



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DAVID OLIVEIRA SILVA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM DUAS
UNIDADES ESCOLARES PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE**

**FORTALEZA
2021**

DAVID OLIVEIRA SILVA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM DUAS
UNIDADES ESCOLARES PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para a obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa MSc. Tatiana Soares de
Oliveira

FORTALEZA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586e

SILVA, DAVID OLIVEIRA.
ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA
SOLAR EM UNIDADES ESCOLARES PÚBLICAS NO
MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE / DAVID OLIVEIRA SILVA.
- 2021.

63 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2021.

Orientação: Profa. Ma. TATIANA SOARES DE OLIVEIRA.

1. ENERGIA SOLAR. 2. SISTEMA FOTOVOLTAICO. 3.
VIABILIDADE FINANCEIRA. 4. UNIDADES ESCOLARES. I.
Título.

CDD 624

DAVID OLIVEIRA SILVA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM DUAS
UNIDADES ESCOLARES PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE**

TCC apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc. Tatiana Soares de Oliveira.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. MSc. Tatiana Soares de Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. MSc. José Willington Gondim Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Cesar Bündchen Zácarro de Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

AGRADECIMENTOS

Desde já agradeço a Deus, a minha família, meu pai José Gerardo, minha mãe Francisca Sheyla e ao meu irmão George Emanuel, pelo o total apoio durante toda a minha caminhada no período desta graduação.

Agradecer também a minha noiva Danielle Parente Alves por ser um dos pilares deste meu apoio, pois ela me deu forças para continuar essa árdua caminhada na graduação, nunca me deixando fracassar ou desistir.

Aos meus amigos, Eugênio, Mariana, Ellen e Daniel que tive a honra de conhecer durante esse período: vocês tornaram, de uma forma ou outra, a caminhada menos estressante e mais agradável.

A minha orientadora, Tatiana Oliveira por me auxiliar e dar todo o suporte necessário no decorrer deste Trabalho de Conclusão de Curso, e me contagiar com toda a sua alegria, simpatia, me fazendo sentir toda a sua energia positiva.

Por fim, agradeço a todos aqueles que passaram em minha vida durante esse período e que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse alcançar o objetivo da minha caminhada.

“Nunca desista daquilo que te faz sorrir!”
- Marcos Zambom

RESUMO

O Brasil possui grande capacidade de produção de energia elétrica usando a radiação proveniente do Sol, devido à localização de seu território no globo e às altas taxas de insolação e radiação durante o ano inteiro. O estado do Ceará, mais precisamente o Município de Fortaleza, possui um clima tropical semiúmido, com média anual de temperatura em torno de 27°C, sendo favorável a utilização da energia renovável, neste caso, o sistema fotovoltaico para a geração de energia elétrica. O Município de Fortaleza-CE, tem um gasto significativo com iluminação em unidades escolares públicas. Assim, a instalação de um sistema fotovoltaico acarreta em uma redução de gasto com essa iluminação. A importância desse estudo, busca validar a possível economia nas contas públicas relacionadas ao gasto com energia ou algo semelhante a isso. Utilizou-se a metodologia explicativa com coleta de dados, através de dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Fortaleza, três empresas privadas no segmento de energia, resultando em um comparativo entre as devidas empresas em três aspectos: dimensionamento do sistema fotovoltaico; investimento financeiro e retorno financeiro. A pesquisa concluiu que a instalação do sistema fotovoltaico é viável, apesar de um investimento alto no início, mas que tem um retorno financeiro em média de 2 a 3 anos.

Palavras-Chave: Energia Solar; Sistema Fotovoltaica; Unidades escolares; Viabilidade Financeira;

ABSTRACT

Brazil has a large capacity for producing electricity using radiation from the sun, due to the location of its territory on the globe and the high rates of sunshine and radiation throughout the year. The state of Ceará, more precisely the Municipality of Fortaleza, has a semi-humid tropical climate, with an annual average temperature of around 27 ° C, favoring the use of renewable energy, in this case, the photovoltaic system for generating electricity. The Municipality of Fortaleza-CE, has a significant expenditure on lighting in public school units. Thus, the installation of a photovoltaic system results in a reduction of expenses with this lighting. The importance of this study, enables a significant municipal public economy, thus reducing energy consumption through a cleaner renewable energy source by conducting a feasibility study on the use of solar energy in two public schools in Fortaleza of different sizes. The explanatory methodology with data collection was used, with the assistance of the Municipal Secretariat of Fortaleza, three private companies in the energy segment, resulting in a comparison between the due companies in three aspects: dimensioning of the photovoltaic system; financial investment and financial return. The research concluded that the installation of a photovoltaic system is viable, despite a high investment in the beginning, but that it has a short-term financial return.

Palavras-Chave: Solar energy; Photovoltaic System; School Units; Financial Feasibility;

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AEE	Atendimento Educacional Especializado
CENSO	
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CLFOR	Central de Licitações da Prefeitura de Fortaleza
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CPF	Cadastro de Pessoas Físicas
CPI	Concorrência Pública Internacional
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GW	Giga watts
GWh	Giga Watts hora
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará
KV	Quilovolt
KWh	Quilo watts hora
LED	Lâmpadas Emissor de Luz
LER	Leilão de Energia Renovável
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Mega watts
MWp	Mega watts hora
PL	Projeto de Lei
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
RN	Resolução Normativa
REN	Redes Energéticas Nacionais
ROI	<i>Return over Investment</i> – Retorno Sobre o Investimento
SME	Secretaria Municipal de Educação
TE	Tarifas de Energia
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Irradiação Horizontal global	19
Figura 2 - Irradiação Horizontal Global no Brasil.....	20
Figura 3- Evolução no decorrer dos anos do sistema fotovoltaico no país.	22
Figura 4 - Número de conexões à rede elétrica por estado e potência instalada.....	23
Figura 5 – O mercado fotovoltaico no mundo e a geração distribuída no Brasil.....	24
Figura 6 – Ranking estadual de geração distribuída no Brasil	25
Figura 7 - Sistema fotovoltaico off grid	26
Figura 8 - Sistema fotovoltaico on grid	27
Figura 9 - Sistema Fotovoltaico híbrido	28
Figura 10 - Esquema do sistema fotovoltaico	30
Figura 11 - Fator de capacidade média no Brasil	31
Figura 12 - Consumo de iluminação pública por subsistema, regiões e UFs (GWh).....	32
Figura 13 - Consumo de iluminação pública da Região Nordeste	33
Figura 14 - Valores tarifários de baixa tensão	36
Figura 15 - Valores tarifários no Estado do Ceará	36
Figura 15.1 - Valores tarifários no Estado do Ceará	37
Figura 16 - Visão geral do monitoramento de eficiência energética do sistema fotovoltaico..	45
Figura 17 - Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa	47
Figura 18 - Localização do Município de Fortaleza.....	48
Figura 19 - Fluxograma da pesquisa	49
Figura 20 - Placa Solar Jinko.....	55
Figura 21 - Inversor Refusol.....	55
Figura 22 - Placa Solar Longi Mono Half Cell	56
Figura 23 - Inversor Growatt mid 17KLT3-X.....	56
Figura 24 - Placa Solar SMA.....	56
Figura 25 - Inversor SMA.	56

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Consumo de Eletricidade no período de dez/2018 a nov/2019 (Kwh).....	48
Gráfico 2 – Consumo de Eletricidade no período de dez/2018 a nov/2019 (Kwh)	49
Gráfico 3 – Gasto Financeiro no período de dez/2018 a nov/2019 (R\$)	50
Gráfico 4 – Gasto Financeiro no período de dez/2018 a nov/2019 (R\$)	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento do sistema Fotovoltaico	57
Tabela 2 - Dimensionamento do sistema Fotovoltaico	57
Tabela 3 - Investimento Financeiro(R\$).....	58
Tabela 4 - Investimento Financeiro(R\$).....	59
Tabela 5 - Retorno de Investimento (anos).	59
Tabela 6 - Retorno de Investimento(anos)	60
Tabela 7 - Resumo dos Resultados.....	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos.....	18
<i>1.1.1 Objetivo Geral</i>	<i>18</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>18</i>
1.2 Estrutura do Trabalho	18
2 REFERENCIAL TEORICO	19
2.1 Radiação Solar	19
2.2 Surgimento do Sistema Fotovoltaico no Brasil	21
2.3 Tipologias de Sistema Fotovoltaico	26
2.4 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico nas unidades	30
2.5 Sistema Fotovoltaico no Brasil na atualidade	32
2.6 A tarifa de Energia elétrica.....	34
<i>2.6.1 Estrutura Tarifária</i>	<i>34</i>
<i>2.6.2 Bandeira Tarifária.....</i>	<i>35</i>
<i>2.6.3 Faturamento de Energia Elétrica.....</i>	<i>37</i>
2.7 Faturamento de Energia Elétrica.....	38
<i>2.7.1 Valor Presente Líquido (VPL).....</i>	<i>38</i>
<i>2.7.1 Taxa de Retorno sobre Investimento (ROI).....</i>	<i>39</i>
<i>2.7.1 Taxa Interna de Retorno (TIR).....</i>	<i>39</i>
2.8 Resolução Normativa do Sistema Fotovoltaico.....	40
2.9 Projeto de Lei nº 1.156 de 26 de fevereiro de 2019	43
2.10 Concorrência pública Internacional nº 002/2020	44
3 METODOLOGIA.....	47
3.1 Tipologia da pesquisa	47
3.2 Caracterização da Área de Estudo.....	48
3.3 Etapas da pesquisa	49
3.4 Escola Municipal Santa Maria	50
3.5 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 Consumo de Energia	50
<i>4.1.1 Escola Municipal Santa Maria.....</i>	<i>50</i>
<i>4.1.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho</i>	<i>51</i>
4.2 Gasto/Custo Financeiro.....	52
<i>4.2.1 Escola Municipal Santa Maria.....</i>	<i>52</i>
<i>4.2.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho</i>	<i>53</i>

4.3 Dimensionamento do Sistema fotovoltaico.....	55
4.3.1 <i>Escola Municipal Santa Maria.....</i>	55
4.3.2 <i>Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho</i>	57
4.4 Investimento Financeiro	58
4.4.1 <i>Escola Municipal Santa Maria.....</i>	58
4.4.2 <i>Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho</i>	58
4.5 Retorno de Investimento	59
4.5.1 <i>Escola Municipal Santa Maria.....</i>	59
4.5.2 <i>Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho</i>	59
5 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos antigos, o ser humano começou a sentir a necessidade de uma fonte de energia que o ajudasse a se proteger dos perigos da natureza e que também pudesse ser utilizado como fonte luminosa. Em função de estilo de vida nômade, isso contribuiria para os momentos de deslocamento bem como para os que precisassem parar para o descanso.

Sendo assim, começou a procurar alguma fonte luminosa e de calor que fosse eficiente para as atividades que desenvolvia, fazendo com que surgisse, em sua insaciável busca, a descoberta de uma fonte que atendesse esses critérios: o fogo. Esta descoberta, no período neolítico, teve uma melhoria significativa no seu modo de vida, pois atendia às necessidades de segurança e conforto desses peregrinos.

Com o descobrimento da primeira fonte de luz, ou seja, de energia luminosa, bem como com o conhecimento de suas características e vantagens, começou-se a busca por outras fontes de geração de energia, com o intuito de melhorias na iluminação mundial e que fossem mais propícias quanto à sua produção.

