conforto e forma de viver – que ela oferece ou não (conceito de moradia), a habitação se refere às interações entre a moradia e o meio que ela está inserida, no âmbito físico, social e urbano. É a partir da habitação que pode-se perceber se as necessidades básicas dos moradores estão sendo atendidas, dentre as quais estão a água, eletricidade, saneamento e comunicação, assim como o acesso à vizinhança, saúde, educação, comércio, dentre outros (MCIDADES, 2014).

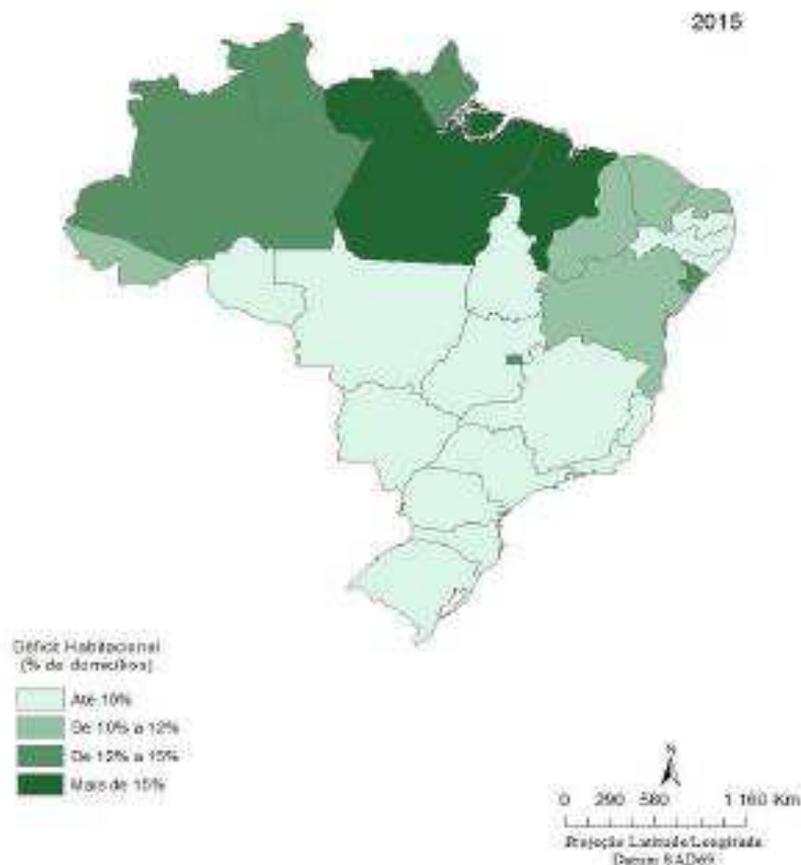
Não somente ter uma casa para morar, a habitação também inclui privacidade adequada, acessibilidade física, segurança, iluminação, estabilidade estrutural, e durabilidade (MORAIS, 2018).

Nesse contexto, é evidente a carência brasileira acerca desse assunto. Segundo João Sette Whitaker Ferreira, professor Doutor em Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-SP), o déficit habitacional no Brasil está diretamente ligado à dinâmica histórica de desigualdade social das nossas cidades e sociedade. Diferentemente dos países do centro-europeu – que durante o período industrial pós-guerra idealizavam uma sociedade em que a classe trabalhadora também fosse consumista e provida de condições de bem estar, como a garantia de um patamar mínimo de remuneração, incluindo direito à moradia (consequente de inúmeros programas habitacionais) –, a urbanização brasileira se deu através de um processo de industrialização onde havia abundante mão-de-obra barata e o Estado – representando

classes dominantes – não se interessava em investir em habitação e infraestrutura, acreditando que o custo de reprodução dessa classe oprimida seria maior. Logo, houve grande expansão industrial a partir da década de 60, em detrimento de concentração de renda e crescimento urbano desordenado através de regiões periféricas, favelas etc.

O déficit habitacional leva em consideração 4 componentes, sendo: ônus excessivo com aluguel; habitação precária; coabitação familiar e; adensamento excessivo dos domicílios alugados. De acordo com o estudo “Déficit Habitacional no Brasil 2015” da Fundação João Pinheiro (FJP), responsável nos últimos anos pelos estudos sobre as necessidades habitacionais no país, estima-se que em 2015 o déficit habitacional era na ordem de 6,35 milhões de domicílios, dos quais aproximadamente 88% localizados em áreas urbanas. Do total do déficit habitacional, o Nordeste é a segunda região mais desprovida, com 1,97 milhões de moradias – correspondente a 31% - e o Maranhão é o quinto estado do Brasil com maior déficit, em torno de 392 mil moradias. Ainda, é a Unidade da Federação com maior déficit habitacional relativo, sendo esse valor representante de 20% do estoque domiciliar do estado, demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Déficit habitacional relativo das Unidades da Federação



Fonte: FJP, (2018)

O estudo conclui ainda que a atualização dos dados referentes a déficit habitacional é de suma importância para avaliar e mapear as políticas públicas habitacionais. Ferreira (2012), afirma que políticas habitacionais são fundamentais para o Brasil enfrentar as questões urbanas que perduram sua história. Além disso, cabe ao Estado intensificar a regulação da atividade e exigir comprometimento em busca de melhor qualidade nos empreendimentos, já que é inadmissível que se produzam construções nas quais tenham arquitetura e implantações urbanísticas similares aos conjuntos habitacionais feitos há décadas, porém comercializados agora à preço de mercado.

O Banco Nacional da Habitação (BNH), que estabelecia condições relacionadas a garantias, prazos, juros, limites de risco, valores máximos de financiamento e aquisição de imóveis financiados no âmbito do Sistema Financeiro da Habitação (como diz a Lei 4.380 de 21 de Agosto de 1964), além de financiar a elaboração e execução de projetos de conjuntos habitacionais, desenvolvimento de pesquisas tecnológicas e materiais de construção, foi extinto através do Decreto-Lei nº 2.291 de 1986, sendo incorporado à Caixa Econômica Federal (CEF).

Visualizando a necessidade de políticas públicas urbanas mais contundentes, o governo criou o Ministério das Cidades (MCidades) a partir da Medida Provisória nº 103/2003, que posteriormente foi convertida na Lei nº 10.683 do mesmo ano. Com a missão de “melhorar as cidades, tornando-as mais humanas, social e economicamente justas e ambientalmente sustentáveis”, o MCidades integrou setores que anteriormente eram divididos, dos quais estavam a habitação, saneamento, transporte (mobilidade) e trânsito a partir de políticas de subsídio, planejamento, normatização e aplicação de recursos em desenvolvimento urbano. Dentre suas atribuições entre governos federal, estaduais e municipais, está o financiamento da habitação e da infraestrutura urbana com investimentos públicos e privados, evitando o desperdício desses recursos com a não continuidade de projetos e falta de controle social e público.

O Programa Minha Casas Minha Vida – PMCMV foi o programa de maior destaque urbano no país. Tem por finalidade, como disposto no Art. 1º da Lei nº 11.977 de 2009, criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais, compreendendo dois subprogramas: o Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU) e o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR).

Ainda, no Art. 9º da lei supramencionada, fica concedida à Caixa Econômica Federal a gestão operacional dos recursos destinados à concessão da subvenção do PNHU. Os Municípios, Estados e Distrito Federal, em conjunto com a Caixa, ficam encarregados pela

avaliação de todo trabalho técnico e social. Sendo assim, acompanham a execução das obras dos empreendimentos vinculados ao programa que é realizada por construtora contratada pela CEF, no qual a mesma se responsabiliza por entregar os imóveis concluídos e legalizados (MARTINS A., 2015).

O PMCMV é segmentado por faixas de renda, no qual os candidatos aos benefícios devem verificar em qual delas a renda bruta familiar se enquadra para participar, como mostra a Tabela 1. Entre outras instituições, a CEF, como principal intermediário, fornece crédito para todas as faixas de renda (MORO et al., 2016), descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Faixas de Renda do subprograma PNHU da CEF

<b>Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU)</b>			
<b>FAIXA DE RENDA</b>	<b>RENDA BRUTA FAMILIAR até</b>	<b>BENEFÍCIO</b>	<b>AMORTIZAÇÃO (ANOS)</b>
<b>Faixa 1</b>	R\$ 1.800,00	Prestações mensais entre R\$ 80,00 e R\$ 270,00	10
<b>Faixa 1,5</b>	R\$ 2.600,00	Subsídio de até R\$ 47.500 e taxa de juros de 5% a.a.	30
<b>Faixa 2</b>	R\$ 4.000,00	Subsídio de até R\$ 29.000	-
<b>Faixa 3</b>	R\$ 7.000,00	Taxa de juros melhor que a do mercado	-

Fonte: CEF, (Adaptado pelo Autor)

Tendo o título de agente financeiro líder na área de habitação, a Caixa atua constantemente para que os clientes estejam satisfeitos com suas habitações, e cria instrumentos avaliativos de oferta e atendimento de habitações de interesse social (MCidades, 2014). Com a melhoria da qualidade de vida no país, a população está tendo maior acesso às infraestruturas básicas como moradia (urbana e rural), saneamento e transporte. O crescimento na economia brasileira impõe uma demanda crescente de energia. (ATLAS, 2017).

### 5.3 Demanda Energética

É notório que a disponibilidade de energia elétrica é um fator essencial para o desenvolvimento socioeconômico (MORANTE TRIGOSO, 2004). Segundo dados da Empresa

de Pesquisa Energética (EPE), baseado em histórico anual de 1995 a 2017, o consumo nacional de energia elétrica no setor residencial cresce aproximadamente 4% a.a.

Entretanto, da mesma forma que o consumo, o custo para utilização da energia elétrica de forma convencional aumenta anualmente. Conforme o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017, também elaborado pela EPE e exposto na Figura 6, de 2012 a 2016 a tarifa de energia residencial no Brasil subiu, em média, 7,24% a.a (36,2% distribuídos igualmente entre os 5 anos).

Figura 6 - Tarifas Médias por Classe de Consumo [R\$/MWh]

	2012	2013	2014	2015	2016	Δ% (2016/2015)	Δ% (2016/2012)	
Residencial	333,44	285,24	305,35	419,31	454,29	8,3	36,2	Residencial
Industrial	257,34	223,19	249,01	335,31	392,83	17,2	52,7	Industrial
Comercial	307,52	269,85	293,05	403,75	444,67	10,1	44,6	Commercial
Rural	189,74	167,62	202,56	292,96	325,00	10,9	58,9	Rural
Poder Público	333,44	285,24	305,96	384,66	455,23	18,3	38,1	Public Sector
Iluminação Pública	182,54	161,27	178,87	239,69	259,38	8,2	42,1	Public Lighting
Serviço Público	236,27	200,56	219,89	327,69	361,73	10,4	63,7	Public Service
Consumo Próprio	322,51	282,80	308,23	372,46	459,38	23,3	42,4	Own use

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica, (2017)

No Estado do Maranhão, como pode ser visto na Tabela 2, os reajustes anuais feitos pela Companhia Energética do Maranhão (CEMAR) na tarifa de energia elétrica relativos aos últimos 10 anos – fundamentado pelos relatórios do Sistema de Apoio à Decisão (SAD) da ANEEL – superam a taxa de 5% a.a., percentual inferior à média nacional, porém ainda elevado.

Tabela 2 - Tarifas Médias Residências no Estado do Maranhão

COMPANHIA ENERGÉTICA DO MARANHÃO (CEMAR)		
ANO	TARIFA MÉDIA DE FORNECIMENTO COM IMPOSTOS	REAJUSTE ANUAL (%)
2008	386,89	-
2009	407,31	5,28%
2010	411,16	0,95%
2011	434,48	5,67%
2012	458,3	5,48%
2013	378,92	-17,32%
2014	387,23	2,19%
2015	492,61	27,21%
2016	538,79	9,37%
2017	639,03	18,60%
<b>MÉDIA</b>	<b>453,472</b>	<b>5,74%</b>

Fonte: Relatório do SAD, (Adaptado pelo Autor)

As bandeiras tarifárias foram criadas em 2014, e dentre estas a bandeira vermelha é a que tem as maiores tarifas, às custas das maiores despesas com a geração de energia, pela extensão da operação de termelétricas e grandes secas que atingiram a capacidade das hidrelétricas (MOTA, 2016).

Por não haver nenhuma expectativa de redução dos custos da geração convencional para o consumidor final e o Brasil ser um país privilegiado quanto à utilização de fontes renováveis de energia, com destaque para a energia solar em virtude dos elevados níveis de radiação solar, a utilização desta poderá acarretar em benefícios econômicos, sociais e ambientais (SALAMONI, RUTHER, 2007).

#### **5.4 Energia Solar**

A energia solar, energia proveniente através da irradiação do Sol, é a principal fonte energética para a Terra. Além de ser uma fonte inesgotável, a taxa de energia emitida pelo Sol é relativamente constante há bilhões de anos, o que a torna uma das alternativas energéticas mais promissoras (ATLAS, 2017).

Essa fonte de energia é essencial para o desenvolvimento da vida e tem “um enorme potencial de sua utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia”. O IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) publicou o Relatório Especial sobre as Fontes Renováveis de Energia e Mitigação da Mudança Climática, no qual associa a energia solar direta em cinco blocos. São estes: 1) solar passiva, onde se insere a arquitetura bioclimática; 2) solar ativa: aquecimento e refrigeração; 3) solar fotovoltaica: produção de energia elétrica; 4) geração de energia elétrica a partir de concentradores solares térmicos para altas temperaturas e; 5) reator exposto à radiação solar produz hidrogênio, oxigênio e monóxido de carbono (PINHO, GALDINO, 2014).

Nas casas do PMCMV de todo o país, os sistemas de aquecimento solar tornaram-se obrigatórios para beneficiários com renda igual ou inferior à três salários mínimos. Embora em localidades mais quentes, como nas regiões Norte e Nordeste, tenha sido questionável, pois são locais em que a água já tem temperatura agradável nos horários de intenso calor, essa medida ajudou o referido equipamento a ser disseminado largamente, se tornando mais popular, ficando mais acessível e conseqüentemente tendo seu preço reduzido – pela produção em maior escala (MOTA, 2016).

O Ministério de Minas e Energia (MME) afirma que os sistemas fotovoltaicos (que transformam luz solar diretamente em eletricidade) e os sistemas heliotérmicos (que usam o

calor para gerar eletricidade em plantas de geração térmica) são as duas tecnologias que se destacam com potencial de contribuir para a segurança e eficiência do abastecimento elétrico no Brasil, sendo o segundo menos competitivo no momento.

Em conformidade com Rüter (2004), entre as várias aplicações de energia solar, a geração direta de eletricidade através do efeito fotovoltaico mostra-se uma das melhores formas de gerar potência elétrica. Para Mota (2016), a popularização dos sistemas de aquecimento solar pode servir de exemplo para maior inserção da tecnologia fotovoltaica nos empreendimentos do PMCMV.

## **5.5 Energia Solar Fotovoltaica**

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio da conversão da luz em eletricidade de forma direta (efeito fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica o material responsável por esse processo (RELLA, 2017).