Com o passar dos tempos e com as evoluções tecnológicas, foram descobertos outros tipos de materiais que pudessem ser utilizados para geração de energia, especialmente os de origem fóssil, como o petróleo, carvão mineral e outros.

Essa descoberta foi magnífica, pois direcionava os estudos para novos processos de geração de energia, que por sua vez, permitia a descoberta de novas fontes de iluminação para a população.

A partir daí, essa energia começou a ser produzida em grande escala de forma a atender ao máximo a toda população das grandes metrópoles de forma segura e de qualidade como temos nos dias de hoje.

Porém, há algumas décadas, vem observando-se que fontes de energia fósseis emitem gases provenientes deste processo de geração de energia, que por sua vez, está danificando o meio ambiente, principalmente o ar atmosférico.

Em termos de emissões atmosféricas, os veículos são responsáveis por 10% das emissões globais de CO². Os Estados Unidos são responsáveis por 45% deste total e, deste 1970 eles diminuíram em 60% as emissões dos poluentes regulamentados, devido à obrigatoriedade do uso de catalisadores nos sistemas de descargas dos veículos. No entanto, no mesmo intervalo de tempo as emissões de CO² pelos automóveis aumentam em 70% (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011, p.437).

Com toda essa agressão ao meio ambiente, se fez necessário uma busca de fontes alternativas para a produção de energia que fossem menos poluentes ao meio ambiente e que

possibilitem a produção contínua, uma vez que será considerado se a matéria-prima para esta produção existe em abundância na natureza.

Essa derivação de fontes alternativas geradoras de energia se divide em dois grupos: energias não-renováveis e renováveis. Com relação à esta última, podem ser usinas hidroelétricas, energia eólica, carvão vegetal, energia térmica, energia solar, entre diversas outras.

A produção de energia a partir de fontes renováveis e que apresente baixo impacto ambiental é fundamental para sustentar o desenvolvimento da sociedade, reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa, melhorar a qualidade de vida das pessoas e reduzir o risco de desastres ambientais (TESTON, 2011).

Atualmente, a que mais se destaca no cenário é a energia solar, por se tratar de uma fonte de energia limpa e renovável na qual a única matéria-prima utilizada é a irradiação proveniente do sol. Muitos países desenvolvidos estão investindo fortemente em sistemas de captação da energia solar, como pode-se perceber quando se avalia o crescimento desse mercado incentivado pela criação de leis.

Foi do resultado de iniciativas de estímulo ao mercado fotovoltaico, como por exemplo a lei das tarifas garantidas na Alemanha, que resultou o crescimento exponencial do mercado da electricidade solar verificado no final dos anos noventa e princípios deste século: em 1999 o total acumulado de painéis solares atingia a fasquia do primeiro gigawatt, para, três anos depois, o total acumulado ser já o dobro (VALLÊRA; BRITO, 2006, P.13).

Quando se fala sobre o processo de captação dessa fonte de energia, pode-se dizer que se resume, basicamente, a um sistema de placas fotovoltaicas que captam as radiações solares e, através de um sistema conversor de energia, transformando essa radiação captada em electricidade. Esta, por sua vez, pode ser utilizada para vários fins, como fonte luminosa, tanto em residências quanto em outros tipos de edificações. Sobre a percepção dessa possibilidade de transformação de radiação em energia.

Segundo Vallêra (2006), o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel que verificou que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhadas num eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz.

Para que essa captação de radiação ocorra de forma eficiente, a posição geográfica do local de instalação das placas, contribuem de forma direta. Neste ponto, o Brasil, em função de sua posição no globo e extensão territorial, possui incidência solar favorável em quase todo o seu território.

Segundo Miranda (2014), o Brasil apresenta qualidades favoráveis à aplicação desse tipo de geração de energia, não somente devido à sua localização intertropical, mas também pela grande disponibilidade de recursos naturais e territoriais, e, também, pelas características do seu sistema elétrico. Características essas, que auxiliariam na diminuição dos elevados valores de transmissão e distribuição, por encurtarem o caminho percorrido desde a geração da energia até o seu consumo final. Assim, o emprego do sistema de placas fotovoltaicas torna-se uma ótima opção de fonte renovável.

Corroborando esta informação, Oliveira (2017), afirma que o desenvolvimento tecnológico de geração de energia solar por meio de placas fotovoltaicas, permite transformar a energia solar em elétrica de forma limpa, segura e confiável, configurando-se como uma das principais fontes de energia renovável.

Todavia, deve-se ressaltar que, além da procura por fontes renováveis para a geração de energia limpa e segura, também se tem como objetivo reduzir os custos com o consumo de energia elétrica. Acerca disso, o município de Fortaleza-CE tem muitos gastos, principalmente os relacionados à iluminação pública, especialmente quando se considera a iluminação pública em unidades escolares.

Segundo publicado na Central de licitações da prefeitura de Fortaleza (CLFOR), edital nº 5219 / 2019, através de comissão permanente, regulamentada por meio do Decreto nº 13.512 de 30 de dezembro de 2014, a Secretaria Municipal de Educação (SME) de Fortaleza informou que o município, atualmente, consiste em um total de 490 (quatrocentos e noventa) unidades consumidoras. entre escolas e creches públicas. Isso envolve um gasto de aproximadamente de R\$ 14.000.000,00 (quatorze milhões de reais) por ano e um consumo de energia de 13 (treze) GWh (gigawatts hora).

Dessa forma, em função desses dados, busca-se incentivar o uso de energias renováveis, diminuindo-se os prejuízos à natureza, como, também, demonstrar que esse tipo de geração contribuiria para a redução da emissão dos gases poluentes, porque propiciaria a redução, conseqüentemente, da utilização de usinas hidrelétricas e termoeletricas, culminando, ainda, na redução dos gastos públicos.

Tal se confirma quando se percebe a necessidade da redução dos custos de despesas fixas arcadas pelo município de Fortaleza, com relação a energia consumida por escolas e creches públicas. Assim, procura-se, com a demonstração da possibilidade do aumento do uso de energias renováveis para este público, evidenciar o impacto positivo nas contas públicas em relação aos custos de energia.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

Analisar a viabilidade financeira de instalação do sistema fotovoltaico em unidades escolares públicas no município de Fortaleza, no estado do Ceará.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- Analisar o consumo e o custo em duas unidades escolares públicas de postes diferentes.
- Calcular o investimento necessário para o processo de instalação de placas solares.

1.2 Estrutura do Trabalho

- **Seção 01:** É posicionado o tema mediante o contexto financeiro, com indicação do objetivo pesquisado, juntamente com a justificativa de escolha da temática abordada. Além de expor os objetivos do trabalho, subdivididos em geral e específicos.
- **Seção 02:** Realização da pesquisa em assuntos relevantes ao assunto abordado, dando um maior embasamento a partir de consultas em livro, normas técnicas e artigos científicos
- **Seção 03:** Descrição da metodologia utilizada, detalhando o tipo de pesquisa e as etapas a serem seguidas no decorrer deste desenvolvimento.
- **Seção 04:** Exposição e detalhamento, com ilustrações e tabelas, a caracterização dos materiais utilizados e os métodos a partir do estudo de caso da temática.
- **Seção 05:** Realizada a discussão e exposição dos resultados alcançados mediante abordagem da metodologia mencionada.
- **Seção 06:** Dissertadas as considerações em torno do trabalho realizado.

2 REFERENCIAL TEORICO

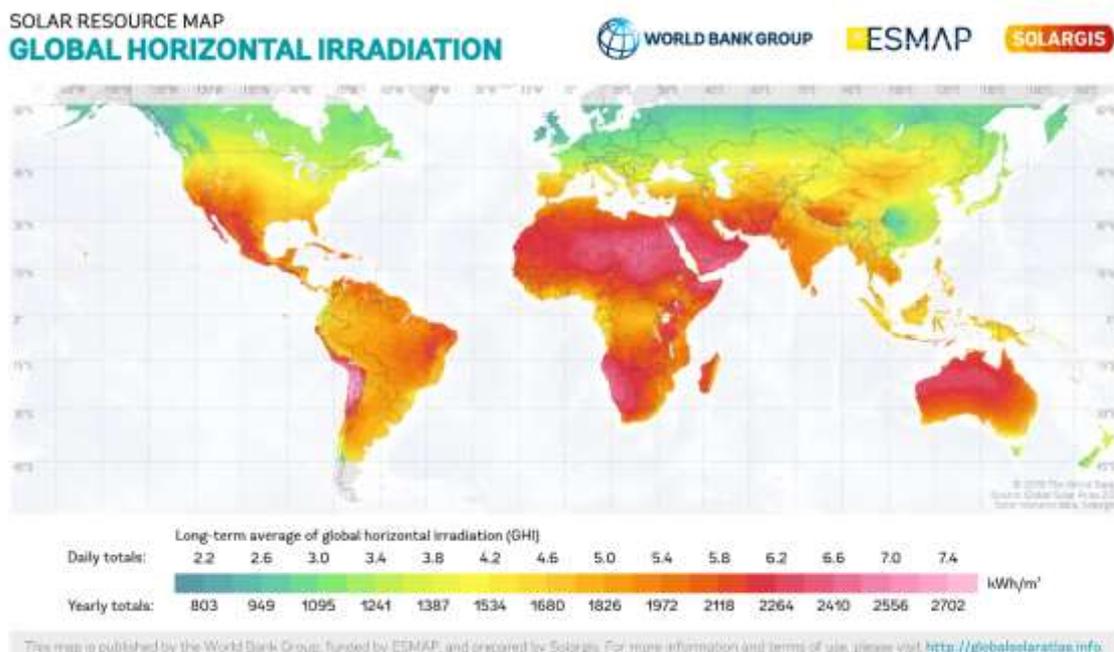
2.1 Radiação Solar

Segundo PINHO e GALDINO (2014), o termo “radiação solar” é usado de forma comum e pode ser referenciado em termos de fluxo de potência, quando é nomeadamente denominado de irradiância solar, ou em termos de energia por unidade de área, designado, então, de irradiação solar.

Assim, sabendo-se que a utilização de energia solar depende, inicialmente da captação da irradiância emitida pelo Sol, é importante que se conheça as regiões que são mais propícias para essa geração de energia.

A nível global, percebe-se que as regiões mais próximas à Linha do Equador e as que estão no hemisfério Sul, são as que apresentam níveis de irradiância maiores com relação ao globo terrestre. Essas regiões apresentam valores que variam entre 4,2 a 7,4 kWh/m². De acordo com PINHO e GALDINO (2014), a irradiação solar mínima exigida normalmente pelo os projetistas de sistemas de placas fotovoltaicas, é entre 3 a 4 KWh/ (m². dia), valores estes disponível para quase todo o território brasileiro.

Figura 1 - Irradiação Horizontal global

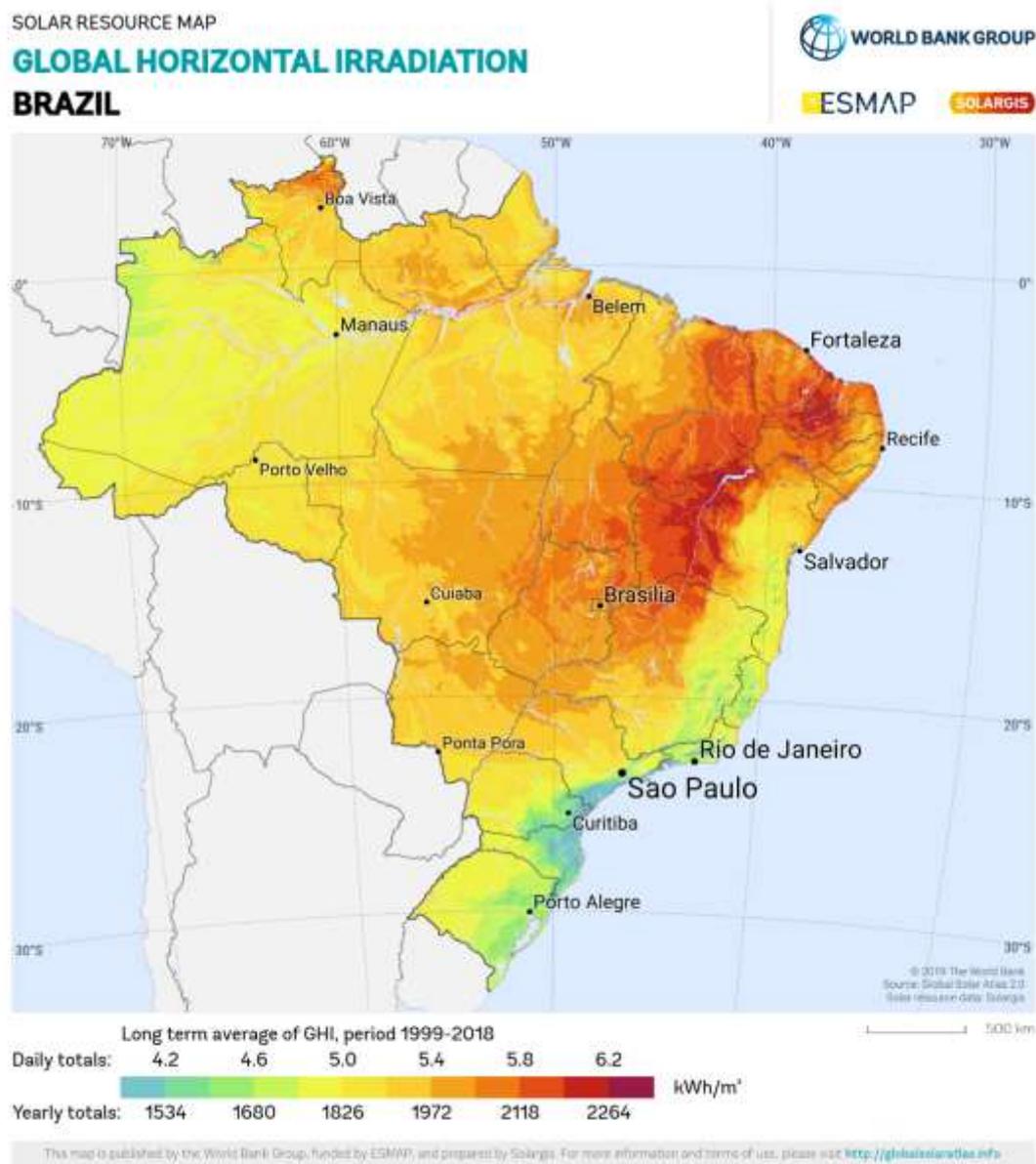


Fonte: global solar Atlas (2019)

O Brasil, por ser um país com grandes vantagens para a produção de energia solar, em função de sua posição e extensão territorial, começou a utilizar-se essa fonte alternativa de

energia renovável. Regiões como o Nordeste, extremo Norte e Centro-Sul, possuem as localizações mais favoráveis, com os maiores índices de irradiação do país. Analisando-se a Figura 1, especificamente o Estado do Ceará, pode-se observar que ele possui uma irradiação solar significativa.

Figura 2 - Irradiação Horizontal Global no Brasil



Fonte: Global Solar Atlas (2019).

De acordo com o Atlas Eólico e Solar do Estado do Ceará (2019), o Município de Fortaleza, possui uma área com potencial solar de 229,5 km². Isso culminaria em uma capacidade de instalação de 458,9 MW, com uma geração de Energia Anual em torno de 659,9

GWh. Além disso, o potencial solar da microrregião do Município de Fortaleza é o mais atrativo para a exploração urbana, estimado em cerca de 744 MWp (SCHUBERT, 2019)

Tomando como exemplo, no ano de 2015, o SEBRAE, no Município de Fortaleza, realizou um investimento onde foi instalado um sistema fotovoltaico em seu edifício. Esse sistema era constituído com 210 módulos, totalizando 52,5KW de potência que geram energia suficiente para alimentar todo o consumo de iluminação do edifício.

Além do fator irradiação solar, outro que deve ser observado é o de capacidade instalada, onde, de acordo com PINHO e GALDINO (2014), a capacidade instalada é o total de amperes-hora que pode ser extraído de uma célula ou bateria nova, sob um conjunto específico de classes operacionais, incluindo a taxa de descarga, temperatura, e tensão de corte. Sobre isso, quando analisado este fator com relação aos demais países, percebe-se que ele se destaca, em função de seu grande potencial, como tem-se: “Comparado aos países líderes em capacidade instalada de geração fotovoltaica urbana, o Brasil possui enorme potencial, por possuir maior incidência solar e por suas tarifas de energia elétrica estarem em patamares parecidos” (EPE, 2014, p.5).

2.2 Surgimento do Sistema Fotovoltaico no Brasil

Aproveitando as condições supracitadas, o Brasil teve seus primeiros registros de sistemas fotovoltaicos nos anos 90, onde essas instalações foram empregadas em áreas rurais, pois eram localidades que não tinham o fornecimento de energia elétrica, como lê-se:

No Brasil, as primeiras aplicações de energia solar fotovoltaica aconteceram em sistemas isolados, no âmbito de programas de eletrificação rural que objetivavam o suprimento de energia elétrica a comunidades remotas do país. Os sistemas fotovoltaicos eram empregados principalmente para bombeamento de água e iluminação pública. (SCHUBERT, 2019, p.59)

Assim, o Brasil começou a gerar energia solar, porém, de forma muito precária, pois, por se tratar de um sistema novo de fonte de energia, seus custos eram muito elevados. Com isso, para que o sistema fotovoltaico tivesse uma produção no país, era preciso algum tipo de investimento que alavancasse, financeiramente, este método de geração de energia. Foi, então, criado o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), que impulsionou a produção de energia proveniente do sol.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (1994), o programa surgiu a partir de um decreto s/nº presidencial em 27 de dezembro de 1994, tendo como objetivo aumentar o acesso à energia elétrica no país, especialmente em localidades isoladas e a partir de fontes de energia

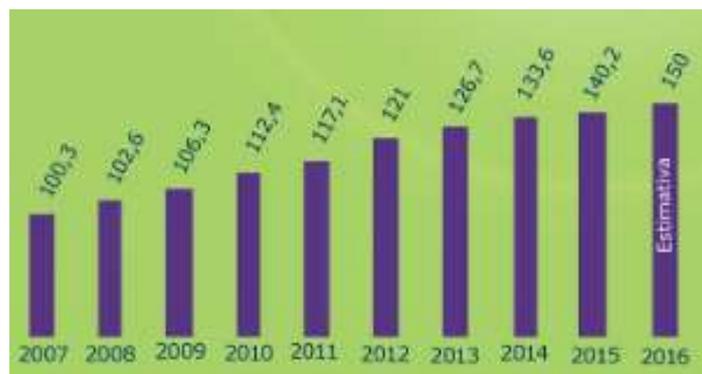
renovável. Tal intenção fica bastante clara a partir do escrito no decreto, que expõe os objetivos do programa da seguinte forma:

- I – viabilizar a instalação de microssistemas energéticos de produção e uso locais, em comunidades carentes isoladas e não servidas por rede elétrica, destinados a apoiar o atendimento das demandas sociais básicas;
- II – promover o aproveitamento das fontes de energia descentralizadas no suprimento de energéticos aos pequenos produtores, aos núcleos de colonização e às populações isoladas;
- III – complementar a oferta de energia dos sistemas convencionais com a utilização de fontes de energia renováveis descentralizadas;
- IV – promover a capacitação de recursos humanos e o desenvolvimento da tecnologia e da indústria nacionais, imprescindíveis à implantação e à continuidade operacional dos sistemas a serem implantados (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1994)

Segundo SCHUBERT (2019), o impulso dado pelo o PRODEEM gerou 7.592 (sete mil quinhentos e noventa e dois) projetos fotovoltaicos no Brasil, sendo que, deste total, 733 (setecentos e trinta e três) foram somente no estado do Ceará.

Com as evoluções no setor energético, foi necessário buscar novas formas de interligar a energia produzida neste método com o sistema de distribuição convencional, de modo que ela pudesse alcançar mais localidades além daquele onde a energia era produzida. Através do sistema *on grid*, que consiste em um processo fotovoltaico que necessita da interligação com a rede elétrica da concessionária, houve essa conexão. Com isso, os primeiros registros de geração distribuída fotovoltaica conectada à rede no país foram ano de 2007, segundo ANEEL. (SCHUBERT, 2019. P.59), como veremos na figura 3.

Figura 3- Evolução no decorrer dos anos do sistema fotovoltaico no país.



Fonte: ABSOLAR, 2019.

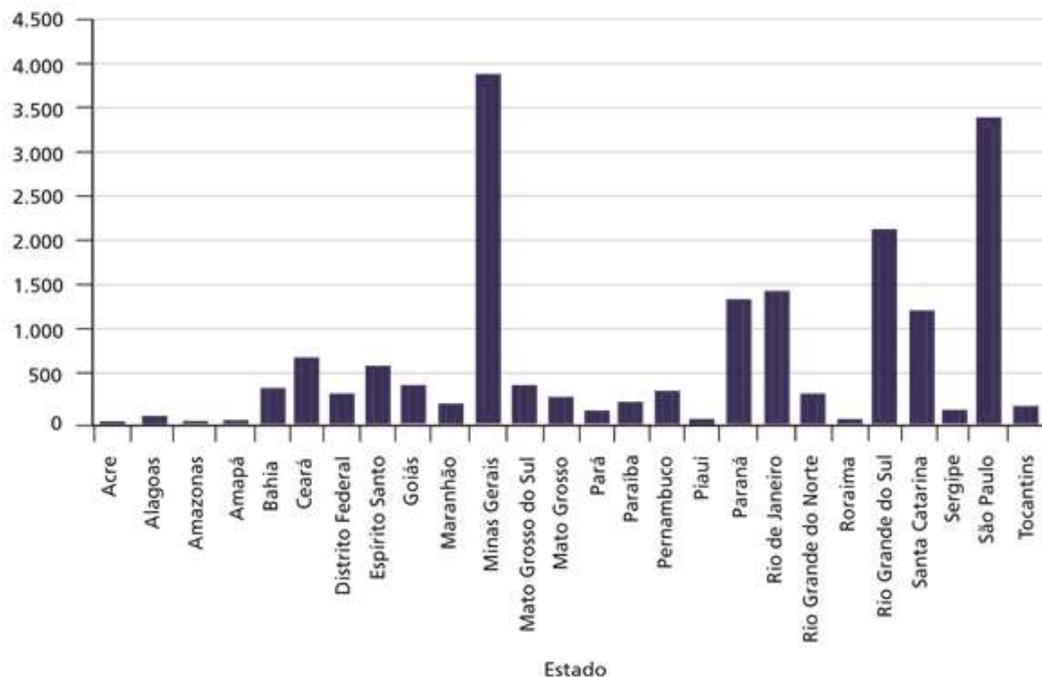
Mesmo com estes registros a partir de 2007, o estado do Ceará alavancou o mercado quando, em agosto de 2011, iniciou as atividades da Usina Solar de Tauá. Isto ocorreu porque a está “localizada na mesorregião Sertões Cearenses, onde o empreendimento possui

capacidade instalada de 1 MWp, compondo-se de cerca de 4.680 painéis fotovoltaicos instalados em uma área de 12.000 m² (SCHUBERT,2019, p.62).