O uso dessa tecnologia pode ser aplicado tanto para usinas de grande porte centralizadas e instaladas em solo, quanto para geração distribuída integrada em telhados e coberturas de edificações. Diante do fato de que a geração de energia fotovoltaica coincide com o tempo de maior demanda e a fonte solar ser naturalmente distribuída, nota-se que a geração solar fotovoltaica tem grande potencial para reduzir os picos de demanda nas linhas de transmissão do Sistema Interligado Nacional – SIN (ATLAS, 2017).

Esses sistemas podem ser considerados duradouros e viáveis, uma vez que a fonte energética é abundante no país, além de simples instalação e maior eficiência energética se comparada aos sistemas geradores tradicionais, já que não tem perdas com transmissão e distribuição (no caso de geração distribuída) (RELLA, 2017).

Apesar disto, considerando todos os tipos de unidades geradoras de energia elétrica, a capacidade instalada no Brasil é em torno de 132 GW, sendo menos de 0,0008% destas produzidas por sistemas solares fotovoltaicos. Desse modo, percebe-se que embora haja inúmeras vantagens, ainda existem alguns entraves, sendo um desses o fato das políticas públicas de incentivo e regulamentação do Estado brasileiro serem recentes (RELLA, 2017).

A Resolução Normativa (REN) nº 482/2012 da ANEEL, através do micro e minigeração distribuídas expostas na Tabela 3, autorizou o consumidor brasileiro a gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis. Mais que isso, no caso da quantidade de energia produzida em determinado mês superar o consumo naquele mesmo período, haveria

fornecimento do excedente para a rede de distribuição local (constituindo crédito que pode ser utilizado em faturas seguintes).

Tabela 3 - Micro e Minigeração Distribuídas

<b>Resolução Normativa ANEEL</b>	
<b>MODALIDADE</b>	<b>Potência Instalada (Pi)</b>
Microgeração distribuída	$P_i \leq 75 \text{ kW}$
Minigeração distribuída	$75 \text{ kW} < P_i \leq 5^* \text{ MW}$

\*Para fonte hídrica, até 3 MW. 5 MW para o restante.

Fonte: ANEEL, (Adaptado pelo Autor)

Ademais, com o objetivo de reduzir custos e tempo para conexão, compatibilizar o sistema de Compensação de Energia Elétrica com as condições de fornecimento, aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015, revisando a Resolução supracitada. Consoante à nova norma, os créditos, que anteriormente tinham validade de 36 meses, passaram para 60 meses e podem ser utilizados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, sob condição de estarem em área atendida pela mesma distribuidora. Atualmente, os consumidores podem solicitar e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet.

Cabe ressaltar que, diferentemente de países como Alemanha e Canadá – onde as concessionárias compram a energia excedente – (DOS SANTOS, 2009), para as unidades consumidoras conectadas em baixa tensão, há necessidade de pagamento, ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, referente ao custo de disponibilidade. O valor em reais é equivalente a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico) (ANEEL).

Salamoni e Rüther (2007), sugerem que “devido à contínua redução dos custos da tecnologia fotovoltaica, e ao mesmo tempo ao acréscimo nas tarifas convencionais, estima-se que a paridade de rede total no Brasil acontecerá em meados de 2020”.

## 5.6 Incentivos a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

Além das REN da ANEEL supracitadas, outros benefícios surgiram como forma de incentivo à geração de energia elétrica proveniente de fonte solar. Em 1994, surgiu o primeiro programa de iniciativa do Governo Federal, denominado PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, através sobretudo da eletrificação de

residências, escolas, bombeamento d'água e iluminação pública. Apesar do sucesso no período de instalação, o programa não ofereceu a devida assistência quanto à manutenção, e os sistemas acabaram ficando obsoletos (MOTA, 2016).

O convênio nº 101, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) isentou do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) as operações envolvendo vários equipamentos destinados à geração energia elétrica por células fotovoltaicas – não inclui inversores e medidores –. Em 2004 houve a aparição do Programa Luz Para Todos (PLPT), no qual as regiões desconectadas ao SIN teriam acesso à energia elétrica a partir de redes de distribuição e também sistemas isolados. Para os projetos de setores prioritários (como é o caso do setor de energia) nas áreas de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e da Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO), há redução de imposto de renda, sendo a SUDENE e a SUDAM abrangentes das regiões brasileiras com radiação solar mais elevada (SILVA, 2015).

Outrossim, no presente momento encontram-se condições diferenciadas de financiamento. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) incentiva o uso de energias alternativas – tais como a energia solar, eólica, biomassa, hidrelétricas – praticando o financiamento com taxa de juros inferiores às do mercado e com prazo de pagamento de até 20 anos. O Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO), programa operado pelo BNDES, financia atividades que “comprovadamente contribuam para a economia de energia, aumentam a eficiência global do sistema energético ou promovam a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis” (SILVA, 2015).

A Caixa Econômica Federal (CEF) tem uma linha de crédito titulada Construcard, para compra de material de construção em lojas credenciadas pela Caixa. Com a posse do cartão, o solicitante do financiamento tem até 6 meses para comprar todos os utensílios necessários. A lista de materiais abrange dos produtos mais comuns – tijolos, esquadrias, pisos, telhas e tintas – até caixas d'água, aquecedores solares, piscinas e equipamentos de energia fotovoltaica. O financiamento tem duas etapas: a utilização e amortização. No primeiro momento, que leva de 2 a 6 meses, paga-se somente os juros dos valores utilizados. A etapa final (que só inicia ao término da citada anteriormente) compreende um período de 1 a 240 meses, no qual deve-se realizar o pagamento mensal das prestações até a quitação do financiamento.

Já o Fundo Socioambiental (FSA) Caixa surgiu em 2010 para apoiar projetos e realizar investimentos socioambientais direcionado ao desenvolvimento sustentável para a

população de baixa renda. As principais áreas de atuação do FSA são as de habitação de interesse social, saneamento e gestão ambiental, desenvolvimento rural e sustentável, geração de trabalho e renda, saúde, educação, esporte e cultura. Dessa forma, contribui tanto para as questões de cunho social quanto para geração de energia limpa. O edital 002/2017, por exemplo, é voltado diretamente à prática de atividades inovadoras, com foco em energias limpas renováveis.

Cabe reportar que, no município de Juazeiro (BA), houve uma parceria de cooperação financeira entre a empresa Brasil Solair e o Fundo Socioambiental Caixa. No caso, foram instalados sistemas de geração de energia solar através de painéis solares fotovoltaicos em 1000 unidades habitacionais (divididas em 2 condomínios) do PMCMV para uso nas áreas comuns, com a própria instituição bancária comprando o excedente produzido (SILVA, 2015).

## **5.7 Painéis solares**

### **5.7.1 Aplicações dos Sistemas Fotovoltaicos**

Os painéis solares fotovoltaicos são produzidos para serem utilizados em ambientes externos e suportar adversidades climáticas, como sol e intempéries – chuva, granizo etc. -. Além disso, não precisam ocupar uma área útil, tendo em vista que podem ser instaladas em telhados (sem prejuízo da cobertura), paredes ou fachadas (RÜTHER, 2004).

A operação do Sistema Fotovoltaico como um todo é considerada de fácil instalação, com vida útil longa e baixa manutenção (MOTA, 2016). Segundo a empresa NeoSolar, em 90% das situações de aplicação de sistemas fotovoltaicos em casas, não há necessidade de nenhuma adequação da unidade consumidora porque os equipamentos já são fabricados para se adequar a qualquer tipo de telhado ou cobertura.

### **5.7.2 Classificação quanto a geração**

#### **5.7.2.1 Centralizada**

Da mesma forma que os modelos centralizados convencionais de geração de energia, a geração de energia fotovoltaica de forma centralizada requer estrutura robusta de captação e conversão da energia solar em elétrica para suprir a necessidade dos consumidores através de uma rede de transmissão e distribuição (T&D), além de precisar de grande área disponível (Figura 7). Mesmo centralizada, essas usinas têm grau elevado de complexidade. Apesar de facilitar os ganhos na economia de escala e auxiliar o planejamento e operação desse

modelo, as perdas de energia na rede são grandes em razão das longas distâncias em relação ao consumidor final (MOTA, 2016).

Figura 7 - Geração centralizada de energia solar



Fonte: COSOL, (2016)

#### 5.7.2.2 Descentralizada

O modelo descentralizado é aquele em que o consumidor final produz sua própria energia elétrica. No Brasil esse modelo é regulamentado pela REN 687/2015 da Aneel que fala sobre micro e minigeração. A geração distribuída permite que tanto a energia excedente seja armazenada em baterias quanto a interligação do sistema à rede da concessionária local (MOTA, 2016).

Figura 8 - Geração descentralizada de energia solar



Fonte: ANEEL, (2016)

### 5.7.3 Classificação quanto à implantação

#### 5.7.3.1 Sistemas Fotovoltaicos Isolados (SFI)

Os Sistemas Fotovoltaicos Isolados (SFI), também chamados de *off-grid*, são os sistemas que não tem uma fonte externa de abastecimento – são desconectados da rede elétrica pública (PINHO, GALDINO, 2014). Por ser um sistema autônomo, a geração de energia excedente no modelo *off-grid* é perdida caso não seja armazenada. Tendo em vista que a energia solar não está à disposição durante todo o dia (como no período noturno ou em dias de chuva que a captação é menor), faz-se necessário o armazenamento da energia para suprir a demanda existente. Esse armazenamento geralmente se dá por meio de baterias (MOTA, 2016).

A bateria serve também como referência de tensão corrente contínua (c.c.) para os inversores que formam esse tipo de sistema. Os SFI exigem uma unidade responsável pelo controle e condicionamento de potência por inversor e controlador de carga (PINHO, GALDINO, 2014).

De modo geral, os sistemas *off-grid* podem ser individuais ou em minirredes. Os individuais são aqueles em que a geração de energia atende somente uma única unidade consumidora, ao passo que as minirredes – também chamadas de sistemas coletivos – fornecem energia para um pequeno grupo de unidades consumidoras que se encontram próximas. Ambos os modelos possuem papel importante para que o objetivo de eletrificação rural no país seja alcançado em maior escala (PINHO, GALDINO, 2014), tendo em vista que podem alcançar as regiões mais remotas como residências longe da rede elétrica pública (DOS SANTOS, 2009).

Figura 9 - Sistema off-grid residencial

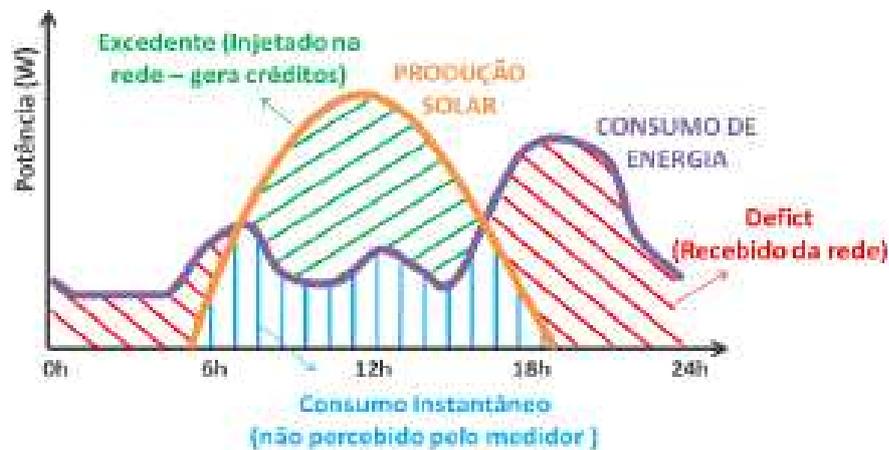


Fonte: NEOSOLAR, (2016)

### 5.7.3.2 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR)

Diferentemente dos SFI, os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR) dispensam os bancos de baterias. Nesse tipo de sistema, denominados *on grid*, a rede elétrica pública já funciona como banco de armazenamento de energia – desempenhando papel similar ao de uma bateria no *off-grid*. Além de ter um custo mais baixo, a energia elétrica gerada que não é consumida de imediato pela unidade consumidora é injetada na rede elétrica pública e assim é gerado um crédito com a mesma, com validade de até 60 meses (RELLA, 2017).

Figura 10 - Produção de Energia em um SFCR



O modelo *on grid*, como é interligado à rede elétrica pública, carece de controle na quantidade de geração da concessionária e do consumidor/produzidor. Esse controle pode ser realizado a partir de duas formas: a primeira seria utilizando dois medidores unidirecionais, um para entrada de energia da rede para a edificação e outro da geração fotovoltaica para a rede. O segundo modo é válido nos locais em que o preço de compra e de geração é o mesmo. Nesse caso, um único medidor bidirecional mede a saída da geração excedente e a entrada de energia quando não tem geração fotovoltaica (DOS SANTOS, 2009).

Ainda, “por poderem contar com a rede elétrica pública como *back up* quando a demanda excede a geração, não há necessidade de superdimensionamento do sistema em períodos de baixa incidência solar”, como ocorre nos SFI, que devem considerar o pior caso de oferta solar, alavancando os custos da instalação (RÜTHER, 2004).

Tendo em vista que os Sistemas Fotovoltaicos Isolados são em torno de 30% mais caros em relação aos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (RÜTHER, 2004) e o presente

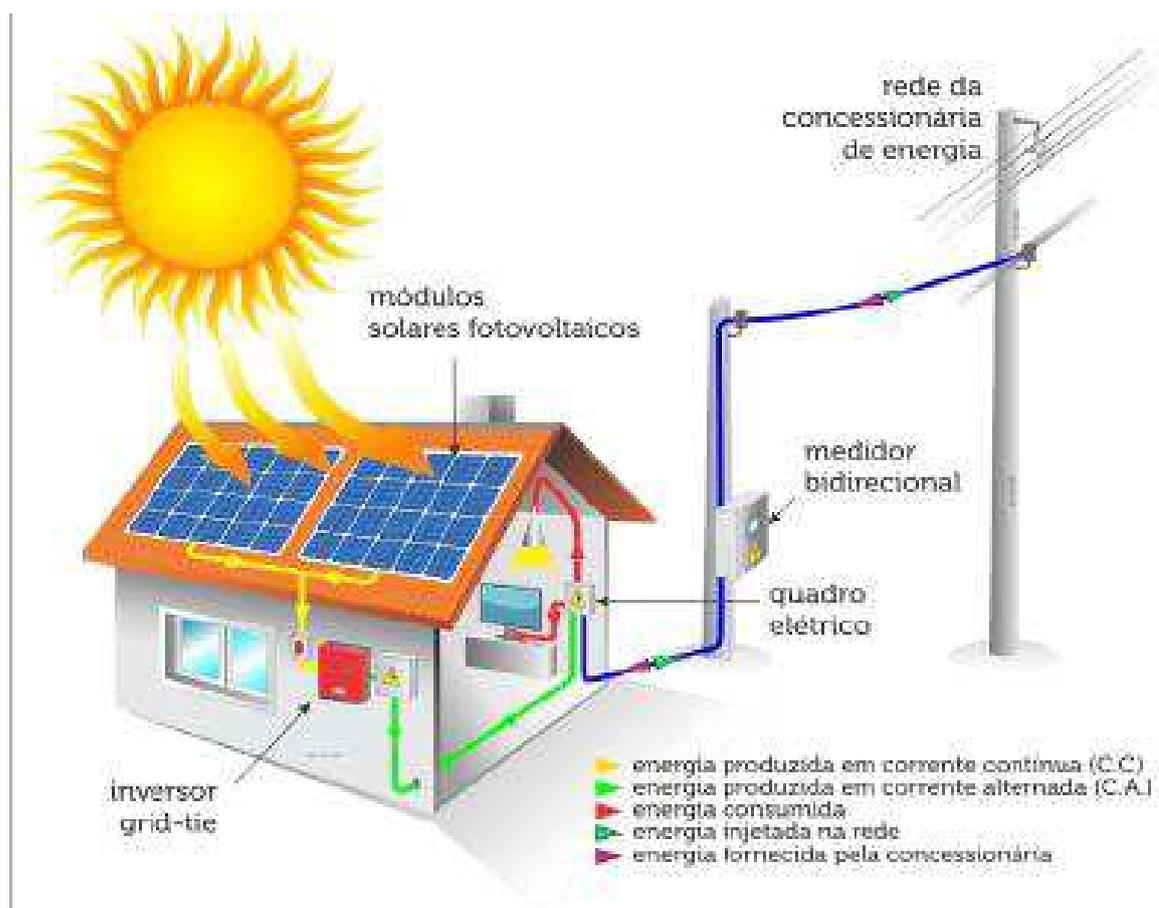
trabalho objetivar a aplicação em unidades habitacionais populares, o estudo contemplará somente a solução mais viável financeiramente.