Em 2014 o comércio de energia solar realizou um grande salto no cenário nacional, com a realização do 6º LER - Leilão de Energia Renovável. Neste evento, obteve-se a contratação de 31 (trinta e uma) empreendimentos fotovoltaicos, gerando assim, uma potência de instalação de 889,7 (oitocentos e oitenta e nove virgula sete) MW (mega watts), onde, de toda essa potência, 60 MW (mega watts) seria instalada só no estado do Ceará.

Diante desses eventos, esta fonte renovável começou a chamar a atenção dos demais estados, que iniciaram seus investimentos na energia solar, como mostra a figura 4. Os estados com maiores investimentos no sistema fotovoltaico, são Minas Gerais, com uma potência instalada de aproximadamente 4.000 (quatro mil) KWh, seguido do estado de São Paulo, com uma potência instalada de aproximadamente 3.500 (três mil e quinhentos) KWh. Já o Estado do Ceará, possui uma potência instalada um pouco mais de 500 (quinhentos) KWh, mostrando um pequeno investimento.

Figura 4 - Número de conexões à rede elétrica por estado e potência instalada



Fonte: ANEEL (2015).

De acordo com SCHUBERT (2019), em 2015, a energia solar teve um novo avanço, pois ocorreu o primeiro leilão exclusivo de energia solar no Brasil. Desse leilão, resultou na inscrição de 382 (trezentos e oitenta e dois) projetos e a contratação de, aproximadamente, 834

(oitocentos e trinta e quatro) MW (mega watts), disseminados em 30 empreendimentos. Estes números evidenciam uma atenção maior a energia solar.

Atualmente o mercado de energia solar tem crescido cada vez mais no âmbito mundial, sendo que o maior investimento mundial é da China, com 45,0 GW (giga watts) de capacidade instalada em 2018, enquanto o Brasil, no mesmo ano obteve 1,2 GW de capacidade instalada, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – O mercado fotovoltaico no mundo e a geração distribuída no Brasil.



Fonte: ABSOLAR (2019).

Na avaliação das unidades consumidoras, SCHUBERT (2019), afirma ainda, que, em junho de 2019, foram contabilizadas cerca de 85.919 (oitenta e cinco mil, novecentos e dezenove) unidades com geração distribuidora fotovoltaica. No mesmo ano, o estado do Ceará contava com 2.542 (dois mil quinhentos e quarenta e dois) unidades consumidoras.

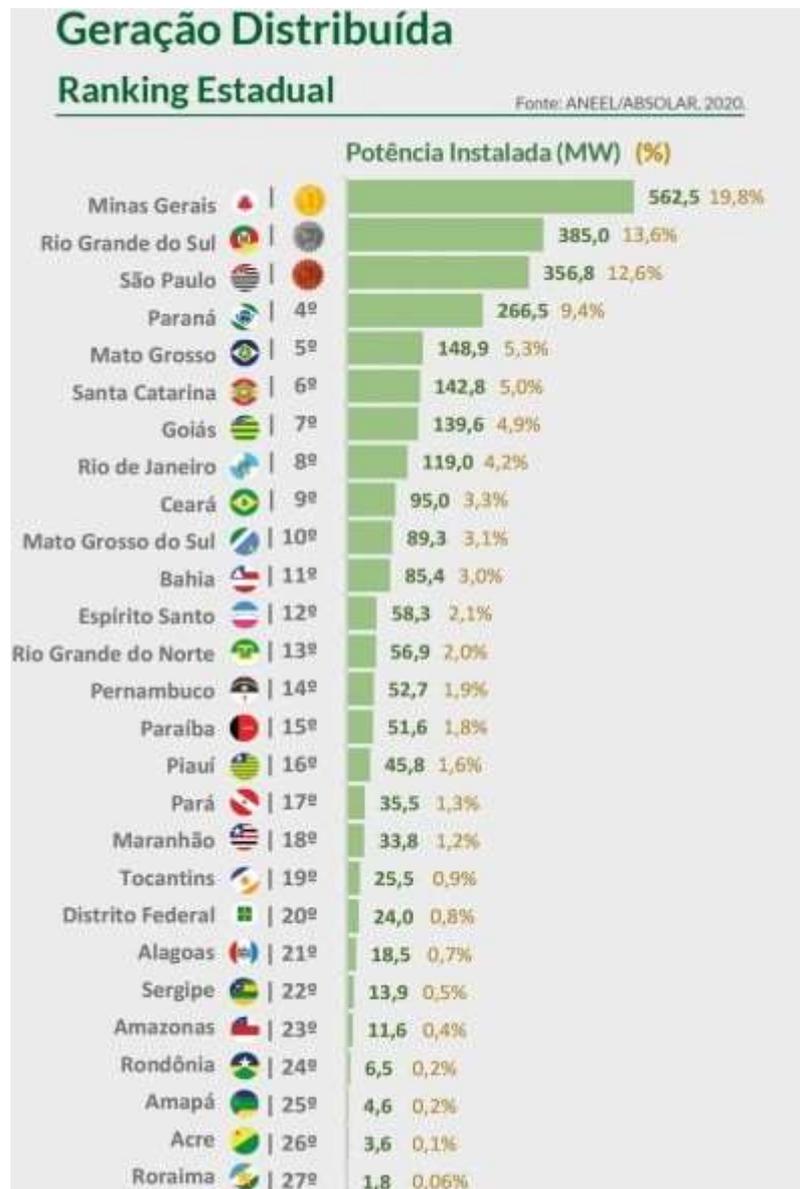
No entanto, com o avanço da tecnologia, o sistema fotovoltaico no Brasil tornou-se defasado, o que provocou o surgimento de investimentos governamentais, com o objetivo de incentivar estudos em prol da melhoria desse sistema fotovoltaico. Sobre esta questão, tem-se:

No início do século XXI, com o avanço industrial na fabricação de células e módulos fotovoltaicos, verificado principalmente na China, e aumento do número de instalações de sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica, o Brasil não conseguiu acompanhar a evolução que estava ocorrendo no mundo. Em 2001, entretanto, uma iniciativa do Governo Federal, caracterizada pela criação do Fundo

Setorial de Energia (CT-ENERG), resultou em um crescimento das atividades de P&D em energia solar fotovoltaica e na formação de grupos de pesquisa e programas de pós-graduação (PINHO; GALDINO,2014, p.59).

Dando destaque ao Brasil, especificamente ao Estado do Ceará, segundo ANEEL e ABSOLAR (2019), o estado produziu 41,1 MW (mega watts) de potência instalada, configurando, assim, como a 9ª posição no ranking estadual de geração distribuída do país, como pode ser visto na figura 6.

Figura 6 – Ranking estadual de geração distribuída no Brasil



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2020).

2.3 Tipologias de Sistema Fotovoltaico

Existem muitas definições para o sistema de geração de energia fotovoltaica, que envolvem seus elementos e como converte energia solar em elétrica, como vê-se:

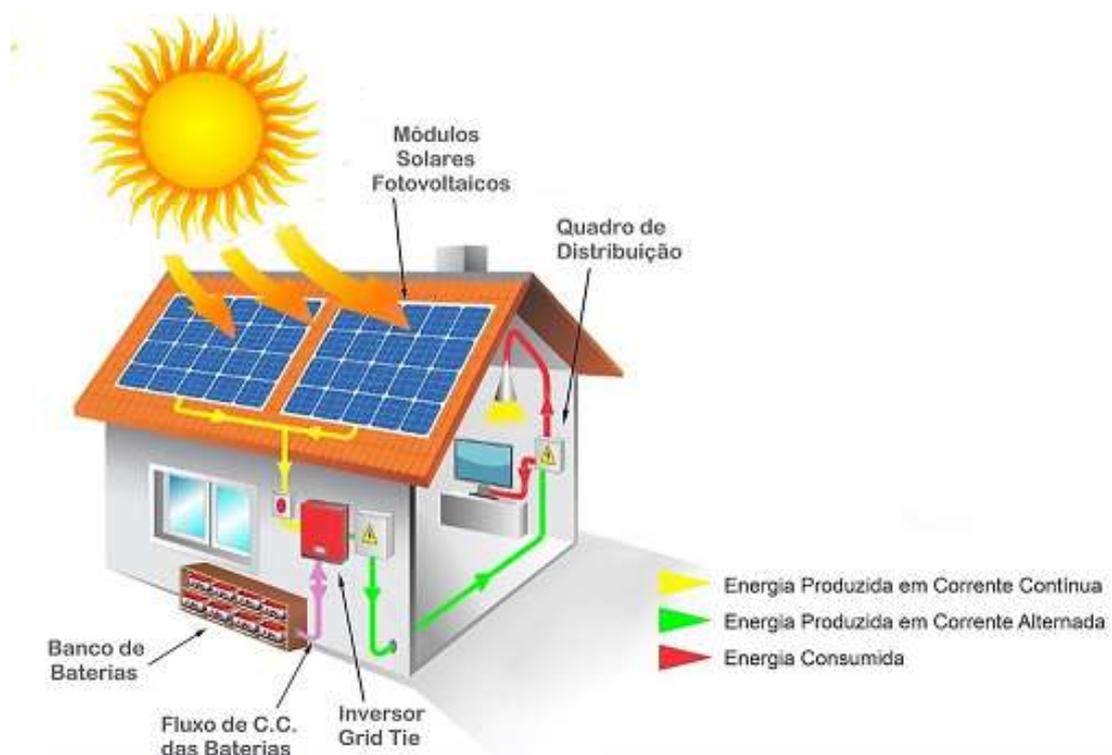
“O conjunto de células solares constituem os painéis. Um sistema fotovoltaico é formado pelos painéis em conjunto com os outros dispositivos, tais como inversor, quadro elétrico, cabos e conectores” (SCHUBERT, 2019, p.66).

O sistema fotovoltaico pode ser executado de três maneiras: *off grid*, *on grid* e híbrido.

O *off grids* são sistemas autônomos ou isolados, onde não depende da rede elétrica para poder funcionar. Ainda existem dois subtipos de sistemas autônomos: com armazenamento, que pode ser utilizado em baterias de carros, pequenos aparelhos portáteis e até mesmo na iluminação pública; e os sem armazenamento, que são mais econômicos, devido ao fato que não precisarem de equipamentos de armazenamento.

Segundo SANTOS (2019), “um sistema off-grid compreende uma rede privada desligada do resto da rede elétrica. Isto pode ser feito intencionalmente ou devido à localização remota da rede que se pretende alimentar. Um outro nome para este tipo de sistema será rede autônoma”. A figura a seguir mostra um sistema fotovoltaico *off grid*.