#### 5.7.4 Componentes do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

Na construção civil, já estão bem estabelecidas as tecnologias necessárias para utilização dos painéis solares fotovoltaicos a projetos de construção convencional, como de uma unidade habitacional. Os dispositivos estão comercialmente disponíveis no mercado, e tendem a ter o valor reduzido à medida que forem mais usados. Em relação ao tipo de montagem, o sistema pode ser instalado sobre o telhado existente (RÜTHER, 2004).

Pode-se observar na Figura 11 alguns dos componentes essenciais para o funcionamento do sistema solar fotovoltaico de uma casa popular.

Figura 11 - Sistema de Geração Fotovoltaico Conectado à Rede



Fonte: TELLA, (2017)

Dentre esses, há de se destacar: módulos solares fotovoltaicos; sistema inversor; proteções; e sistemas de fixação.

#### 5.7.4.1 Módulos Solares Fotovoltaicos

Para o entendimento dos módulos solares, é necessário conhecimento prévio das células fotovoltaicas. As células fotovoltaicas são dispositivos semicondutores que convertem energia solar em energia elétrica (efeito fotovoltaico). Nos dias atuais, as células fabricadas a partir de lâminas de silício cristalino dominam o mercado e são as que apresentam maior eficiência, apesar de outras tecnologias estarem sendo desenvolvidas, como as células a partir de filmes finos (PINHO, GALDINO, 2014). É importante evidenciar que o silício é o segundo elemento mais abundante na superfície do planeta (RÜTHER, 2004).

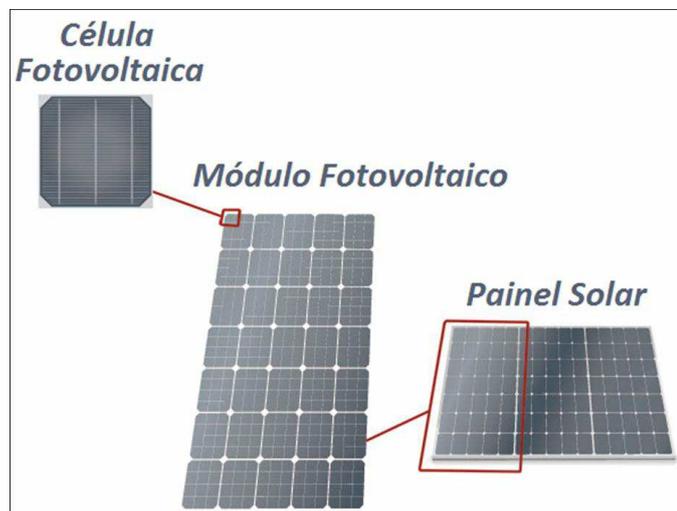
Como individualmente as células fotovoltaicas apresentam tensão considerada baixa (0,5 a 0,8 V), elas precisam ser conectadas para apresentarem tensão resultante superior. Um módulo fotovoltaico é formado por um conjunto de células fotovoltaicas conectadas de forma a produzir tensão e corrente suficientes para utilização da energia (encadeamento das células), além de preservá-las, tendo em vista que as células são extremamente frágeis e a estrutura modular é uma estrutura rígida que traz proteção mecânica e contra as intempéries (PINHO, GALDINO, 2014). A NBR 10.899 – Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia, traz um conceito mais simplificado quanto aos módulos fotovoltaicos, definindo-os como “unidade básica formada por um conjunto de células fotovoltaicas, interligadas e eletricamente e encapsuladas, como o objetivo de gerar energia elétrica”.

A Empresa Blue Sol Energia Solar afirma que os módulos são submetidos a: testes mecânicos (variação de temperatura entre  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $+85^{\circ}\text{C}$ , resistência a granizo, dentre outros) para determinação da resistência às intempéries; testes de isolamento (sob umidade e congelamento) para os elementos condutores e moldura; e testes de torção para detectar eventuais defeitos na montagem dos módulos em caso de estrutura inadequada. O processo de montagem pode ser feito de forma automática (em alta escala de produção) ou manufaturado.

A ordem de montagem é a seguinte: lâmina de vidro temperado; material orgânico; células conectadas; novamente o material orgânico – que pode ser EVA; e finalmente a cobertura. Segundo o Manual técnico da Portal Energia, as células são envelopadas por um material transparente e maleável com a função de proteção, além de garantir o isolamento elétrico entre elas. A parte exposta à luz (cobertura) deve ser feita com material que tenha elevada transmissão luminosa, para que a incidência solar seja aproveitada da melhor forma, sendo utilizado geralmente vidro com baixo teor de ferro (que permite penetração de 91% da luz), ou vidro solar anti-refletivo, recentemente desenvolvido que permite transmissão de luz na ordem de 96%.

Os módulos fotovoltaicos de silício cristalino que são encontrados no mercado apresentam tensões que vão até aproximadamente 37 V e correntes elétricas em torno de 8,5 A (VILLALVA, GAZOLI, 2012). A cerca da eficiência, é pertinente citar os cuidados quanto ao sombreamento. Como os módulos são comumente vinculados em série, uma pequena sombra pode reduzir e comprometer a eficiência de todo o sistema (RÜTHER, 2004). Assim como o módulo é um conjunto de células fotovoltaicas, o painel solar é composto por um conjunto de módulos fotovoltaicos, representados na Figura 12.

Figura 12 - Célula, módulo e painel fotovoltaicos



Fonte: Recicloteca, (2016)

#### 5.7.4.2 Sistema Inversor

O inversor (ou conversor) é o sistema responsável em converter a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos – que geram energia elétrica em corrente contínua e em tensão diferente daquela utilizada pelas redes concessionárias locais – em corrente alternada e sincronizada à frequência e tensão da rede. Para que a conexão com a rede esteja de acordo com as condições impostas pela concessionária, a tensão obtida deve satisfazer certas características tais como frequência, forma de onda.

Figura 13 - Inversor solar

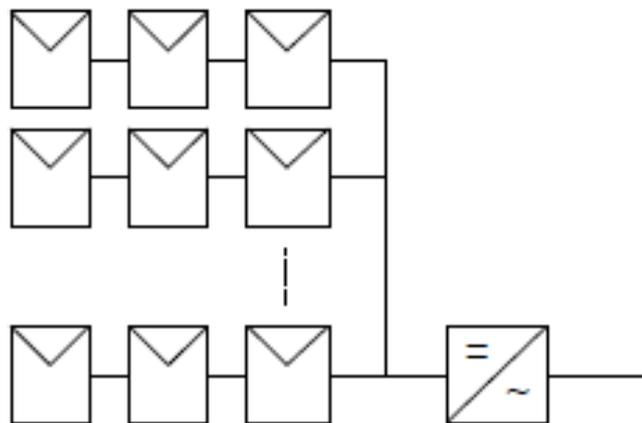


Fonte: Google Imagens.

No que tange a eficiência desse sistema, a utilização dispositivos eletrônicos modernos mostram que a conversão para corrente alternada apresenta perdas relativamente baixas. Afirma-se que um acréscimo de 1% na eficiência do inversor possibilitaria em 10% a mais de energia gerada ao longo de um ano (RÜTHER, 2004). Há diversos tipos de inversores que podem ser aplicados nos sistemas fotovoltaicos, dentre os quais se tem: o inversor central, *string*, multi-*string* ou ainda o módulo c.a.

O inversor central geralmente é utilizado em sistemas para potências de poucas centenas de kW, são módulos interligados em paralelo e que tem custos mais moderados, porém tem como desvantagem a dependência nesse conversor, que pode comprometer todo o sistema em caso de falha (ALMEIDA, 2012).

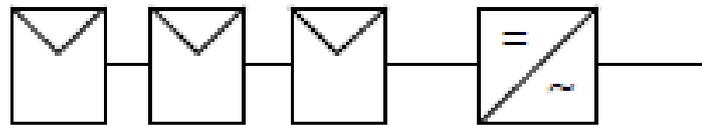
Figura 14 - Modelo de subsistema fotovoltaico com inversor central



Fonte: ALMEIDA, (2012)

O inversor *string* não dispõe de ligações em paralelo, o que reduz as perdas ocasionadas por sombreamento e possibilita que se tenha módulos com orientações diferentes, favorecendo melhor aproveitamento energético. Nesse caso, há necessidade de maior quantidade de inversores no sistema (ALMEIDA, 2012).

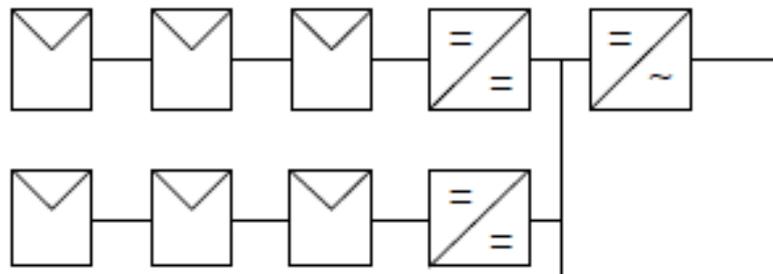
Figura 15 - Modelo de subsistema fotovoltaico com inversor string



Fonte: ALMEIDA, (2012)

O inversor multi-*string* é um subsistema provido de vários conversores c.c/c.c conectados cada um a uma série de módulos fotovoltaicos, permitindo maior controle de tensão em cada série, seguido de um único conversor central c.c./c.a (ALMEIDA, 2012).

Figura 16 - Modelo de subsistema fotovoltaico com inversor multi-string



Fonte: ALMEIDA, (2012)

Os módulos c.a. são módulos fotovoltaicos que apresentam micro-inversores agregados em sua estrutura, extinguindo as perdas resultantes da associação dos módulos (ALMEIDA, 2012).

Figura 17 - Modelo de subsistema fotovoltaico com módulos c.a



Fonte: ALMEIDA, (2012)

A escolha de um desses modelos está ligada diretamente a viabilidade econômica do cliente, tendo em vista que, quanto mais eficiente e seguro, mais caro fica o sistema (ALMEIDA, 2012).

#### 5.7.4.3 Proteções

Os inversores devem conter dispositivos de proteção em corrente contínua e corrente alternada, a título de exemplo: proteção contra curtos-circuitos, contra inversão de polaridade, contra sobrecargas. O cabeamento costuma ser protegido de sobrecorrentes com o uso de fusíveis (RÜTHER, 2004).

Quanto ao aterramento do sistema fotovoltaico, ele pode ter duas finalidades: a de segurança, que é obrigatória para proteger os usuários; e a funcional, que deve existir dependendo do tipo de módulo, já que alguns precisam estar com o terminal positivo ou negativo aterrado para seu correto funcionamento, além de que em certos casos é necessário estabilizar a tensão do sistema com relação ao terra. Para um sistema protegido, torna-se relevante também o uso de: relé de sincronismo, anti-ilhamento e um elemento de seccionamento e interrupção automático, acionado por proteção e/ou comando (ALMEIDA, 2012).

Um outro elemento importante no sistema de proteção são as chaves liga/desliga entre o painel fotovoltaico e o inversor e entre o inversor e a rede elétrica. Através delas, o sistema fotovoltaico pode ser desativado em necessidade de manutenção (ZILES, 2012). Desse modo, é fundamental a operação em ilha de um sistema fotovoltaico. Isso porque o ilhamento é um processo que ocorre quando o conversor injeta energia na rede enquanto esta estaria supostamente desenergizada, ocasionando em elevado risco de acidente aos operadores. No mais, o profissional ou a empresa responsável pela instalação do sistema fotovoltaico deve apresentar certificados ou declaração de fábrica de que os equipamentos foram submetidos a ensaios de acordo com as normas técnicas brasileiras ou normas internacionais, no caso da norma nacional não abranger determinado item (ALMEIDA, 2012).

#### 5.7.4.4 Sistemas de Fixação

A fixação é realizada a partir de suportes especiais que são presos às estruturas de sustentação do telhado (quando as telhas são de cerâmica, argila ou concreto) ou direto na própria telha, como a telha metálica. Além da função de suportar o peso das placas, o sistema de fixação também deve resistir à força dos ventos e evitar infiltrações na cobertura (NEOSOLAR, 2016). O cuidado com a impermeabilização deve existir tanto em relação ao sistema fotovoltaico quanto pela própria edificação (DI SOUZA, 2016).

Nas estruturas em telhado inclinado, sobretudo aquelas com telhas de argila, não se recomenda a utilização de ajustes para correção da inclinação, pois, apesar da orientação do painel permitir a maximização da captação de energia, haverá um esforço extra no telhado e o suporte terá que aguentar cargas mais elevadas proveniente dos ventos. Como o sol muda de posição durante as estações do ano, a melhor forma de compensar a dificuldade em receber os raios solares em determinado período seria fazendo essa consideração na fase de cálculos de projeto (DI SOUZA, 2016).