Figura 7 - Sistema fotovoltaico *off grid*

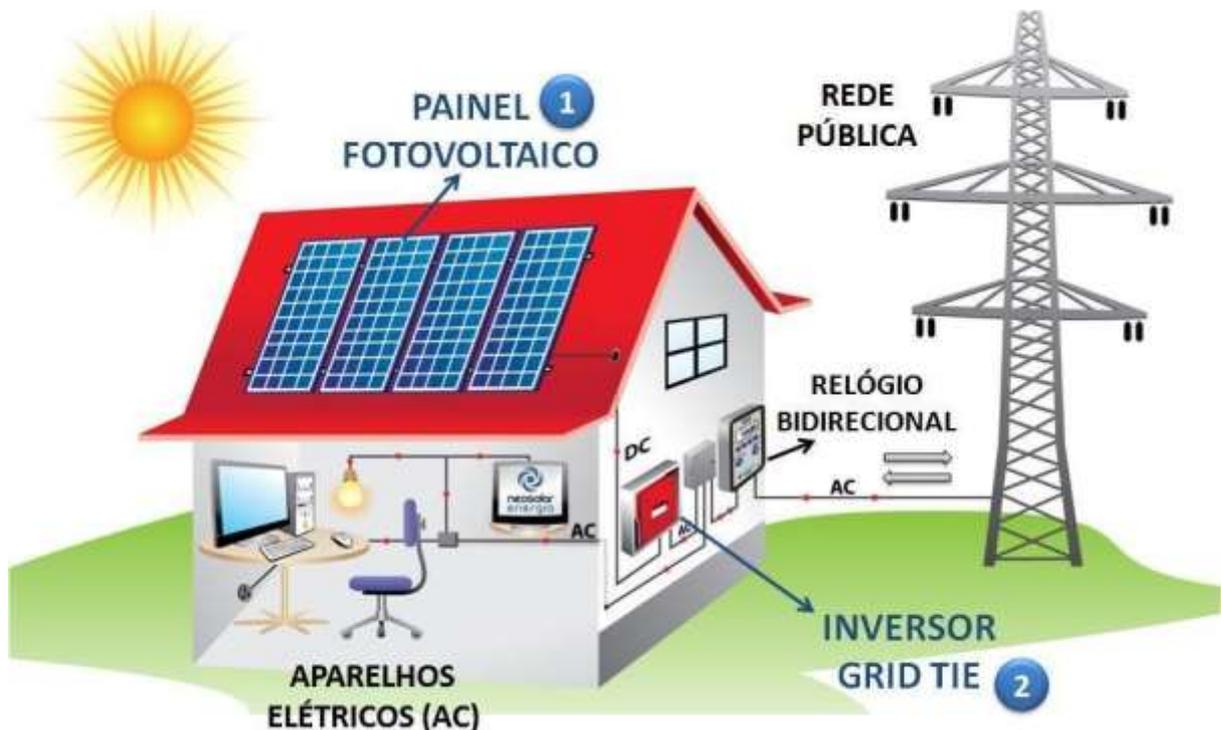


Fonte: GridSolaris, 2020.

Os sistemas fotovoltaicos *on grids* são sistemas que trabalham em conjunto com a rede elétrica distribuidora de energia. Este sistema consiste em um painel fotovoltaico que transforma energia solar em energia elétrica com corrente contínua. Por sua vez, essa corrente passa pelo inversor, que converte a corrente contínua em corrente alternada para assim poder chegar até as residências, edifícios e outras localidades que utilizam eletricidade.

De acordo com BORTOLOTO, SOUZA, GOES, MARTINS, BERGHE e MONTANHA (2017), “no método on grid, a energia gerada não consumida passa por um wattímetro bidirecional que lança o excedente nas linhas de transmissão provocando equivalente redução na conta de energia”, como pode ser visto na figura a seguir:

Figura 8 - Sistema fotovoltaico *on grid*



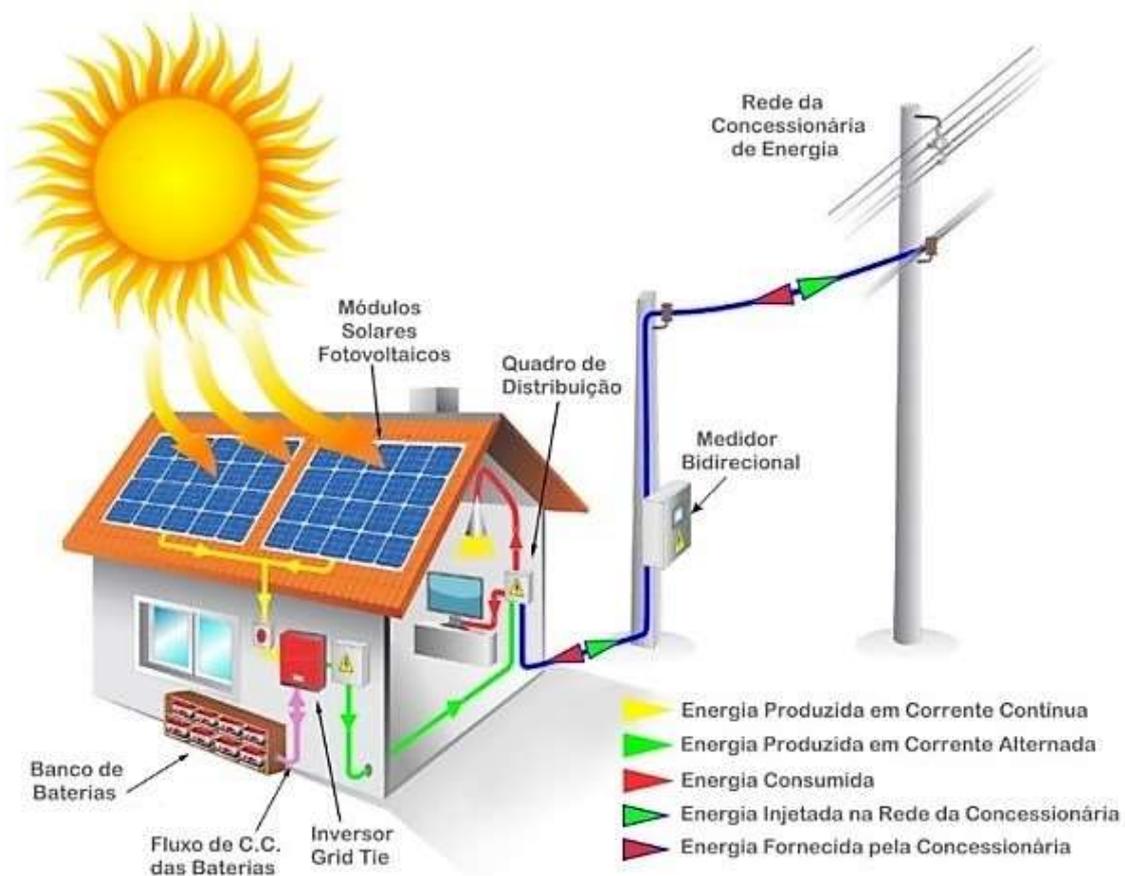
Fonte: NeoSolar, 2020.

Já o sistema fotovoltaico híbrido, é um processo complexo, devido ao fato de necessitar a integração de diferentes formas de produção de energia elétrica, como motores a gás ou geradores eólicos. A grande vantagem desse sistema é a capacidade de produzir eletricidade mesmo em dias de baixas irradiações solares, ou até mesmo sem a presença do sol, pois esse sistema utiliza baterias para o armazenamento do que foi produzido em outros dias (Figura 9).

Corroborando esta informação e reforçando que este sistema pode ser utilizado em diversas situações, tem-se que as “plantas de geração de energia elétrica que combinam duas ou mais diferentes fontes são chamadas de Sistema Híbrido (SH). A eletricidade gerada por um SH pode ter diversas finalidades, sendo uma delas a dessalinização da água.” (RIBEIRO, 2020).

Para que o sistema fotovoltaico funcione de forma adequada e eficiente, se faz necessário o auxílio de equipamentos que trabalhem em conjunto com os módulos fotovoltaicos. Esses equipamentos serão utilizados principalmente para o armazenamento de energia elétrica e, também, para sua distribuição, sendo diferentes em função do sistema que será instalado, podendo ser *on grid* ou *off grid*.

Figura 9 - Sistema Fotovoltaico híbrido



Fonte: GridSolaris, 2020.

SCHUBERT (2019), cita que os painéis fotovoltaicos podem operar de duas maneiras, *on grids*, que funcionam conectados à rede elétrica da concessionária, ocorrendo geralmente em centros urbanos, e os *off grids*, são os sistemas que trabalham de forma isolada da rede de energia, como ocorre em zonas rurais.

Destacando o sistema *off grid*, por ser utilizado principalmente em iluminação pública, se faz necessário a utilização de dispositivos auxiliares, para que assim tenhamos um sistema mais eficiente, alguns destes equipamentos auxiliares são importantes, como os controladores de carga. Esse, que também pode ser chamado de reguladores de cargas, tem como objetivo proteger as baterias de armazenamento de sofrerem sobrecargas, e, se forem ajustados, podem conseguir a máxima eficiência de operação do sistema.

O princípio de funcionamento, da proteção da bateria através dos controladores de carga, consiste em impedir que ela sofra sobrecarga de tensão e prevenir que ela seja completamente descarregada. Ambas as situações acarretam desgaste e, conseqüentemente, diminuição da vida útil da bateria, por isso devem ser controladas (PINHO; GALDINO, 2014).

Outro equipamento muito utilizado é a bateria, pois é responsável pelo armazenamento da energia elétrica, suprimindo a demanda na ausência da irradiação solar. Por isso, este dispositivo é de suma importância, pois sabe-se que a irradiação solar não ocorre em períodos noturnos e é de baixa intensidade em dias nublados e/ou chuvosos.

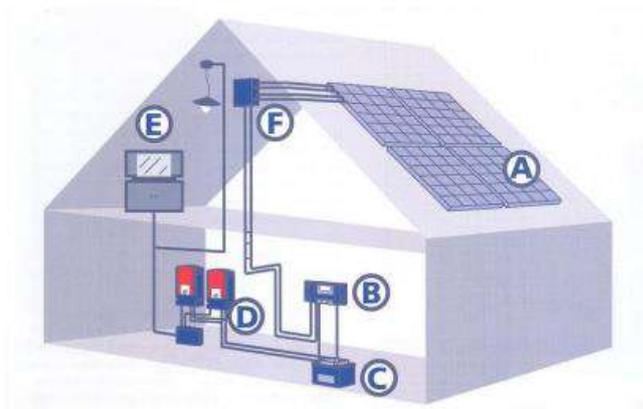
Segundo PINHO e GALDINO (2014, p.164), a definição de bateria corresponde a um conjunto de células ou vasos eletroquímicos, conectados em série e/ou paralelo, capazes de armazenar energia elétrica na forma de energia química por meio de um processo eletroquímico de oxidação e redução que ocorre em seu interior.”

Por fim, temos os inversores, dispositivos que realizam a transformação de corrente contínua para corrente alternada. Além disso, este equipamento eletrônico é capaz de ajustar a tensão gerada pelo os módulos fotovoltaicos, fazendo com que esta energia elétrica possa se conectar à rede pública com segurança, dentro das normas da ANEEL.

Assim, pode-se dizer que os inversores são dispositivos eletrônicos que fornecem energia elétrica em corrente alternada a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (PINHO; GALDINO, 2014).

A figura 10 mostra, de forma esquemática, o processo de instalação do sistema fotovoltaico *off grid*.

Figura 10 - Esquema do sistema fotovoltaico



- A – Placas solares;
- B – Controlador de carga;
- C – Banco de baterias;
- D – Inversores;
- E – Cargas de corrente alternada;
- F – Caixa de conexão.

Fonte: Manual da Engenharia, PINHO; GALDINO, 2014.

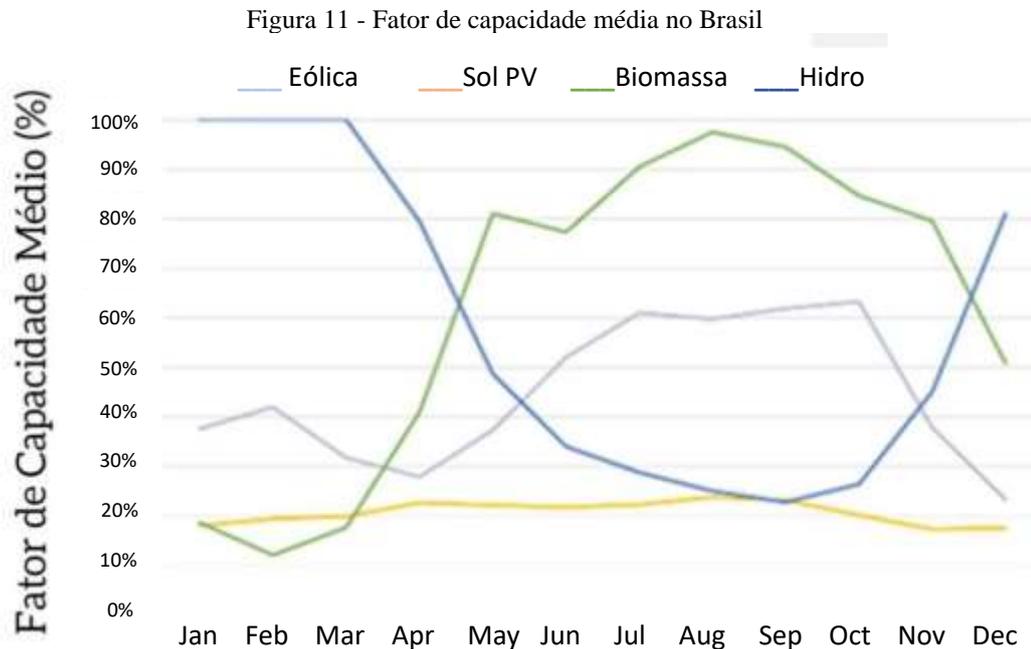
2.4 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico nas unidades

Para que as unidades escolares tenham energia suficiente para sua demanda, é necessário que se faça o dimensionamento de forma correta para cada unidade, para que assim, não venha gerar problemas no futuro. Esses problemas podem ser, por exemplo: que os sistemas fiquem sobrecarregados com a demanda da unidade escolar, ou que ocorra um subdimensionamento, acarretando assim, a deficiência de fornecimento energético para a devida unidade, entre diversas outras situações.

Para se ter um estudo sobre o dimensionamento final, primeiramente se faz o pré-dimensionamento, caso o sistema não consiga suprir, terá que fazer um novo projeto de acréscimo acarretando mais gastos, não suprimindo a demanda, a conta do cliente não vem com a compensação esperada, onde segundo a Secretaria Municipal de Educação – SME, é necessário ter conhecimento do consumo mensal de energia da unidade escolar e o fator de capacidade média – FC. Com esses dados, pode-se utilizar a equação abaixo, para encontrar a potência necessária do projeto.

$$P = \frac{\text{Consumo mensal (KWh/mês)} \times 12}{(8760 \times FC)} \quad (1)$$

Segundo a Secretaria Municipal de Educação – SME, foi considerado que cada unidade escolar tem um consumo médio de 1.291.540,83 (um milhão duzentos e noventa e um mil quinhentos e quarenta virgula oitenta e três) kWh/mês.



Fonte: ABSOLAR, 2019.

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar – ABSOLAR (2019), o fator de capacidade média é em torno de 20% (vinte por cento), como mostra a Figura 11.

Segundo NAKABAYASHI (2015), o Fator de Capacidade (FC), é um índice de mérito geralmente utilizado em usinas de geração de energia elétrica. Representa o nível de atividade de um sistema de geração em um determinado período através da relação entre a energia efetivamente produzida e a produção que teria funcionando em sua capacidade nominal durante esse mesmo período.

Com esses dados, para o pré-dimensionamento através da equação (1), tem-se que a potência necessária para o projeto será de 7.519,24 KW (sete mil quinhentos e dezenove virgula vinte e quatro quilo watts).

A partir da premissa deste dado, será realizado o projeto de sistemas solares para a unidades escolares.

A licitação também cita o valor estimado de garantia da proposta, citada abaixo:

A licitante deverá apresentar a Garantia da Proposta, em favor do PODER CONCEDENTE, no valor de R\$ 1.824.884,52 (um milhão, oitocentos e vinte e quatro mil, oitocentos e oitenta e quatro reais e cinquenta e dois centavos), correspondendo a 1% (um por cento) do valor global estimado do contrato (CPI nº002/2020, 2020).

Sendo assim, todas as empresas que pretenderem participar da licitação, deverão executar a implantação do sistema solar, desde o projeto até a sua execução final dentro do valor estimado pelo o licitante, incluindo os seus respectivos lucros

2.5 Sistema Fotovoltaico no Brasil na atualidade

Atualmente, os estados e municípios estão, cada vez mais, investindo nesse novo sistema de captação de energia, pois segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, se justificaria em função do aumento do consumo de energia de iluminação pública por subsistemas, como vemos na figura 11.

Dados estes bastante significativos, pois demonstram o quanto é consumido de energia elétrica no setor público em cada estado do Brasil.

Figura 12 - Consumo de iluminação pública por subsistema, regiões e UFs (GWh)

	2014	2015	2016	2017	2018	Δ% (2018/2017)	Part. % (2018)	
Brasil	14043,1	15333,3	15035	15442,5	15690,4	1,6%	100%	Brazil
Subsistemas Elétricos	14.043	15.333	15.035	15.443	15.690	1,6%	100%	Electrical subsystems
Sistemas Isolados	174	157	152	155	156	1,0%	1%	Isolated Systems
Norte	957	1.097	1.203	1.149	1.164	1,4%	7%	North
Nordeste	2.821	2.910	3.035	3.295	3.279	-0,5%	21%	Northeast
Sudeste / Centro-Oeste	7.778	8.810	8.198	8.326	8.517	2,3%	54%	Southeast/Midwest
Sul	2.313	2.359	2.446	2.518	2.575	2,2%	16%	South
Regiões geográficas	14.043	15.333	15.035	15.443	15.690	1,6%	100%	Geographic regions
Norte	908	991	1.075	1.036	1.078	4,1%	7%	North
Rondônia	130	131	134	136	157	15,6%	15%	Rondônia
Acre	46	47	48	53	54	1,5%	5%	Acre
Amazonas	166	168	160	171	170	-0,2%	16%	Amazonas
Roraima	35	38	48	41	41	1,8%	4%	Roraima
Pará	387	457	526	476	507	6,5%	47%	Pará
Amapá	41	40	45	39	27	-30,3%	3%	Amapá
Tocantins	103	111	115	121	122	1,1%	1%	Tocantins
Nordeste	3.199	3.330	3.476	3.727	3.706	-0,6%	24%	Northeast
Maranhão	378	419	441	432	427	-1,2%	12%	Maranhão
Piauí	188	184	184	224	168	-25,1%	5%	Piauí
Ceará	458	475	497	526	489	-7,0%	13%	Ceará
Rio Grande do Norte	171	177	187	194	198	2,0%	5%	Rio Grande do Norte
Paraíba	252	259	275	292	305	4,3%	8%	Paraíba
Alagoas	203	201	216	282	226	-19,8%	6%	Pernambuco
Pernambuco	444	442	461	487	509	4,4%	14%	Alagoas
Sergipe	178	182	199	207	225	8,7%	6%	Sergipe
Bahia	925	991	1.016	1.082	1.159	7,1%	31%	Bahia
Sudeste	6.113	6.364	6.351	6.407	6.555	2,3%	42%	Southeast
São Paulo	3.167	3.165	3.196	3.260	3.238	-0,7%	49%	São Paulo
Minas Gerais	1.407	1.436	1.463	1.486	1.508	1,5%	23%	Minas Gerais
Espírito Santo	256	337	377	400	434	8,4%	7%	Espírito Santo
Rio de Janeiro	1.283	1.426	1.315	1.261	1.375	9,0%	21%	Rio de Janeiro
Sul	2.313	2.359	2.446	2.518	2.575	2,2%	16%	South
Paraná	981	1.006	1.035	1.068	1.091	2,1%	42%	Paraná
Santa Catarina	582	595	619	648	662	2,1%	26%	Santa Catarina
Rio Grande do Sul	750	758	793	802	822	2,5%	32%	Rio Grande do Sul
Centro-Oeste	1.510	2.290	1.686	1.755	1.777	1,2%	11%	Midwest
Mato Grosso do Sul	226	238	245	246	244	-0,8%	14%	Mato Grosso do Sul
Mato Grosso	302	327	323	363	379	4,5%	21%	Mato Grosso
Goiás	564	1.294	675	688	690	0,3%	39%	Goiás
Distrito Federal	418	431	444	458	463	1,2%	26%	Distrito Federal

Fonte: EPE, 2018

Enfatizando os dados da Figura 12, mais precisamente a região nordeste, poder-se-á analisar o consumo de energia por cada estado na região, como se vê na Figura 13.

Figura 13 - Consumo de iluminação pública da Região Nordeste

Nordeste	3.199	3.330	3.476	3.727	3.706	-0,6%	24%	Northeast
Maranhão	378	419	441	432	427	-1,2%	12%	Maranhão
Piauí	188	184	184	224	168	-25,1%	5%	Piauí
Ceará	458	475	497	526	489	-7,0%	13%	Ceará
Rio Grande do Norte	171	177	187	194	198	2,0%	5%	Rio Grande do Norte
Paraíba	252	259	275	292	305	4,3%	8%	Paraíba
Alagoas	203	201	216	282	226	-19,8%	6%	Pernambuco
Pernambuco	444	442	461	487	509	4,4%	14%	Alagoas
Sergipe	178	182	199	207	225	8,7%	6%	Sergipe
Bahia	925	991	1.016	1.082	1.159	7,1%	31%	Bahia

Fonte: EPE, 2018.

Analisando o âmbito regional, o estado do Ceará possui 13% do total de consumo de eletricidade em iluminação pública da região Nordeste, mostrando um valor significativo. No entanto, quando comparado ao estado de São Paulo (Figura 11), que utiliza 49% (quarenta e nove por cento) do consumo total da região Sudeste, onde a mesma possui 42% de consumo de todo o país, enquanto a região Nordeste só consome 24% de todo o âmbito nacional, sendo assim observa-se que o estado Ceará ainda tem muita capacidade de crescimento, especialmente pelas condições de ampliação da rede solar.

Chamando a atenção para o estado do Ceará, observa-se que possui uma média de 489 (quatrocentos e oitenta e nove) GWh de consumo exclusivo para iluminação pública, entre os anos de 2014 a 2018, ou seja, um valor considerável de consumo energético. Quando comparado ao estado da Bahia, que se apresenta como o estado da região Nordeste com maior consumo de energia, com média, entre os mesmos anos, de R\$1.034,6 (um mil e trinta e quatro virgula seis), percebe-se que equivale a quase 50% do seu valor.