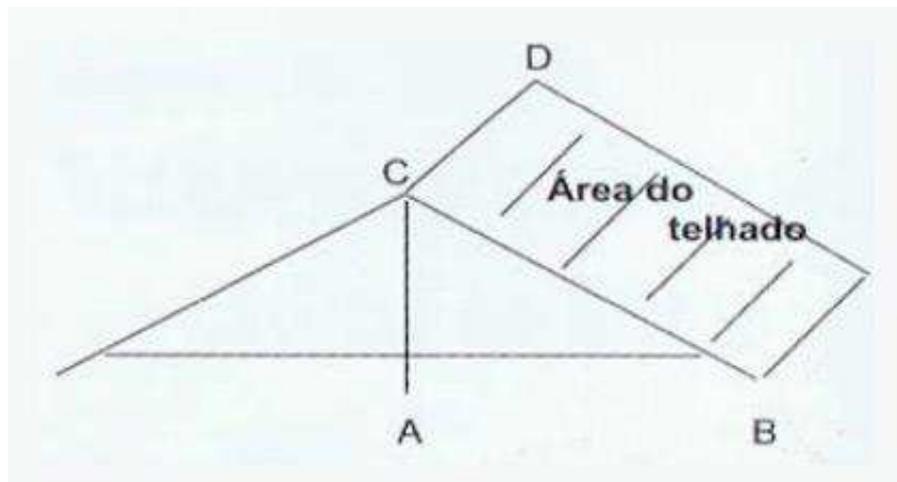
## 6 METODOLOGIA

O estudo de caso a seguir caracterizará casas populares unifamiliares, já existentes em um condomínio residencial em área urbana no estado do Maranhão, interligado à rede pública de rede elétrica. Será mostrada a localização do empreendimento, o layout da residência, mas sobretudo as características quanto à cobertura: estrutura do telhado e tipo de telha utilizada.

A importância dessas informações se dá no fato de que os painéis solares geralmente são instalados no telhado, logo há necessidade de saber que tipo de telha foi aplicada na cobertura (para considerar o correto sistema de fixação). Para mais, ter o conhecimento da área do telhado disponível é crucial na fase de planejamento para definição da produção energética desejada e conseqüente tamanho do sistema fotovoltaico a ser instalado, na verificação das áreas de sombreamento, dentre outros.

Como mostra a Figura 18, para calcular a área do telhado em uma água deve-se levar em consideração: a projeção do telhado (AB), que parte do eixo da cumeeira até uma das extremidades (sem considerar o beiral); o comprimento do telhado (BC) e a largura (CD).

Figura 18 - Área do telhado em uma água



Fonte: Cerâmica Alves, (2018)

A área do telhado ( $A_t$ ) é encontrada a partir da Equação 1:

$$A_t = BC \times CD \quad (1)$$

Sendo necessário saber a altura (AC) e a projeção de telhado (AB) para que seja possível o cálculo de BC através do Teorema de Pitágoras, conforme a Equação 2:

$$BC^2 = AC^2 + AB^2 \quad (2)$$

Os dados levantados em campo serão referentes ao consumo de energia elétrica dos moradores através do fornecimento de energia da concessionária local em um período de 6 meses. A média destes valores servirá de base para o dimensionamento correto dos painéis solares sobre o telhado do modelo proposto. Nesta etapa, alguns dados devem ser considerados: a potência máxima do módulo escolhido ( $P_{m\acute{a}x}$ ); a quantidade de horas de sol na região (H); a quantidade de dias em um mês e as perdas (%) do sistema. Com esses valores, encontra-se a energia mensal ( $Em\grave{e}s$ ) gerada por 1 módulo fotovoltaico por meio da Equação 3.

$$Em\grave{e}s = (P_{m\acute{a}x} \times H \times \text{dias} \times \%) / 1000 \text{ [kWh]} \quad (3)$$

Para o Maranhão, o Atlas Brasileiro de Energia Solar indica total diário de irradiação entre 4,75 e 5 kWh/m<sup>2</sup>dia, logo adotou-se o valor médio de 4,87 horas. Descoberta a geração deste único módulo, basta multiplicar pela quantidade de módulos necessários para alcançar a geração de energia elétrica desejada e concluir o dimensionamento do sistema como um todo – fazendo a devida consideração do aumento de consumo anual de 3,97%.

No que antecede as faturas (mensais e anuais) dos consumidores tanto com o sistema fotovoltaico quanto sem, é preciso identificar alguns parâmetros que influenciarão os cálculos subsequentes. Segundo a ANEEL, o valor da tarifa residencial (grupo B1) da CEMAR é R\$ 0,561/kWh sem impostos com vigência a partir de Agosto de 2017. Ainda de acordo com a autarquia reguladora, fazem parte dos tributos o PIS, COFINS e o ICMS, que chegam na ordem de 24% do valor total da tarifa. Desse modo, a tarifa no Estado do Maranhão custaria atualmente R\$ 0,74/kWh. Com o propósito de equiparar os valores quando a unidade consumidora residencial é atendida exclusivamente pela concessionária ou com uso simultâneo de painéis solares, será adotado período de 25 anos, que é o tempo de garantia de fábrica dos sistemas fotovoltaicos no mercado. Como se trata de período futuro, será utilizada no estudo uma progressão aritmética para estimar o preço de energia elétrica paga à concessionária ao longo desses 300 meses, tomando como base o aumento médio na tarifa residencial do Estado do Maranhão citado no presente trabalho, que é de 5,74% a.a.

Contudo, será descontado do percentual (%) de aumento da tarifa de energia valor referente ao IPCA (Índice de Preços ao Consumidor). Elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a série histórica aponta inflação média de 3,53% entre os últimos 20 anos (de 1997 a 2017). Logo, o aumento do valor tarifário considerado será de 2,21%. A inflação deve ser considerada tendo em vista que um determinado valor não terá o mesmo poder de compra se comparado daqui a 25 anos.

Para o consumidor que não dispõe da energia elétrica proveniente do sistema fotovoltaico, a fatura junto à CEMAR se dá pelo produto da tarifa de energia e o consumo naquele período. Caso adquira os painéis solares, podem ocorrer duas situações:

- a) Se o sistema gerar mais energia do que o utilizado pela unidade consumidora, haverá recompensa em forma de créditos para o consumidor (válidos por até 60 meses), e o valor da fatura seria o produto da tarifa de energia e a taxa de disponibilidade da concessionária – 30 kWh nessa circunstância, por se tratar de casa popular e conseqüentemente sistema monofásico.
- b) Se o consumo for superior ao injetado na rede, utilizam-se os créditos (enquanto tiver) para continuar pagando o mesmo valor sobredito; senão a fatura será o produto da tarifa e a diferença entre o consumido e o produzido.

Se no contexto acima for comprovado que existe economia com o uso de sistema fotovoltaico, haverá um levantamento para verificar em quanto tempo se recupera o investido e começa a se aproveitar do benefício. À posteriori, será realizada a análise de custos a partir da simulação do financiamento do sistema fotovoltaico nos moldes do que foi mencionado nos “Objetivos específicos”, sendo:

1. Unidade habitacional popular atendida exclusivamente pela concessionária de energia;
2. Unidade habitacional popular atendida pela concessionária local e por painéis solares incluídos no financiamento do imóvel;
3. Unidade habitacional popular atendida pela concessionária local e por painéis solares não incluídos no financiamento do imóvel;

Para a simulação de financiamento do imóvel será adotada a plataforma online disponibilizada no site da Caixa Econômica Federal, tendo em vista que este é o agente bancário que mais participa de políticas públicas no Brasil e também é responsável pelo financiamento

do empreendimento. Do mesmo modo será feita simulação considerando o valor o sistema fotovoltaico junto com o valor do imóvel, nas condições do Programa Minha Casa Minha Vida. As outras plataformas utilizadas para financiamento do painel solar serão as do Portal Solar e do Consorcio Nacional Solar.

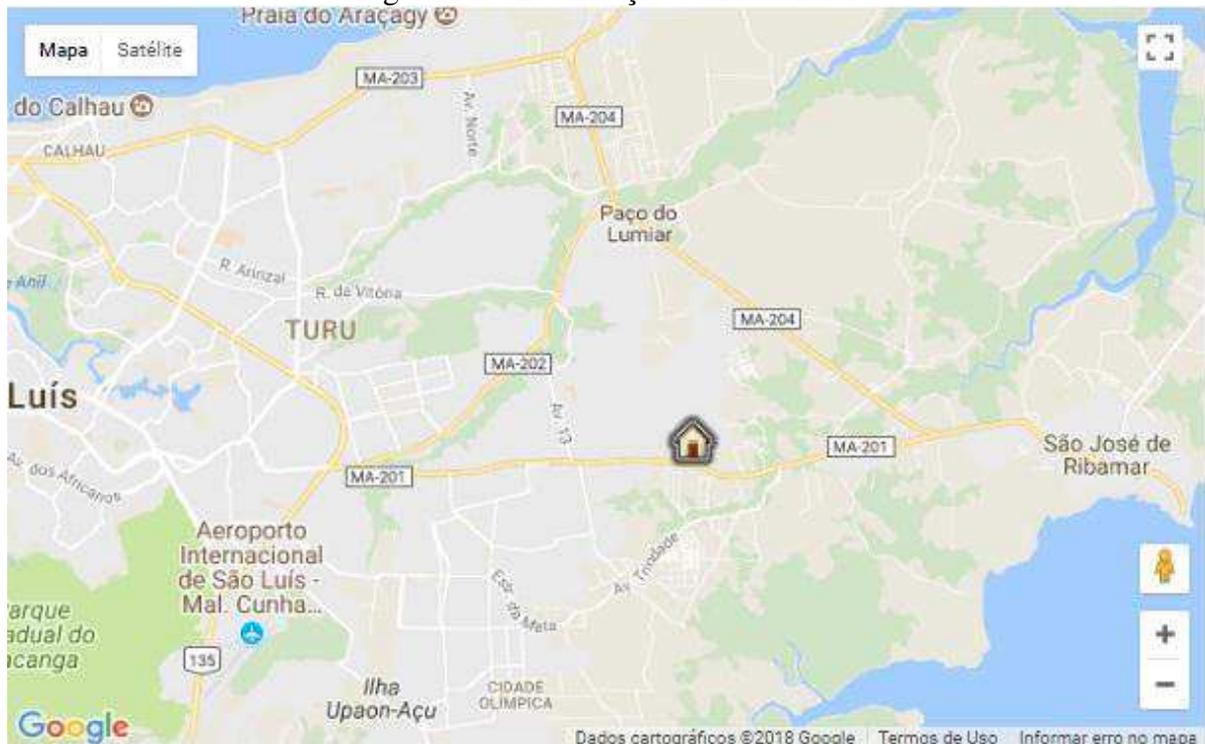
Apesar de outros importantes agentes bancários também terem linhas de crédito para o uso de energia solar, como o Banco do Brasil, o BNDES, o Banco do Nordeste e o próprio Construcard da CEF (citado no presente trabalho), as plataformas de simulação online destes são realizadas somente para Pessoas Jurídicas, o que inviabilizou a utilização dos mesmos.

## 7 ESTUDO DE CASO

### 7.1 Características do empreendimento

O empreendimento está localizado na Estrada de Ribamar – MA 201, no município de São José de Ribamar – MA, região metropolitana da Grande São Luís.

Figura 19 - Localização do residencial



Fonte: Google Maps, (2018)

O residencial é constituído de 98 unidades habitacionais horizontais unifamiliares integrantes do PMCMV e apresentam os seguintes cômodos: sala estar/jantar, cozinha, área de serviço, hall de circulação, dois quartos, um banheiro e uma vaga de garagem. A área de cada lote é de 162,00 m<sup>2</sup> (9,00m x 18,00m), com área construída de 45,55 m<sup>2</sup>.

Quanto à cobertura, toda a estrutura do telhado é de madeira de lei, composta por terças, caibros e ripas. Além disso, foi executada em telha cerâmica.

Figura 20 - Layout de uma unidade residencial do empreendimento



Fonte: Google Imagens, (2018)

Conforme pode ser observado nas plantas de Cobertura e Cortes AA' e BB' (Anexo C), a água com maiores dimensões da cobertura apresenta uma platibanda, que poderia causar sombreamento e diminuir a eficiência do sistema. Logo, o cálculo foi realizado sobre a menor água. Ao observar estas plantas, pode-se verificar que a altura (AC) é de 1,36 m, a projeção de telhado (AB) tem 2,38 m e a largura (CD) é de 7,30 m. Portanto, o comprimento do telhado (BC) segundo a Equação 2 é:

$$BC^2 = AC^2 + AB^2 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$BC^2 = 1,36^2 + 2,38^2$$

$$BC^2 = 1,8496 + 5,6644$$

$$BC = \sqrt{(7,514)}$$

$$BC = 2,75 \text{ m.}$$

E conseqüentemente, conforme a Equação 1, a área do telhado (At) disponível é de:

$$At = BC \times CD \quad (\text{Eq. 1})$$

$$At = 2,75 \times 7,30$$

$$At = 20,075 \text{ m}^2.$$

## 7.2 Dados levantados

Após visita ao empreendimento, foi recolhido o consumo de energia elétrica dos últimos 6 meses de 5 moradores – apresentado no Anexo A –, para cálculo do consumo médio, que ficou na ordem de 130 kWh/mês, como demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo médio de energia elétrica no Residencial

UNIDADE HABITAC.	CONSUMO (kWh)					
	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6
<b>1</b>	110	117	117	105	106	128
<b>2</b>	85	93	99	105	119	121
<b>3</b>	228	342	303	224	237	274
<b>4</b>	57	54	77	73	68	57
<b>5</b>	137	118	119	114	86	52
<b>MÉDIA</b>	123,4	144,8	143	124,2	123,2	126,4
<b>CONSUMO MÉDIO TOTAL (kWh/mês)</b>						<b>130,83</b>

Fonte: Autor, (2018)

Baseado no consumo médio encontrado e considerando os modelos de módulos fotovoltaicos disponíveis no mercado, optou-se por um módulo de 320 W de potência máxima da Canadian Solar, fabricante líder em módulos fotovoltaicos no mundo.

Figura 21 - Módulo fotovoltaico CS6U-320 P



Fonte: Catálogo Canadian Solar

O módulo de 320 W, no que tange a equação 3, produz para o Estado do Maranhão em torno de 37 kWh/mês, já que para efeito de projeto deve-se adotar a quantidade média de horas de insolação e a eficiência do mesmo. Logo, o sistema fotovoltaico foi dimensionado com 4 módulos e 1 inversor *grid-tie*, constituindo geração de energia por volta de 150 kWh/mês.

Tabela 5 - Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

<b>DADOS:</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
HORAS DE SOL – MA	H	4,87
MÓDULO	W	320
PERDAS	%	0,8
MÊS	Dias	30
ENERGIA GERADA POR 1 MÓDULO	kWh/mês	37,40
Nº MÓDULOS	Und	4
Nº INVERSORES	Und	1
POTÊNCIA INSTALADA	kWp	1,28
<b>ENERGIA MENSAL</b>	<b>kWh</b>	<b>149,61</b>

Fonte: Autor, (2018)

Para um sistema desse porte, a área ocupada por ele seria próxima de 10 m<sup>2</sup>, o que não seria problema já que o telhado tem uma área com mais de 20 m<sup>2</sup> disponíveis. Além disso, o preço médio desse painel solar ficaria entre R\$ 10.416,66 e 12.500,00, em concordância com a simulação feita no Portal Solar (Anexo B), tendo em vista que não há composição de custo no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

Após o dimensionamento do sistema, pode-se fazer a análise comparativa das faturas para as unidades que seriam atendidas exclusivamente pela concessionária ou com contribuição simultânea do painel fotovoltaico. O aumento médio anual de consumo e da tarifa de energia são de 3,97% e 5,74%, respectivamente. Para a produção de energia elétrica através do painel fotovoltaico, considerou-se perda de 2,5% no primeiro ano e de 0,70% para os demais anos baseado na performance garantida pela Canadian Solar para módulos fotovoltaicos policristalinos, sendo assim atendendo a condição de garantia de gerar acima de 80% do produzido inicialmente ao decorrer do período de 25 anos, como indica a própria fabricante. A Tabela 6 mostra o consumo mensal no período de 25 anos, quanto de energia e crédito seriam gerados com o uso de painéis solares e as faturas mensais com e sem o sistema fotovoltaico.