Esse valor de consumo energético é referente a todos os municípios do estado, dando destaque, principalmente, ao município de Fortaleza. Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará – IPECE (2018), o município de Fortaleza, no ano de 2017, teve um consumo de 500.001 (quinhentos mil e um) a 4.236.078 (quatro milhões duzentos e trinta e seis mil e setenta e oito) MWh.

Como citado pelo IPECE, o consumo de energia em Fortaleza é relativamente alto para o estado, e dentre este consumo, boa parte está ligada as unidades escolares públicas do município. Sendo assim, seria de suma importância o uso inteligente e racional dessa energia elétrica, conscientizando os alunos e professores do seu consumo, de modo que houvesse uma

correlação entre o consumo eficiente e a economia nas contas de energia. Neste sentido, tem-se:

Neste contexto, promover um melhor uso desta energia elétrica nas salas de aula e demais dependências da escola pública torna-se extremamente importante, pois cria uma conscientização do uso racional deste insumo, gerando um melhor aprendizado dos alunos, que serão capazes de vincular o uso da energia a economia junto à concessionária de fornecimento de energia elétrica do seu estado (LIMA, 2018, p.17).

2.6 A tarifa de Energia elétrica

O Serviço de Energia Elétrica é fundamental no cotidiano da população, seja nas residências ou nos diversos segmentos da economia, pois a eletricidade é de suma importância no funcionamento dos eletrodomésticos como: geladeira, fogão, iluminação entre outros equipamentos; já que estes equipamentos são cruciais para uma residência por exemplo.

Para o uso desse bem é necessária a aplicação de tarifas que remunerem o serviço de forma adequada, que viabilize a estrutura para manter o serviço com qualidade e que crie incentivos para eficiência do sistema de abastecimento. (ANEEL, 2016).

Sendo assim, metodologias foram desenvolvidas pela ANEEL com o intuito de calcular o valor tarifário para as diversas ramificações do setor elétrico, sejam elas: geradora, transmissora, distribuidora ou comercializadora. Para isso, levou-se em conta os aspectos no que se diz a respeito à infraestrutura de geração, transmissão e distribuição, bem como fatores econômicos de apoios à modicidade tarifária e indicação ao mercado.

2.6.1 Estrutura Tarifária

Segundo a ANEEL (2015), a tarifa visa assegurar aos prestadores dos serviços receita suficiente para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade, bem como garantir o atendimento com qualidade. Os custos e investimentos repassados às tarifas são calculados pelo órgão regulador, e podem ser maiores ou menores do que os custos praticados pelas empresas.

A composição da tarifa é elaborada por três custos distintos: energia gerada, transporte de energia até as unidades consumidoras e encargos sociais.

Desde 2004, o valor da energia contratada das geradoras pelas distribuidoras passou a ser determinado também em implicação de leilões públicos. A concorrência entre os vendedores colabora para menores preços.

De acordo com a ANEEL (2015), o transporte da energia (da geradora à unidade consumidora) é um monopólio natural, pois a competição nesse segmento não geraria ganhos econômicos. Assim, este setor se ramifica em dois segmentos: a transmissão, onde a mesma entrega a energia a distribuidora, e a distribuidora, que, por sua vez, leva a energia até o consumidor final.

Já os encargos sociais, nada mais são que os tributos instituídos por lei, que se aplicam tanto sobre o custo da distribuição da energia, quanto nos custos de geração e transmissão, porém, essa última de forma embutida.

2.6.2 Bandeira Tarifária

De acordo com a ANEEL (2015), bandeira tarifária é: “o sistema que sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica.”

Esse sistema passou a ser oficial a partir do Decreto nº8.401 de 04 de fevereiro de 2015, ordenado pelo Presidente da República, proferindo que as contas de energia passariam a trazer uma inovação: o Sistema de Bandeiras Tarifárias, que indica, regulamenta e institui as seguintes modalidades: verde, amarela e vermelha. Estas bandeiras tarifárias irão indicar se a energia ficará mais ou menos custosa, pois a energia depende das condições de geração da eletricidade, implicando diretamente na conta de luz do consumidor.

Assim o consumidor conseguirá entender melhor as informações constadas na sua conta de luz, para só assim saber como utilizar sua energia de forma mais consciente, evitando gastos desnecessários.

A ANEEL (2015) define as três bandeiras tarifárias como:

Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;

Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01343 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;

Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,04169 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,06243 para cada quilowatt-hora kWh consumido (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2015).

A Figura 14 mostra os referentes valores tarifários do Estado do Ceará, os quais foram indicados pela Resolução Homologada nº 2.530 de 16 de abril de 2019. Pode-se observar que estas tarifas são as mesmas adotadas pela Enel, a distribuidora no Ceará, que é a companhia energética responsável pelo fornecimento de eletricidade no Estado.

Figura 14 - Valores tarifários de baixa tensão

Tarifas

FORNECIMENTO EM BAIXA TENSÃO		VIGENCIA mai/20		
		R\$/kWh		
RESIDENCIAL BAIXA RENDA - B		VERDE	AMARELA	VERMELHA
0 A 30 kWh		0,25719	0,26403	0,27843
31 a 100 kWh		0,44090	0,45263	0,47731
101 a 220 kWh		0,66135	0,67894	0,71597
ACIMA 220 kWh		0,73483	0,75438	0,79552
B1 - RESIDENCIAL NORMAL		0,77073	0,79028	0,83141
SUB-GRUPO - OUTROS		R\$/kWh		
B2 - R U R A L		0,42049	0,43452	0,46405
B2 - RURAL IRRIGANTE 8,5 hora		0,11353	0,11732	0,12529
B2 - SERV PUBLICOS IRRIGACAO		0,37623	0,39026	0,41979
B3 - AGUA, ESG. E SANEAMENTO		0,67824	0,69779	0,73892
B3 - DEMAIS CLASSES (Com, Ind		0,77073	0,79028	0,83141
B4a - ILUMINACAO PUBLICA		0,42390	0,44345	0,48459
B4b - ILUMINACAO PUBLICA		0,46243	0,48198	0,52311

Tarifas fixadas pela resolução ANEEL Nº 2.530, de /2019, com aplicação a partir de 22/04/2019, tarifas constantes na tabela 1 GA e tabela 2 GB

Fonte: ENEL (2020).

A Figura 15 mostra a tarifa de fornecimento para o GRUPO B, em relação dos tipos de bandeiras (verde, amarela e vermelha), divididos em subgrupos e nível de tensão, conforme também a Resolução Homologada nº 2.530 de 16 de abril de 2019, onde as mesmas são adotadas pela a ENEL, a distribuidora de eletricidade do estado do Ceará.

Figura 15 - Valores tarifários no Estado do Ceará

TARIFA DE FORNECIMENTO - TARIFA BRANCA

Tarifas Grupo B homologadas pela ANEEL

HORO SAZONAL TARIFA BRANCA

SUB-GRUPO/NIVEL DE TENSÃO	VERDE			
	kWh PT	kWh FPT	KWh - HINT	KWH - HR
B1 - RESIDENCIAL NORMAL	1,62197	0,64719	1,01640	
SUB-GRUPO - OUTROS				
B2 - R U R A L	0,86917	0,34995	0,54509	-
B2 - RURAL IRRIGANTE 8,5 horas	-	-	-	0,09449
B2 - SERV PUBLICOS IRRIGACAO	0,77768	0,31311	0,48875	-
B3 - AGUA, ESG. E SANEAMENTO	1,44002	0,57208	0,90204	-
B3 - DEMAIS CLASSES (Com, Ind e Poder Público)	1,63639	0,65009	1,02505	-

Fonte: ENEL, 2020.

Figura 16.1 - Valores tarifários no Estado do Ceará

AMARELA				VERMELHA			
kWh PT	kWh FPT	kWh - HIN	KWH - HR	kWh PT	kWh FPT	kWh - HIN	KWH - HR
1,64151	0,66674	1,03595	-	1,68265	0,70787	1,07709	-
kWh PT	kWh FPT	kWh - HIN	KWH - HR	kWh PT	kWh FPT	kWh - HIN	KWH - HR
0,88321	0,36398	0,55912	-	0,91274	0,39351	0,58065	-
-	-	-	0,09827	-	-	-	0,10625
0,79171	0,32715	0,50278	-	0,82124	0,35668	0,53231	-
1,45957	0,59163	0,92159	-	1,50071	0,63276	0,96273	-
1,65594	0,66964	1,04460	-	1,69707	0,71077	1,08574	-

Fonte: ENEL, 2020.

2.6.3 Faturamento de Energia Elétrica

A conta que o consumidor recebe indica o valor que será pago pela energia gerada, envolvendo custos de transmissão e distribuição dessa energia, além de incluir encargos setoriais e tributos.

Para fins de cálculo tarifário, os custos da distribuidora são classificados em dois tipos:

- Parcela A: Compra de Energia, transmissão e encargos setoriais; e
- Parcela B: Distribuição de Energia.

De acordo com a ANEEL (2016), a PARCELA A envolve os custos incorridos pela distribuidora relacionados às atividades de geração e transmissão, além de encargos setoriais previstos em legislação específica. Trata-se de custos cujos montantes e preços, em certa medida, escapam à vontade ou gestão da distribuidora.

A ANEEL ainda cita sobre a PARCELA B, dizendo: A Parcela B representa os custos diretamente gerenciáveis pela distribuidora. São custos próprios da atividade de distribuição que estão sujeitos ao controle ou influência das práticas gerenciais adotadas pela empresa.

Os custos da PARCELA B são revisados a cada 4 anos, a pender do que consta do Contrato de Concessão ou Permissão, este processo é mais conhecido como revisão tarifária.

Segundo a ANELL (2015), os custos de energia representam atualmente a maior parcela de custos (53,5%), seguido dos custos com Tributos (29,5%). A parcela referente aos custos com distribuição, ou seja, o custo para manter os ativos e operar todo o sistema de distribuição, representa apenas 17% dos custos das tarifas.

2.7 Faturamento de Energia Elétrica

2.7.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL é utilizado para calcular o valor presente dos fluxos de Caixa projetados para gerar benefícios à empresa, subtraído do valor inicial do investimento. Esse método exige a utilização de uma taxa mínima de atratividade (TMA), que é responsável por descontar os fluxos de caixa trazendo-os a valor presente.

Segundo TOCANTIS (2018), o fluxo de caixa é um instrumento gerencial que controla e informa todas as movimentações financeiras (entradas e saídas de valores) de um dado período. Pode ser diário, semanal, mensal etc., sendo composto por dados obtidos dos controles de contas a pagar, contas a receber, de vendas, de despesas, de saldos de aplicações e de todos os demais elementos que representem as movimentações de recursos financeiros da empresa.

O projeto deve ser aceito se o valor presente líquido for maior ou igual a zero, e rejeitado se o VPL for menor que zero, pois, isso significa que o retorno do investimento foi menor que a TMA. (ASSAF NETO, 2014).