Tabela 6 - Consumo e fatura mensais

ANO	CONSUMO MENSAL (kWh)	COM FOTOVOLTAICO		VALOR TARIFA (R\$)	SEM FOTOVOLTAICO	COM FOTOVOLTAICO
		INJETADO MENSAL (kWh)	CRÉDITO MENSAL (kWh)		FATURA MENSAL (R\$)	FATURA MENSAL (R\$)
2018	130,83	145,87	15,03	0,74	96,58	22,14
2019	136,03	144,85	8,82	0,75	102,63	22,63
2020	141,43	143,83	2,40	0,77	109,06	23,13
2021	147,04	142,82	0,00	0,79	115,89	23,64
2022	152,88	141,82	0,00	0,81	123,15	24,17
2023	158,95	140,83	0,00	0,82	130,87	24,70
2024	165,26	139,85	0,00	0,84	139,06	25,24
2025	171,82	138,87	0,00	0,86	147,78	28,34
2026	178,64	137,90	0,00	0,88	157,04	35,82
2027	185,73	136,93	0,00	0,90	166,87	43,85
2028	193,11	135,97	0,00	0,92	177,33	52,47
2029	200,77	135,02	0,00	0,94	188,44	61,72
2030	208,74	134,07	0,00	0,96	200,25	71,63
2031	217,03	133,14	0,00	0,98	212,79	82,26
2032	225,65	132,20	0,00	1,00	226,12	93,64
2033	234,61	131,28	0,00	1,02	240,29	105,83
2034	243,92	130,36	0,00	1,05	255,35	118,88
2035	253,60	129,45	0,00	1,07	271,35	132,84
2036	263,67	128,54	0,00	1,09	288,35	147,78
2037	274,14	127,64	0,00	1,12	306,41	163,74
2038	285,02	126,75	0,00	1,14	325,61	180,81
2039	296,34	125,86	0,00	1,17	346,01	199,05
2040	308,10	124,98	0,00	1,19	367,69	218,54
2041	320,33	124,10	0,00	1,22	390,73	239,35
2042	333,05	123,24	0,00	1,25	415,21	261,57

Fonte: Autor, (2018)

No caso de adotar a solução de aproveitamento da energia solar, a geração de energia elétrica seria superior ao consumido de 2018 a 2020, o que geraria crédito para o morador. Assim, o pagamento da fatura seria referente exclusivamente à taxa de disponibilidade da concessionária, no valor de 30 kWh por se tratar de sistema monofásico. Desse modo, é perceptível que desde o primeiro mês o consumidor teria economia de R\$ 74,44, valor esse resultando da diferença entre R\$ 96,58 e R\$ 22,14. Ainda que a unidade consumidora gere menos energia do que utiliza durante o mês, se esse valor for inferior a 30 kWh, não há necessidade de uso dos créditos acumulados, tendo em vista que o morador já paga por ter a energia elétrica da CEMAR acessível. A Tabela 7 apresenta o consumo anual e os créditos obtidos ao longo dos 25 anos, lembrando que, conforme a ANEEL, decorridos 60 meses o crédito é expirado.

Tabela 7 - Consumo anual (com e sem sistema fotovoltaico)

ANO	CONSUMO ANUAL (kWh)	INJETADO ANUAL (kWh)	COM FOTOVOLTAICO		
			CRÉDITO (kWh)		
			ANUAL	EXPIRADO	ACUMULADO
2018	1570,00	1750,39	180,39		180,39
2019	1632,33	1738,14	105,81		286,21
2020	1697,13	1725,98	28,84		315,05
2021	1764,51	1713,89	0,00		315,05
2022	1834,56	1701,90	0,00		315,05
2023	1907,39	1689,98	0,00	180,39	134,66
2024	1983,12	1678,15	0,00	105,81	28,84
2025	2061,84	1666,41	0,00	28,84	0,00
2026	2143,70	1654,74	0,00	0,00	0,00
2027	2228,80	1643,16	0,00	0,00	0,00
2028	2317,29	1631,66	0,00	0,00	0,00
2029	2409,28	1620,23	0,00	0,00	0,00
2030	2504,93	1608,89	0,00	0,00	0,00
2031	2604,38	1597,63	0,00	0,00	0,00
2032	2707,77	1586,45	0,00	0,00	0,00
2033	2815,27	1575,34	0,00	0,00	0,00
2034	2927,04	1564,31	0,00	0,00	0,00
2035	3043,24	1553,36	0,00	0,00	0,00
2036	3164,06	1542,49	0,00	0,00	0,00
2037	3289,67	1531,69	0,00	0,00	0,00
2038	3420,27	1520,97	0,00	0,00	0,00
2039	3556,06	1510,32	0,00	0,00	0,00
2040	3697,23	1499,75	0,00	0,00	0,00
2041	3844,01	1489,25	0,00	0,00	0,00
2042	3996,62	1478,83	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autor, (2018)

A partir do momento que o consumo é superior à energia injetada na rede e supera tanto a taxa de 30 kWh quanto os créditos acumulados, o consumidor passa a arcar com a fatura cobrada sobre a diferença entre energia consumida e a gerada pelo painel solar. Na análise da Tabela 8, comparação das faturas com o sistema fotovoltaico e sem ele, constata-se que o uso da energia solar gera economia em relação às tarifas pagas à concessionária ao longo dos 25 anos que ultrapassam R\$ 37.000,00.

Tabela 8 - Comparativo das faturas anuais (com e sem sistema fotovoltaico)

	<b>SEM FOTOVOLTAICO</b>	<b>COM FOTOVOLTAICO</b>	
<b>ANO</b>	<b>FATURA ANUAL (R\$)</b>	<b>FATURA ANUAL (R\$)</b>	<b>DIFERENÇA ANUAL (R\$)</b>
2018	1158,91	265,74	893,17
2019	1231,52	271,60	959,91
2020	1308,68	277,60	1031,08
2021	1390,67	283,73	1106,94
2022	1477,80	289,99	1187,81
2023	1570,39	296,39	1273,99
2024	1668,78	302,94	1365,84
2025	1773,33	340,10	1433,22
2026	1884,43	429,82	1454,61
2027	2002,50	526,18	1476,32
2028	2127,96	629,62	1498,35
2029	2261,28	740,58	1520,70
2030	2402,96	859,56	1543,40
2031	2553,51	987,09	1566,43
2032	2713,50	1123,70	1589,80
2033	2883,51	1269,98	1613,52
2034	3064,17	1426,57	1637,60
2035	3256,15	1594,11	1662,04
2036	3460,16	1773,32	1686,84
2037	3676,94	1964,93	1712,01
2038	3907,32	2169,76	1737,56
2039	4152,12	2388,64	1763,48
2040	4412,26	2622,47	1789,80
2041	4688,71	2872,20	1816,51
2042	4982,47	3138,85	1843,61
<b>TOTAL</b>	<b>66010,01</b>	<b>28845,47</b>	<b>37164,54</b>

Fonte: Autor, (2018)

Constatada significativa economia na conta de energia elétrica para unidades habitacionais populares com as condições estabelecidas, a tabela 9 mostra que os moradores dessas casas recuperariam o investimento dos painéis solares de R\$ 12.500,00 no 11º ano, tendo mais 14 anos de saldo positivo. É importante ressaltar que a economia citada acima é resultante do comparativo de valores pagos à CEMAR entre o fornecimento convencional e o aproveitamento da fonte solar, e refere-se somente às faturas de energia elétrica do consumidor, não considerando ainda o financiamento do imóvel e/ou sistema fotovoltaico.

Tabela 9 - Fluxo de caixa do Sistema Fotovoltaico

ANO	INVESTIMENTO	ECONOMIA	FLUXO DE CAIXA	FC ACUMULADO
0	R\$ 12.500,00		-R\$ 12.500,00	-R\$ 12.500,00
1	R\$ -	R\$ 893,17	R\$ 893,17	-R\$ 11.606,83
2	R\$ -	R\$ 959,91	R\$ 959,91	-R\$ 10.646,92
3	R\$ -	R\$ 1.031,08	R\$ 1.031,08	-R\$ 9.615,84
4	R\$ -	R\$ 1.106,94	R\$ 1.106,94	-R\$ 8.508,90
5	R\$ -	R\$ 1.187,81	R\$ 1.187,81	-R\$ 7.321,09
6	R\$ -	R\$ 1.273,99	R\$ 1.273,99	-R\$ 6.047,10
7	R\$ -	R\$ 1.365,84	R\$ 1.365,84	-R\$ 4.681,26
8	R\$ -	R\$ 1.433,22	R\$ 1.433,22	-R\$ 3.248,04
9	R\$ -	R\$ 1.454,61	R\$ 1.454,61	-R\$ 1.793,43
10	R\$ -	R\$ 1.476,32	R\$ 1.476,32	-R\$ 317,11
11	R\$ -	R\$ 1.498,35	R\$ 1.498,35	R\$ 1.181,23
12	R\$ -	R\$ 1.520,70	R\$ 1.520,70	R\$ 2.701,94
13	R\$ -	R\$ 1.543,40	R\$ 1.543,40	R\$ 4.245,34
14	R\$ -	R\$ 1.566,43	R\$ 1.566,43	R\$ 5.811,76
15	R\$ -	R\$ 1.589,80	R\$ 1.589,80	R\$ 7.401,56
16	R\$ -	R\$ 1.613,52	R\$ 1.613,52	R\$ 9.015,09
17	R\$ -	R\$ 1.637,60	R\$ 1.637,60	R\$ 10.652,69
18	R\$ -	R\$ 1.662,04	R\$ 1.662,04	R\$ 12.314,73
19	R\$ -	R\$ 1.686,84	R\$ 1.686,84	R\$ 14.001,57
20	R\$ -	R\$ 1.712,01	R\$ 1.712,01	R\$ 15.713,58
21	R\$ -	R\$ 1.737,56	R\$ 1.737,56	R\$ 17.451,14
22	R\$ -	R\$ 1.763,48	R\$ 1.763,48	R\$ 19.214,62
23	R\$ -	R\$ 1.789,80	R\$ 1.789,80	R\$ 21.004,42
24	R\$ -	R\$ 1.816,51	R\$ 1.816,51	R\$ 22.820,93
25	R\$ -	R\$ 1.843,61	R\$ 1.843,61	R\$ 24.664,54

Fonte: Autor, (2018)

### 7.3 Financiamento

De acordo com a visita realizada em campo que foram levantados os consumos dos moradores, as unidades habitacionais que participaram da amostra tinham em grande maioria 2 pessoas participantes na composição da renda, e renda média familiar de R\$ 3750,00, enquadrando-se na Faixa 2 do Programa Minha Casa Minha Vida. Essas informações são importantes para simulação do financiamento do imóvel junto à Caixa Econômica Federal.

O valor da unidade habitacional é de R\$ 117.000,00, segundo catálogo de venda da construtora. Logo, considerando que o sistema fotovoltaico custa R\$ 12.500,00, o valor do imóvel seria de R\$ 129.500,00.

Nessas condições, a Tabela 10 indica que desde o primeiro mês, ainda que a prestação da casa seja superior, o valor pago pelo morador seria menor com a tecnologia solar

do que com fornecimento de energia elétrica. Considerando 25 anos de financiamento pelo PMCMV, o total pago ao final desse período representaria para os painéis solares redução de gastos na ordem de R\$ 13.000,00.

Tabela 10 - Financiamento do Sistema Fotovoltaico através do PMCMV

<b>FINANCIAMENTO CEF</b>		
<b>-</b>	<b>IMÓVEL</b>	<b>IMÓVEL COM FOTVOLTAICO</b>
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>	117.000,00	129.500,00
<b>FINANCIADO (R\$)</b>	93.600,00	103.600,00
<b>ENTRADA (R\$)</b>	21.755,00	24.255,00
<b>SUBSÍDIO (R\$)</b>	1.645,00	1.645,00
<b>PRESTAÇÃO (R\$)</b>	648,53	719,32
<b>CONTA DE ENERGIA (R\$)</b>	96,58	22,14
<b>TOTAL 1º MÊS (R\$)</b>	745,11	741,46
<b>TOTAL PAGO NO FINANCIAMENTO (R\$)</b>	194.559,00	215.796,00
<b>TOTAL PAGO NA CONTA DE LUZ (R\$)</b>	66.010,01	28.845,47
<b>ENTRADA (R\$)</b>	21.755,00	24.255,00
<b>TOTAL PAGO EM 25 ANOS (R\$)</b>	282.324,01	268.896,47

Fonte: Autor, (2018)

Em um segundo caso, a Tabela 11 traz o financiamento do imóvel e do sistema solar separadamente, onde o primeiro seguirá as mesmas diretrizes do PMCMV e o segundo foi financiado integralmente pelo Portal Solar. É possível perceber que os valores das prestações inicialmente ficam maiores se comparadas à situação anterior, e isso ocorre em detrimento do sistema fotovoltaico ser financiado em um período de 36 meses somente. Embora o total pago pelo morador nestes 3 primeiros anos seja superior, ao final dos 25 anos o valor desembolsado seria favorável.

Tabela 11 - Financiamento do Sistema Fotovoltaico através do Portal Solar

DADOS	CEF	PORTAL SOLAR
	IMÓVEL	FV
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>	117.000,00	12.500,00
<b>FINANCIADO (R\$)</b>	93.600,00	12.500,00
<b>ENTRADA (R\$)</b>	21.755,00	0,00
<b>SUBSÍDIO (R\$)</b>	1.645,00	0,00
<b>PRESTAÇÃO (R\$)</b>	648,53	466,17
<b>CONTA DE ENERGIA (R\$)</b>	-	22,14
<b>TOTAL 1º MÊS (R\$)</b>		<b>1.136,84</b>
<b>TOTAL PAGO NO FINANCIAMENTO (R\$)</b>	<b>194.559,00</b>	<b>16.782,12</b>
<b>TOTAL PAGO NA CONTA DE LUZ (R\$)</b>		<b>28.845,47</b>
<b>ENTRADA (R\$)</b>	21.755,00	-
<b>TOTAL PAGO EM 25 ANOS (R\$)</b>		<b>261.941,59</b>

Fonte: Autor, (2018)

Por fim, a última forma de financiamento do sistema fotovoltaico foi por meio do Consórcio Nacional Solar, que é o mais famoso consórcio nesse segmento no Brasil. Assim como o Portal Solar, o financiamento é de 36 meses e apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Financiamento do Sistema Fotovoltaico através do Consórcio Nacional

DADOS	CEF	CONSORCIO SOLAR
	IMÓVEL	FV
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>	117.000,00	12.500,00
<b>FINANCIADO (R\$)</b>	93.600,00	12.500,00
<b>ENTRADA (R\$)</b>	21.755,00	0,00
<b>SUBSÍDIO (R\$)</b>	1.645,00	0,00
<b>PRESTAÇÃO (R\$)</b>	648,53	413,97
<b>CONTA DE ENERGIA (R\$)</b>		22,14
<b>TOTAL 1º MÊS (R\$)</b>		<b>1.084,64</b>
<b>TOTAL PAGO NO FINANCIAMENTO (R\$)</b>	<b>194.559,00</b>	<b>14.902,92</b>
<b>TOTAL PAGO NA CONTA DE LUZ (R\$)</b>		<b>28.845,47</b>
<b>ENTRADA (R\$)</b>	21.755,00	
<b>TOTAL PAGO EM 25 ANOS (R\$)</b>		<b>260.062,39</b>

Fonte: Autor, 2018

## 8 RESULTADOS

Diante das informações apresentadas nas Tabelas 10, 11 e 12, é possível verificar que, em termos monetários, temos a seguinte sequência das soluções mais vantajosas às menos vantajosas: sistema fotovoltaico financiado pelo consórcio; sistema fotovoltaico financiado pelo Portal Solar; sistema fotovoltaico financiado dentro do PMCMV e; imóvel atendido exclusivamente pela concessionária.

Entretanto, os resultados obtidos devem ser analisados com aspecto mais criterioso do que tão somente pelo valor numérico, a julgar por tratarmos de famílias com receitas populares. Deve-se levar em consideração:

- a. No financiamento pelo Consórcio Solar a parcela mensal nos 3 primeiros anos fica bem mais elevada do que os financiamentos feitos pelo Programa Minha Casa Minha Vida, e no presente trabalho foi considerado que o beneficiário foi contemplado logo no primeiro ano. Logo, caso o morador seja premiado somente no segundo ou terceiro ano, é possível que o valor final ultrapasse o do Portal Solar.
- b. O Portal Solar, assim como o Consórcio, apresenta parcelas que podem ser inviáveis para os moradores desse residencial ao longo dos 3 primeiros anos, contudo é uma das opções mais viáveis se observado o período de 25 anos.
- c. O sistema fotovoltaico financiado pelo programa do Governo Federal junto com o imóvel, teria parcelas mais acessíveis inclusive do que considerando financiamento somente da casa, entretanto requer uma entrada maior para aquisição do imóvel.

De qualquer forma, a utilização de painéis solares se mostra com aspectos positivos tanto para o meio ambiente, por ser ambientalmente sustentável, quanto para os cidadãos que terão economias proveniente de energia elétrica e conseqüentemente situações financeiras melhores. A Tabela 13 traz um balanço de quanto o morador gastará por ano em cada tipo de financiamento, na qual será possível ver que o financiamento do imóvel com atendimento de energia elétrica exclusivamente da CEMAR é mais acessível somente nos primeiros anos. Em 2026 o financiamento do imóvel e do sistema fotovoltaico através do PMCMV já se mostra mais barato, enquanto o financiamento da tecnologia fotovoltaica pelo Portal Solar e pelo Consorcio Nacional Solar se tornam mais viáveis em 2031 e 2029, respectivamente.

Tabela 13 - Balanço dos gastos anuais em cada financiamento

<b>ANO</b>	<b>PMCMV – IMÓVEL (R\$)</b>	<b>PMCMV - IMÓVEL + FV (R\$)</b>	<b>IMÓVEL + PORTAL SOLAR (R\$)</b>	<b>IMÓVEL + CONSÓRCIO SOLAR (R\$)</b>
<b>2018</b>	30.696,3	33.152,6	35.397,1	34.770,7
<b>2019</b>	39.710,1	42.056,0	49.045,1	47.792,3
<b>2020</b>	48.801,2	50.965,5	62.699,1	60.819,9
<b>2021</b>	57.974,2	59.881,0	70.765,2	68.886,0
<b>2022</b>	67.234,4	68.802,9	78.837,6	76.958,4
<b>2023</b>	76.587,1	77.731,1	86.916,3	85.037,1
<b>2024</b>	86.038,2	86.665,9	95.001,6	93.122,4
<b>2025</b>	95.593,9	95.637,8	103.124,1	101.244,9
<b>2026</b>	105.260,7	104.699,5	111.336,3	109.457,1
<b>2027</b>	115.045,6	113.857,5	119.644,8	117.765,6
<b>2028</b>	124.955,9	123.119,0	128.056,8	126.177,6
<b>2029</b>	134.999,6	132.491,4	136.579,7	134.700,5
<b>2030</b>	145.184,9	141.982,8	145.221,7	143.342,5
<b>2031</b>	155.520,7	151.601,7	153.991,1	152.111,9
<b>2032</b>	166.016,6	161.357,2	162.897,2	161.018,0
<b>2033</b>	176.682,5	171.259,1	171.949,5	170.070,3
<b>2034</b>	187.529,0	181.317,5	181.158,4	179.279,2
<b>2035</b>	198.567,5	191.543,4	190.534,9	188.655,7
<b>2036</b>	209.810,0	201.948,6	200.090,6	198.211,4
<b>2037</b>	221.269,3	212.545,4	209.837,9	207.958,7
<b>2038</b>	232.959,0	223.347,0	219.790,0	217.910,8
<b>2039</b>	244.893,5	234.367,4	229.961,0	228.081,8
<b>2040</b>	257.088,1	245.621,7	240.365,8	238.486,6
<b>2041</b>	269.559,2	257.125,8	251.020,4	249.141,2
<b>2042</b>	282.324,0	268.896,5	261.941,6	260.062,4

Fonte: Autor, (2018)

## 9 CONCLUSÃO

A energia solar é uma fonte que está disponível a todos, porém seu aproveitamento para geração de energia elétrica é através de uma tecnologia com custo relativamente alto, que pode ser considerado um dos principais imbróglis para adoção de painéis solares em habitações, sobretudo para comunidades de baixa renda. Os programas governamentais e políticas públicas são fundamentais para tornar os sistemas fotovoltaicos mais acessíveis, como se pôde observar com o ocorrido na Alemanha desde a última década do século passado. Ainda, se os governistas conseguirem vincular o uso da energia fotovoltaica com os projetos de habitação existentes, à exemplo do Programa Minha Casa Minha Vida, estarão combatendo mais um problema social brasileiro, levando em conta que o déficit habitacional no país, especialmente no Maranhão, é uma realidade.

A possibilidade de inserção da tecnologia fotovoltaica por geração distribuída na sociedade representa grande avanço socioeconômico e ambiental, haja vista que as próprias unidades consumidoras produziram a energia elétrica, reduzindo as perdas e adiando eventuais investimentos em linhas de transmissão e distribuição de geração centralizada e reduzindo os impactos ambientais destes sistemas que demandam disponibilidade de grandes áreas, já que podem ser instaladas em telhados e não comprometem nenhuma área útil. Assim, os cidadãos poderiam ter qualidade de vida mais digna e obteriam retorno econômico do valor investido, além de desenvolverem consciência sustentável.

Ora, o Brasil é ainda por cima um país privilegiado no que diz respeito à radiação solar, com destaque para o Nordeste. Por estar em proximidade da Linha do Equador e consequentemente em uma zona intertropical, a incidência de irradiação solar é maior, aumentando o potencial da tecnologia fotovoltaica nessa região do país. Deve-se atentar ao fato de quanto mais disseminado o sistema fotovoltaico estiver, a produção em grande escala tenderá à diminuição de custos e a viabilidade técnico-econômica será cada vez mais acentuada.

Em obras residenciais integrantes ao PMCMV, as unidades habitacionais apresentam como característica a repetitividade de serviços, já que seguem um padrão. Logo, é mais uma oportunidade de viabilizar a implantação dos painéis solares. O presente trabalho mostrou que para o consumo obtido nas casas localizadas no Estado do Maranhão todas as soluções envolvendo aquisição de imóvel e sistemas fotovoltaicos – seja financiamento na íntegra pelo programa governamental, seja financiamento da tecnologia solar por terceiros (consórcios, empresas etc) – são mais viáveis economicamente do que adquirir somente o

imóvel e ser abastecido tão somente pelo concessionária de energia elétrica, que podem ter reajustes tarifários e sofrem atualmente com o Sistema de Bandeiras Tarifárias, estabelecido desde 2015 que em função das condições de geração, podem crescer no valor da energia repassada ao consumidor final, como indica a ANEEL.

No mais, a energia elétrica gerada a partir dos kits fotovoltaicos são provenientes do sol, que é uma fonte de energia gratuita, abundante e limpa, que reduz a emissão de gases do efeito estufa. Além de valorizar o imóvel, é considerada de fácil instalação e os sistemas funcionam por no mínimo 25 anos, tempo de garantia de fábrica em relação a eficiência dos módulos. Nessas diretrizes, o uso da energia solar tem potencial, inclusive, para substituir gradativamente o uso de outras fontes de energia como a de combustíveis fósseis, que liberam gases no ar que prejudicam tanto os organismos vivos quanto o ambiente; e a hidroelétrica, que embora seja uma energia considerada limpa, causa muitos problemas pelo impacto socioambiental mediante sua instalação e operação, dentre os quais estão a mudança climática, inundações, migração de pessoas e animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. P. **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. Orientador Roberto Zilles. São Paulo, 171 f.: il.: 30 cm, 2012.

ANEEL. **Conteúdo Educativo**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: < [www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas](http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas) >. Acesso em 15 de Maio de 2018.

ANEEL. **Geração Distribuída: Micro e Minigeração Distribuídas**. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2015. Disponível em: < [http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset\\_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introduc-1/656827](http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introduc-1/656827) >. Acesso em 10 de Abril de 2018.

ANEEL. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA)**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: < [www.aneel.gov.br/proinfa](http://www.aneel.gov.br/proinfa) >. Acesso em 09 de Abril de 2018.

ANEEL. **Ranking das Tarifas**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: < [www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas](http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas) >. Acesso em 15 de Maio de 2018.

ANEEL. **Relatórios do Sistema de Apoio à Decisão (SAD)**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: < [http://relatorios.aneel.gov.br/\\_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPRegiaoEmp.xlsx&Source=http%3A%2F%2Frelatorios%2Eaneel%2Egov%2Ebr%2FRelatoriosSAS%2FForms%2FAllItems%2Easpx&DefaultItemOpen=1](http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPRegiaoEmp.xlsx&Source=http%3A%2F%2Frelatorios%2Eaneel%2Egov%2Ebr%2FRelatoriosSAS%2FForms%2FAllItems%2Easpx&DefaultItemOpen=1) >. Acesso em 04 de Abril de 2018.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2017. **Empresa de Pesquisa Energética**. 2017: Ano Base 2016

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **NBR 10899:2013 – Energia solar fotovoltaica Terminologia**. 2013.

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL: **Banco de Dados solarimétricos** / Chigueru Tiba et al. – Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. 111 p.: il., tab., mapas.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável**. São Paulo: Editora Livraria da Física: FASE, 2001.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2017: Ano Base 2016**. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007. p. 324: il.

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida**. Editado por Fernando Garcia de Freitas e Érica Negreiros de Camargo – Brasília, DF: MCIDADES; SNH; SAE-PR; IPEA, 2014. 120 p., 27 cm.

CANADIAN SOLAR. **Catálogo Canadian Solar - Módulo Solar 1500 V CS6U-320**. Disponível em: [https://www.canadiansolar.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/datasheets/v5.5/Canadian\\_Solar-Datasheet-MaxPower-CS6U-P-1500V-v5.52en.pdf](https://www.canadiansolar.com/fileadmin/user_upload/downloads/datasheets/v5.5/Canadian_Solar-Datasheet-MaxPower-CS6U-P-1500V-v5.52en.pdf) >. Acesso em 24 de Maio de 2018.

CANADIAN SOLAR. **Limited warranty statement photovoltaic module products**. 2017. Disponível em: [https://www.canadiansolar.com/downloads/warranties/v3.2/PV\\_Module\\_Warranty\\_env3.2.f](https://www.canadiansolar.com/downloads/warranties/v3.2/PV_Module_Warranty_env3.2.f) . Acesso em 02 de Junho de 2018.

CERÂMICA ALVES. **Cálculo da quantidade de Telhas**. Disponível em: < <http://www.ceramicaalves.ind.br/calculo-da-quantidade-de-telhas/> >. Acesso em 21 de Maio de 2018.

COSOL, Condomínio Solar. **Geração Centralizada de Energia Solar**.. Disponível em: <https://www.cosol.com.br/blog/2016/1/9/brasil-estar-entre-os-20-pases-com-maior-gerao-solar-em-2018> >. Acesso em 23 de Maio de 2018.

D' AMICO, F. **O Programa Minha Casa Minha Vida e a Caixa Econômica Federal**. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, Caixa Econômica Federal, 2011.

DI SOUZA, R. **Os sistema de energia solar fotovoltaica** – livro digital de introdução aos sistemas solares. Blue Sol Energia Solar. Ribeirão Preto, SP, 2016. Disponível em: <http://programaintegradoronline.com.br/wpcontent/uploads/2016/03/LivroDigitaleIntrodu%C3%A7%C3%A3o-aos-Sistemas-Solares-novo.pdf> >. Acesso em 20 de Abril de 2018.

DOS SANTOS, I. P. **Integração de Painéis Solares Fotovoltaicos em edificações residenciais e sua contribuição em um alimentador de energia de zona urbana mista**. Florianópolis: UFSC, 2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional)**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes/dadosabertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional> >. Acesso em 03 de Abril de 2018.

FERREIRA, J. S. W. **Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos.** Coordenador José Sette Whitaker Ferreira. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012. 200 p.: il., 26 x 30 cm.

FERREIRA, J. S. W. **Sem mobilização social e política não é possível resolver os problemas habitacionais da cidade.** Ed. Especial – 450 anos. São Paulo, USP, s/d.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Diretoria de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2015.** Belo Horizonte: FJP, 78 p. (Estatística & Informações; n. 6), 2018.

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento.** São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

GOOGLE MAPS. **Estrada de Ribamar, MA – 201** 2018. Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=estrada+de+ribamar+ma+201&npsic=0&rflfq=1&rlha=0&rllag=2551838,44171100,2305&tbm=lcl&ved=0ahUKEwiSnua8gdPaAhVFgpAKHWIHDkQtgMIOw&tbs=lr:!2m1!1e2!2m1!1e3!3sIAE,lf:1,lf\\_ui:2&rldoc=1#rli=hd:;si;;mv:!1m3!1d1909.8905300453741!2d44.17713855!3d2.5528685499999995!2m3!1f0!2f0!3f0!3m2!1i822!2i46!4f13.1;tbs=lr:!2m1!1e2!2m1!1e3!3sIAE,lf:1,lf\\_ui:2](https://www.google.com.br/search?q=estrada+de+ribamar+ma+201&npsic=0&rflfq=1&rlha=0&rllag=2551838,44171100,2305&tbm=lcl&ved=0ahUKEwiSnua8gdPaAhVFgpAKHWIHDkQtgMIOw&tbs=lr:!2m1!1e2!2m1!1e3!3sIAE,lf:1,lf_ui:2&rldoc=1#rli=hd:;si;;mv:!1m3!1d1909.8905300453741!2d44.17713855!3d2.5528685499999995!2m3!1f0!2f0!3f0!3m2!1i822!2i46!4f13.1;tbs=lr:!2m1!1e2!2m1!1e3!3sIAE,lf:1,lf_ui:2)>. Acesso em 23 de Abril de 2018.

IBGE. **Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor – Séries Históricas.** Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicares/precos/inpc\\_ipca/defaultseriesHist.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicares/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm)>. Acesso em 18 de Maio de 2018.

KHAIR, C. **Fontes de Energia Alternativa: Energia Solar.** RECICLOTECA: Centro de Informações sobre reciclagem e meio ambiente, 2016. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/noticias/fontes-de-energia-alternativa-energia-solar/>>. Acesso em 15 de Maio de 2018.

MARTINS, A. R. **Programa Minha Casa Minha Vida: Uma análise da política habitacional para a população de baixa renda no Brasil.** São Paulo: PUC, 2015.

MARTINS, F. R.; et al. **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário – o projeto Swera.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 16, n. 2, p. 145 – 159, 2004.

MONTEIRO, J. M. B. **Aplicações de Energia Solar em Meio Urbano.** Porto: FEUP, 2005.

MORAIS, M. P. **Breve Diagnóstico sobre o Quadro Atual da Há/bitação no Brasil.** Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4767/1/bps\\_n.4\\_BREVE4.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4767/1/bps_n.4_BREVE4.pdf)>. Acesso em 06 de Maio de 2018.

MORANTE TRIGOSO, F. B. **Demanda de energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos.** 311 p., 2004.

MOTA, V. N. T. **Projeto de Habitação Rural Eco-Eficiente com Geração Solar Fotovoltaica Individual**. São Luís, 2016.

NEOSOLAR ENERGIA. **Guia Prático – Energia Solar Fotovoltaica**. 2016. Disponível em: [https://www.neosolar.com.br/media/guia/Guia\\_Pratico\\_NEOSOLAR\\_Mai\\_2016.pdf](https://www.neosolar.com.br/media/guia/Guia_Pratico_NEOSOLAR_Mai_2016.pdf). Acesso em 22 de Abril de 2018.

NEOSOLAR FORNECEDORES. **Canadian Solar, principais pontos**. Disponível em: < <https://www.neosolar.com.br/neosolar-energia/fornecedores/canadian-solar> >. Acesso em 24 de Maio de 2018.

PEREIRA, E. B. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. Ed. – São José dos Campos: INPE, 2017. 88p.: il.

PINHO, J. T.; GALDINO, M.A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. CEPEL, CRESEB, Rio de Janeiro, 2014.

PORTAL ENERGIA. Manual e Guia técnico. **Energia Fotovoltaica, Manual sobre tecnologias, projecto e instalação**. 2014. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/downloads/guia-tecnico-manual-energia-fotovoltaica.pdf> >. Acesso em 22 de Abril de 2018.

RELLA, R. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. Revista de Iniciação Científica, Criciúma, v. 15, n.1, 2017.

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

RÜTHER, R.; et al. **Programa de telhados solares fotovoltaicos conectados à rede elétrica pública no Brasil**: ENTAC. XII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Fortaleza, CE, 2008.

SALAMONI, I.; RÜTHER, R. **Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede**. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, 2007.

SHAYANI, R. A.; et al. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**: V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Brasília, DF, 2006.

SIGNORINI, V. B.; VIANNA, S. D.; SALAMONI, I. **Análise do potencial de geração de energia solar fotovoltaica em um sistema integrado à edificação e interligado à rede - estudo de caso no prédio administrativo do campus porto da UFPEL / in 3o SNCS - Seminário Nacional de Construções Sustentáveis**, 2014, no. 1, p. 10.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: < [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos) >. Acesso em 29 de Abril de 2018.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações sistemas isolados e conectados à rede.** Editora Érica, 2012.

ZILES, R.; et al. **Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede elétrica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – CONTAS DE ENERGIA ELÉTRICA DOS MORADORES DO RESIDENCIAL

Demonstrativo de Faturamento			
Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
CONSUMO	85	0,7621000	64,77
Saldo contábil Band. Amarela			0,35
C.T.P. - Tarif. Paga Previsão			4,32
Imposto			2,09
Juros			0,48
<b>Total a pagar:</b>			<b>R\$ 72,01</b>

Composição do consumo (R\$)					
Compra de Energia	Transmissão	Distribuição (Cemar)	Encargos Setoriais	Tributos	Total (R\$)
20,93	2,25	26,67	1,09	17,17	68,11

Histórico do Consumo (kWh)			
MAR 18	ABR 18	MAR 18	FEV 18
85	92	99	105
JAN 18			
119			
DEZ 17			
121			

Informações de tributos			
Tributos	Base de cálculo	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	65,12	18,0000	11,72
PIS	65,12	1,1000	0,98
COFINS	65,12	6,8717	4,47

Reservado ao Fisco	Período Fiscal
8102 Tarif. IC 1455/03R63840124940604	01/01/2018

Informações do consumo do mês						Tarifa sem tributos (R\$)
Nº Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Qtde. de dias	Constante	
10142041965	1.613	1.698	85	30	01	85
		01/04/2018			01/05/2018	0,560910

Revisão de Vencimento		Número do Programa Social

Indicadores de continuidade			
MAR2018	DIC	FIC	DMIC
Meta Flen	0,31	5,23	3,03
Meta Tr	10,42	6,47	0,00
Meta Ana	21,25	12,95	0,00
Aguarda Men	0,47	1,00	0,47

Datas			
Emissão	Apresentação	Previsão próxima leitura:	Conjunto: MA(2BA0)
01/05/2018	01/07/2018	01/06/2018	EUSD(R\$) 33,23

Informações para o cliente	
Bandeira Maio 2018: Amarela. Custo adicional de R\$1,00 a cada 100 kWh	
Períodos: Band. Tarif.: Verde : 16/04 - 30/04 Amarela : 01/05 - 09/05	

**Comprovante de Pagamento**

Descrição	Quantidade	Valor	Total (R\$)
1000000	100	R\$ 10,0000	R\$ 10,00
1000000	100	R\$ 10,0000	R\$ 10,00
1000000	100	R\$ 10,0000	R\$ 10,00


**Total a pagar: R\$ 97,00**

**Composição do valor pago (R\$)**

Descrição	Quantidade	Valor (R\$)
1000000	100	R\$ 97,00

**Formas de Pagamento (R\$)**

Forma de Pagamento	Quantidade	Valor (R\$)
1000000	100	R\$ 97,00

**Diferenciais de Tributos**

Tributo	Base de Cálculo	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	R\$ 97,00	14,000000	R\$ 13,58
ISS	R\$ 97,00	1,000000	R\$ 0,97
PIS/COFINS	R\$ 97,00	11,900000	R\$ 11,54

**Referência de Fisco - Período Faturado: 01/01/2019**

**Informações de Contas de Débito**

Nº Medidor	Contador	Contador	Contador	Contador	Contador	Contador
1000000	100	100	100	100	100	100

**Referência de Contas de Crédito**

Nº Medidor	Contador	Contador	Contador	Contador	Contador	Contador
1000000	100	100	100	100	100	100

**Resumo de Vencimentos**

**Resumo de Programa Social**

**Períodos de Contribuição**

Período	Valor (R\$)
01/01/2019	R\$ 10,00
02/01/2019	R\$ 10,00
03/01/2019	R\$ 10,00
04/01/2019	R\$ 10,00
05/01/2019	R\$ 10,00
06/01/2019	R\$ 10,00
07/01/2019	R\$ 10,00
08/01/2019	R\$ 10,00
09/01/2019	R\$ 10,00
10/01/2019	R\$ 10,00
11/01/2019	R\$ 10,00
12/01/2019	R\$ 10,00

**Dados**

**Informações para o cliente**

Resumo de Pagamento: Valor Total: R\$ 97,00 - Valor Pago: R\$ 97,00 - Valor em Aberto: R\$ 0,00

Resumo de Pagamento: Valor Total: R\$ 97,00 - Valor Pago: R\$ 97,00 - Valor em Aberto: R\$ 0,00

**Demonstrativo de Faturamento**

Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
Consumo	90	0,268333	8,05
Consumo	70	0,460714	32,25
Consumo	120	0,691000	82,92
Consumo	405	0,767500	311,14
Adicional Band. Amarela			0,70
ICMS - Subvenção Básica Renda			9,89
Cip - Plan. Pub. Prof. Munic			32,37

REAVISO DE VENCIMENTO

O sistema está no sistema controlador em atraso. Confira sua situação atual.

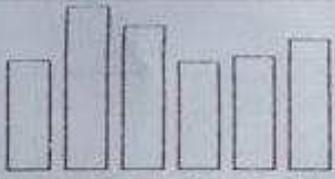
Total a pagar: R\$ 172,32

**Composição do consumo (R\$)**

Compra de Energia	Transmissão	Distribuição (Cemar)	Encargos Setoriais	Tributos	Total (R\$)
228,00	0,00	0,00	0,00	26,32	254,32

**Histórico do Consumo (kWh)**



Mês	Consumo (kWh)
MAI	228
ABR	342
MAR	303
FEV	234
JAN	237
DEZ	274

**Informações de tributos**

Tributos	Base de cálculo	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	130,00	20,0000	26,00
PIS	130,00	1,4919	1,94
COFINS	130,00	6,8717	8,94

**Reservado ao Fisco** Período Fiscal 09/05/2018  
 59EAD7EB394717E00BA95AC6E0M441762

**Informações do consumo do mês**

Nº Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Qtde. de dias	Constante
10583064864	1.773	2.001	228	30	01

09/04/2018 09/05/2018

**Tarifa sem tributos (R\$)**

site: www.aneel.gov.br

Reaviso de Vencimento

Até a emissão desta conta não foi identificado o pagamento de(s) débito(s) ao lado. O não pagamento até a data 24/05/2018 implicará na suspensão do fornecimento, de acordo com Res. 414/10 art.172 e Lei 8987/95, art.6 - 3, inclusão SPC/SERASA e outras medidas de cobrança. Em caso de suspensão, será condicionado a quitacao de todos os débitos. Caso já tenha pago, favor desconsiderar este reaviso.

**Número do Programa Social**  
 130/11113/0

**Datas**  
 09/05/2018 Apresentação Reaviso próxima leitura:

**Indicadores de continuidade**

	DIC	FIC	DMIC
Meta Men	5,31	3,23	3,03
Meta Tri	16,62	6,47	0,00
Meta Anu	21,25	12,95	0,00
Apurado Men	0,47	1,00	0,47

Conjunto MAIOBAO  
 EVSD(R\$) 26,09

Informações para o cliente

Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
1000		10,27	10,27
1000		7,25	7,25
1000		1,19	1,19
1000		0,86	0,86
1000		0,25	0,25

## REAVISO DE VENCIMENTO

Total a pagar: **R\$ 45,82**

Rua ... nº ... ...  
 CEP: ...

**Composição do consumo (R\$)**

Compra de Energia: ...  
 Transmissão: ...  
 Distribuição (Cemar): ...  
 Serviços Setoriais: ...  
 Tributos: ...

**Histórico do Consumo (kWh)**

Mês	Consumo (kWh)
MAR	57
ABR	54
MAI	77
JUN	73
JUL	68
AGO	57

**Informações de tributos**

Tributos	Base de cálculo	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	10,27	13,00000	1,34
PIS	10,27	0,10/10	0,10
COFINS	10,27	3,13/0	0,32

**Reservado ao Fisco** Período Fiscal: 01/01/2018

**Informações do consumo do mês**

Nº Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Qtd. de dias	Constante	Tarifa sem tributos (R\$)
10142613700	048	057	9	24	01	0,560110

01/01/2018 - 01/02/2018

**Reaviso de vencimento**

Número do Programa Social

O consumidor é responsável por manter em dia a administração de energia elétrica. O não pagamento dos débitos (s) de energia elétrica, em qualquer mês, sujeita o consumidor a suspensão do fornecimento de energia elétrica, de acordo com as disposições da Lei nº 4.782/65 e Lei nº 9.097/95, e a inclusão em SPIC/SERASA e outras bases de cobrança. Em caso de suspensão, condicionada a quitação de todos os débitos. Caso não tenha pago, favor descontar este reaviso.

DEBITOS		VALOR (R\$)
02/2018	02/2018	45,82

**Indicadores de continuidade**

	JAN/2018	FEV	MAR
Objetivo	3,31	3,29	3,03
Meta (s)	10,82	6,41	0,00
Meta Anual	21,25	12,99	0,00
Aquiescência	0,00	0,00	0,00

**Dados**

Nº de Serviço: ...  
 Nº de Apresentação: ...  
 Próxima leitura: ...

**Informações para o cliente**

DTOS: 02/2018 R\$45,82  
 CEPAR, em atendimento à Lei Federal nº 12.007 de 29/07/2009, declara quitados os débitos relativos ao ano de 2017, excetuando os débitos posteriormente apurados, tais como os valores de fronteiras de consumo eventualmente não registrados ou faturas de futuramente apurados no mesmo período. Esta declaração substitui as de lançamentos entregues nos meses anteriores.  
 Fluidos: Band. Tarx.F.: Verde - 00,00 - 00,00

Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
Consumo	137	R\$ 104,10	104,10
Imposto de Transmissão			2,00
Imposto de Renda			8,73
Imposto de Renda			8,00
Imposto de Renda			0,11

### REAVISO DE VENCIMENTO

**Total a pagar: R\$ 113,44**

**Composição do consumo (R\$)**

Consumo de Energia	Transmissão	Distribuição (Cemar)	Encargos Setoriais	Tributos	Tarifas	Total (R\$)
104,10	2,00	8,73	8,00	0,11	0,50	113,44

**Histórico do Consumo (kWh)**

Mês	Consumo (kWh)
ABR	137
MAR	118
FEV	119
JAN	114
DEZ	86
NOV	52

**Informações de tributos**

Tributo	Base de cálculo	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	102,84	1,94%	2,00
PIS	102,84	0,65%	0,67
COFINS	102,84	0,75%	0,77

**Reservado ao Fisco** Período Fiscal: 01/01/2018

**Informações do consumo do mês**

Nº Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Qtde. de dias	Constante	Tarifa sem tributos (R\$)
10142813560	851	988	137	32	0,1	0,10410

**Revisão de Vencimento**

Até a presente data, não há qualquer débito em pagamento de (s) débito(s) em favor. O seu pagamento até a data 24/04/2018, regulará a sua situação de Regularidade, de acordo com o art. 104, III, da Lei nº 9.094/95, art. 6º, II, da Lei nº 9.472/97 e Lei nº 9.094/95, sendo cancelado o débito de todos os débitos. Caso já tenha pago, favor informar durante este processo.

**Indicadores de continuidade**

Indicador	DEC	FIC	DEC
Atividade	5,21	3,23	3,83
Emprego	10,82	4,47	0,80
Atividade	21,65	12,90	0,80
Ajustado	4,30	0,80	0,80

**Dados**

Nº do Medidor	Nº da Instalação	Previdido pelo contrato	Previdido pelo contrato
10142813560	01	137,00	137,00

**Informações para o cliente**

0001709-01/0001/0001/0001

\*A CEMAR, de acordo com a Lei Federal nº 12.067 de 29/07/2009, declara quitado os débitos em favor do ano de 2017, excetuando os débitos posteriormente apurados, tais como os valores de correções de consumo mensalmente não registrados ou revisões de faturamento apuradas no mesmo período. Esta declaração substitui as declarações entregues nos anos anteriores.\*

Foram emitidos: Tarifas: Valor: 0,50

Consumo de Energia	Transmissão	Distribuição (Cemar)	Encargos Setoriais
--------------------	-------------	----------------------	--------------------

**Histórico do Consumo (kWh)**

Mês	Consumo (kWh)
ABR	137
MAR	118
FEV	119
JAN	114
DEZ	86
NOV	52

**Informações de tributos**

Tributos	Base de cálculo
ICMS	102,84
PIS	102,84
COFINS	102,84

**Reservado ao Fisco** Período Fiscal: 01/01/2018

**Informações do consumo do mês**

Nº Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Qtde. de dias	Constante
10142813560	851	988	137	32	0,1

## ANEXO B – SIMULAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO COM GERAÇÃO MENSAL DE APROXIMADAMENTE 150 KWH NO PORTAL SOLAR.



### FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaico precisa ter uma potência de:

1,25

kWp. (ou potência instalada)

O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:

R\$ 10.416,66

até

R\$ 12.500,00

Quantidade de placas fotovoltaicas:

5

de 330 Watts

Produção anual de energia:

1800

kWh/ano aproximadamente

Área mínima ocupada pelo sistema:

10,03

metros quadrados aprox.

Preço médio por metro quadrado:

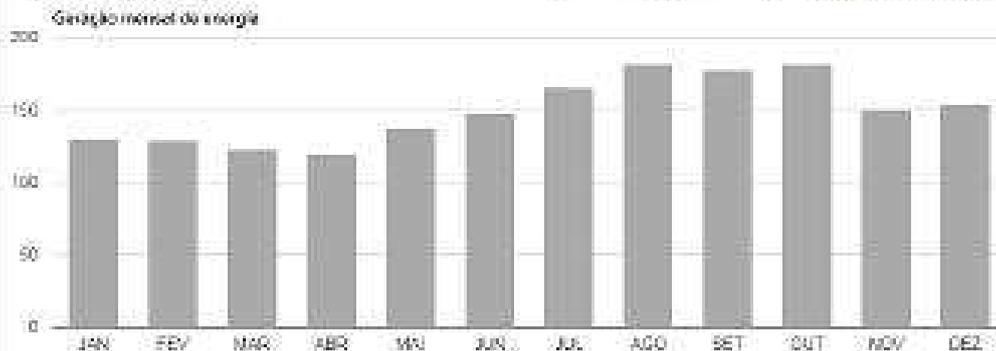
15

miligramas / metro quadrado

Gerção mensal de energia:

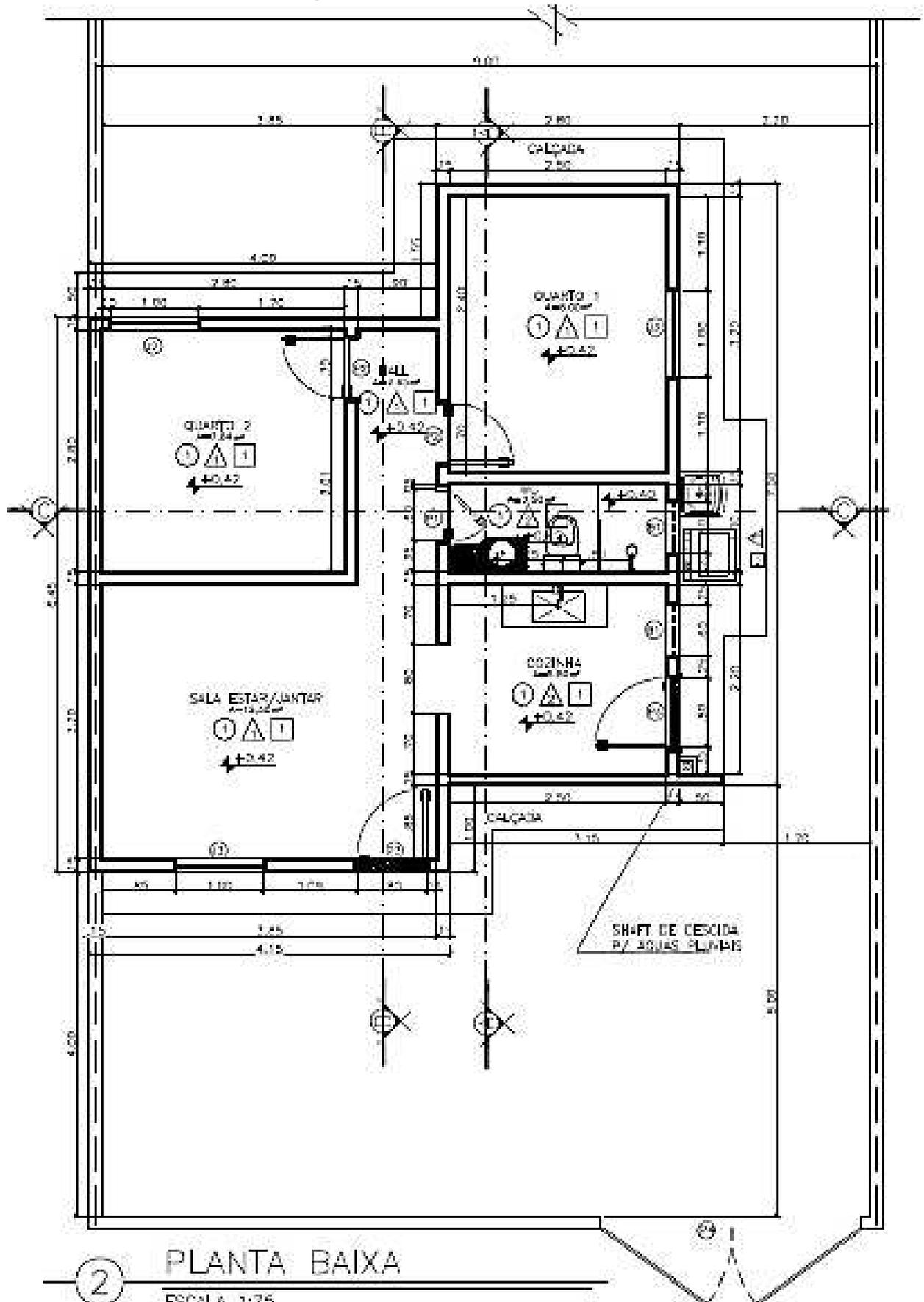
150

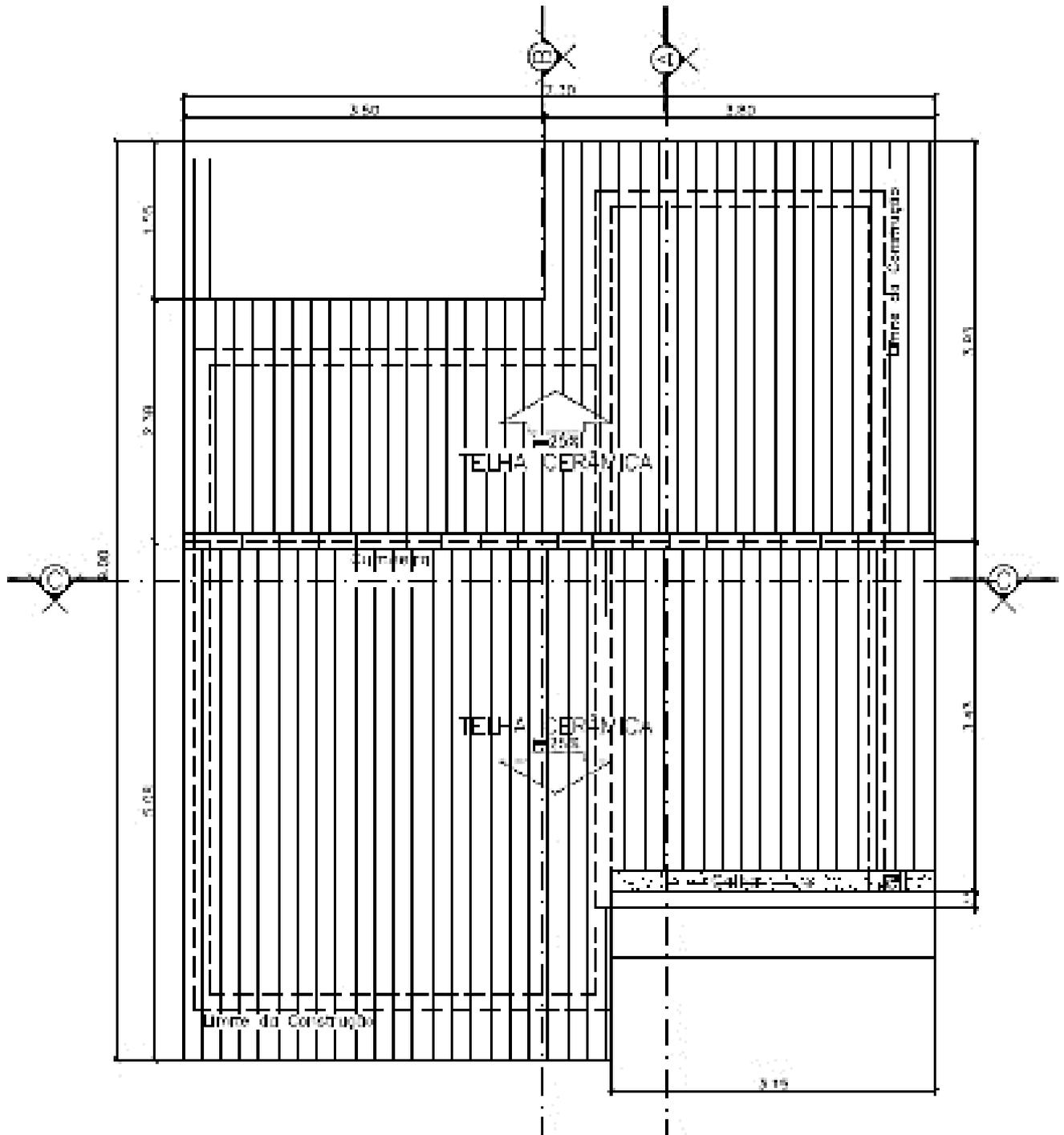
kWh/mês aproximadamente



**ATENÇÃO:** os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade de sua instalação, (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

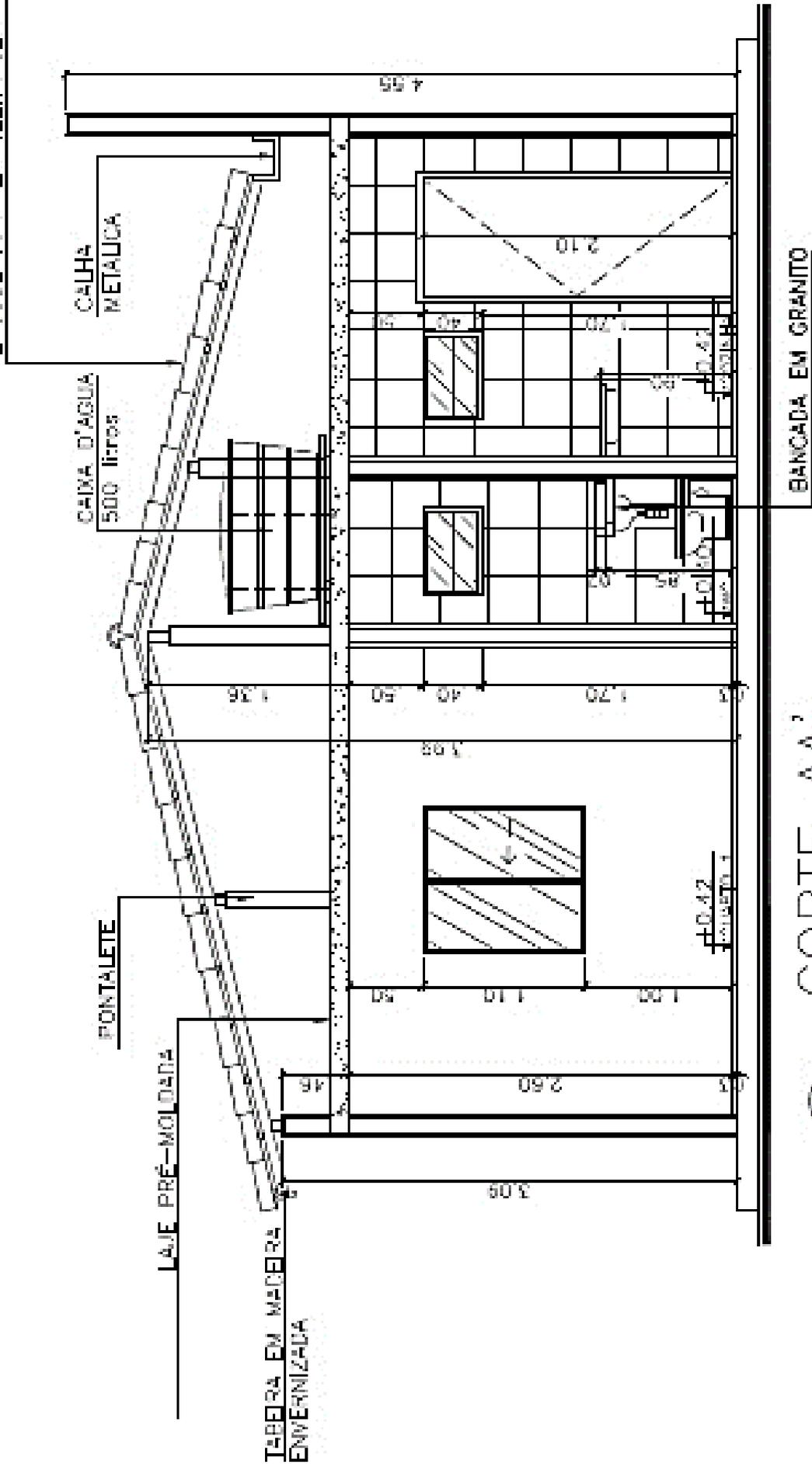
## ANEXO C – PROJETO ARQUITETÔNICO DO EMPREENDIMENTO





4 PLANTA DE COBERTURA  
 LOTE PADRÃO (9,00 x 18,00m)  
 ESCALA 1:50

ESTRUTURA DO TELHADO EM MADEIRA  
E COBERTURA EM TELHA CERÂMICA



BANCADELA EM GRANITO

CORTE AA'

5

LOTE PADRÃO (9,00 x 18,00m)  
ESCALA 1:50