O VPL é calculado pela soma algébrica do valor presente de cada receita ou despesa do fluxo de caixa em cada tempo “t”, avaliada com a taxa de desconto “i” (ou Taxa Mínima de Atratividade - TMA), durante períodos de tempo considerados “n”, sendo assim, a equação para o cálculo do VPL é:

$$VPL = \sum_{n=0}^j \frac{FCn}{(1+i)^n} - FC_0 \quad (2)$$

Onde:

VPL: Valor Presente Líquido;

FC₀: Investimento Inicial do Projeto;

i: taxa de desconto;

n: Período de tempo;

FC_n: Fluxo de Caixa no período n;

2.7.1 Taxa de Retorno sobre Investimento (ROI)

O ROI (do inglês *Return over Investment* – Retorno Sobre o Investimento) é a medida do retorno sobre o investimento. Conforme Assaf Neto (2014), o ROI avalia o retorno sobre os recursos aplicados por acionistas e credores, considerando os recursos levantados e aplicados no negócio da companhia. O ROI é calculado pela a equação:

$$ROI = \frac{\text{Lucro Operacional (Liq IR)}}{\text{Investimento Médio}} \quad (3)$$

2.7.1 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Taxa interna de retorno (TIR) é definida por Hastings (2013) como procedimento que visa indicar a taxa de retorno intrínseca do investimento, independentemente de qualquer variável externa do projeto. A principal exceção a este processo surge do caso de que, implicitamente, considera que quaisquer excessos ou faltas de fundos, superávits ou déficits, que aparecerem ao longo da duração do projeto, serão valorizados ou onerados à própria TIR, o que dificilmente corresponderia à realidade.

Aplicado em um fluxo de caixa a TIR, faz com que os retornos de investimentos, trazidos ao valor atual, sejam iguais aos valores das despesas, trazidas ao valor presente, (CASTANHEIRA, 2016).

Segundo Hastings (2013), ao analisar projetos de Investimento de Capital, o procedimento TIR pode ser muito útil como segundo critério, depois do procedimento VPL, por indicar até que taxa de custo de capital os projetos analisados são favoráveis. Mas, quando o projeto envolver fluxos de caixa não convencionais, ou seja, fluxos onde a saída de valores financeiros é maior do que a entrada, sendo assim, é preciso tomar muito cuidado com o procedimento TIR – ou TIRMod – para prevenir indefinições ou, pior ainda, erros.

Para Castanheira (2016), a TIR pode ser considerada como:

Tabela 1 – TIR X TM

TIR x TMA	INVESTIMENTO
TIR > TMA	Atrativo
TIR = TMA	Indiferente, porém atrativo economicamente
TIR < TMA	Não atrativo, o retorno é superado pelo investimento;

Fonte: O autor.

Conhecer o TIR é de suma importância, pois compreender essas definições permite que o entendimento sobre este processo seja mais fácil e seguro, possibilitando a análise dos valores de investimento e os de retorno na implantação das placas.

2.8 Resolução Normativa do Sistema Fotovoltaico

Com o a criação de projetos governamentais incentivando a implantação do sistema de energia solar no Brasil, o número de instalações de sistemas fotovoltaicos começou a ter um aumento expressivo. Devido a esse crescimento exacerbado, o governo percebeu que se fazia necessário a criação de normas com o intuito de regulamentar o processo de instalação do sistema de energia solar.

Sendo assim, em 17 de abril de 2012 foi estabelecida a Resolução Normativa (RN) Nº 482/2012, criada pela a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esta resolução cita:

“Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.” (RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 482, 2012, p.1)

Para que qualquer pessoa, seja ela física ou jurídica tenha direito ao sistema de energia solar, é necessário que o mesmo realize o cadastro no Ministério da fazenda, pelo o CPF ou por um número de CNPJ.

Na RN - Resolução normativa nº482, alguns pontos importantes devem ser destacados, como: a limitação das micro e minigeração de energia; a potência do sistema difere entre grupos de consumidores e a taxa mínima cobrada para cada grupo de consumidor, como por exemplo:

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração

qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 786, de 17.10.2017) (ANEEL, RN N°482,2015, p.2).

O artigo 2º, parágrafo primeiro e segundo, delimitam em duas classificações as unidades geradoras, a microgeração e a minigeração. Percebe-se que o que diferencia uma da outra, é a potência total que será instalada.

A resolução, no capítulo primeiro, parágrafo III, cita, também, a questão da injeção de energia elétrica na rede pública da concessionária, a partir de uma unidade consumidora.

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015) (ANEEL, RESOLUÇÃO NORMATIVA N°482, p.2).

Em outras palavras, o parágrafo III quer dizer que, na prática, todo sistema fotovoltaico, seja ele micro ou mini geração, que gerar energia elétrica além do necessário, deve registrar a quantidade ultrapassada no medidor e, ao final do mês, essa quantia energética registrada será utilizada em forma de crédito no valor da conta de energia do usuário. Esse crédito pode ser utilizado em um prazo de até 36 (trinta e seis) meses, demonstrando-se como uma espécie de “gratificação” feita pela concessionária, uma vez que o usuário produziu energia alternativa e limpa.

Outro ponto importante, diz a respeito à divisão de grupos de consumidores em relação à potência instalada dos sistemas, que são divididos em dois grupos. O grupo A, que são consumidores de alta tensão, aprovados em tensão igual ou superior a 2,3 kV (quilovolt) ou por sistema subterrâneo de distribuição, assinalado pela tarifa binômica (aplicada ao consumo e à demanda faturável). Neste caso, a potência total da central geradora fica restrita ao processo contratado presente na conta de energia elétrica da unidade consumidora.

Já o grupo B, onde os consumidores de baixa tensão são atendidos com tensão menor que 2,3 kV (quilovolt), tem seu tarifado tipo monômica (aplicável apenas ao consumo), sendo a potência das centrais limitada à carga instalada da unidade.

O capítulo II, estabelece as diretrizes para os dois grupos:

§1º A potência instalada da microgeração e da minigeração distribuída fica limitada à potência disponibilizada para a unidade consumidora onde a central geradora será conectada, nos termos do inciso LX, art. 2º da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§2º Caso o consumidor deseje instalar central geradora com potência superior ao limite estabelecido no §1º, deve solicitar o aumento da potência disponibilizada, nos termos do art. 27 da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, sendo dispensado o aumento da carga instalada. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) (ANEEL, RESOLUÇÃO NORMATIVA N°482, p.2).

No parágrafo 1º, cita a resolução normativa nº 419, de 9 de setembro de 2010, onde realiza algumas alterações nos artigos 216, 217, 224 e 227 da resolução normativa nº 414 de 09 de setembro de 2010, com isso a RN nº 419 estabelece as condições gerais de fornecimento da energia elétrica. Sendo assim, o inciso LX, do artigo 2º cita:

LX –Potência disponibilizada: potência que o sistema elétrico da distribuidora deve dispor para atender aos equipamentos elétricos da unidade consumidora, segundo os critérios estabelecidos nesta Resolução e configurada com base nos seguintes parâmetros:

a) unidade consumidora do grupo A: a demanda contratada, expressa em quilowatts (kW); e

b) unidade consumidora do grupo B: a resultante da multiplicação da capacidade nominal de condução de corrente elétrica do dispositivo de proteção geral da unidade consumidora pela tensão nominal, observado o fator específico referente ao número de fases, expressa em quilovolt-ampère (KVA). (ANELL, RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 414, 2010, pags.10 e 11)

E por fim, o último ponto a ser destacado na RN nº 482 se trata do taxamento mínimo cobrado para cada grupo de consumidores. Segundo esta Resolução, para o faturamento dessa energia, fica estabelecido que, para consumidores do GRUPO A, deve ser arrecadado, no mínimo, o valor referente à demanda acordada. Isso ocorre em função de existir a probabilidade de que a geração supra, inteiramente, o consumo ativo de energia elétrica, não existindo faturamento excessivo a ser cobrado. Nos demais casos, o faturamento se dá pelo consumo de energia, que são de dois tipos: ativa e reativa.

De acordo com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), o consumo de energia ativa é aquele que realiza o trabalho de forma efetiva, ou seja, é a responsável por funcionar os equipamentos; já a energia reativa, é a responsável por gerar campos magnéticos e elétricos necessários para o funcionamento dos equipamentos.

O faturamento deste consumo de energia é gerado nos horários de pico e fora de pico, já deduzidos os créditos energéticos do sistema de compensação no mesmo horário em que foi gerado.

E, mesmo após a compensação, quando o crédito energético provocado pela unidade é superior ao que ela consumiu da rede elétrica, pode-se aproveitar esse excedente para compensar o consumo de energia no posto (horário) seguinte, necessitando ser observada a proporção entre os valores das tarifas de energia (TE) para os diversos postos tarifários (horários).

Para o GRUPO B, por sua vez, deverá ser cobrado, no mínimo, o valor alusivo ao custo de disponibilidade de acesso à rede, quando não houver consumo ativo faturado. Nos

demais casos, será arrecadado o consumo ativo, já diminuído os créditos energéticos do sistema de compensação da resolução 482 da ANEEL.

Art. 7º No faturamento de unidade consumidora integrante do sistema de compensação de energia elétrica devem ser observados os seguintes procedimentos: I - deve ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B, ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A, conforme o caso;(Redação dada pelas REDES ENERGÉTICAS NACIONAIS, ANEEL 687, de 24.11.2015.) (ANEEL, RESOLUÇÃO NORMATIVA nº687, 2015).

Desde a sua criação no ano de 2012, a Resolução Normativa nº 482 passou por duas revisões, em 2015 e em 2017, dando origem assim as Resoluções Normativas nº 687 e nº 786, atualizando, assim, algumas diretrizes.

2.9 Projeto de Lei nº 1.156 de 26 de fevereiro de 2019

A partir das resoluções normativas, a aquisição do sistema solar vem crescendo bastante em residências e edificações, devido ao fato que seus equipamentos vêm passando por um barateamento de custo com o decorrer dos últimos anos. Isto porque, este processo vem se modernizando e se aperfeiçoando, fazendo com que sejam descobertos métodos mais econômicos afim de aumentar a produção dos componentes do sistema fotovoltaico, acarretando, conseqüentemente, um aumento no número de instalações dessa fonte alternativa pelo o país.

Sentindo toda a evolução no panorama nacional, o Deputado Assis Carvalho, de Oeiras - Piauí, propôs, o projeto de lei nº1.156, no dia 26 de fevereiro de 2019, junto a câmara dos deputados, abordando diretrizes acerca do valor tarifário da energia elétrica que é fornecida a rede de concessionária referente a cada estado a partir do sistema solar.

Esse projeto tem dois artigos, onde o Art. 1º cita:

Art. 1º A energia ativa injetada na rede de distribuição de energia elétrica por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída que compensar o consumo de energia elétrica ativa será valorada pela tarifa de fornecimento aplicável à unidade consumidora (Congresso Nacional, projeto de lei nº1156, 2019, Brasília).

Este Deputado justifica seu projeto com o embasamento de que, por se tratar de uma fonte renovável e limpa, onde sua matéria-prima é encontrada em abundância, o consumidor poderia receber um incentivo de valor compensatório em sua conta de luz em relação a energia ofertada pela rede concessionaria, como foi previsto na resolução normativa nº 482/2012.

Já a ANEEL, com as modificações realizadas na RN nº 482/2012, estaria contradizendo as suas disposições iniciais, ou seja, as disposições que tratavam do incentivo a

essa modalidade de geração sustentável. Advém que, ao alterar o texto inicial, houve a diminuição do valor ofertado pela energia atribuída na rede do consumidor, causando assim um prejuízo maior as micro e mini geradoras de distribuição.

Ocorre que a Aneel, contrariando sua disposição inicial de incentivar essa modalidade sustentável de geração, prepara, a partir da Audiência Pública nº 1/2019, alterações nas disposições da referida Resolução nº 482/2012, com o objetivo reduzir o valor atribuído à energia injetada na rede pelo consumidor, que passaria a valer menos que a energia da distribuidora por ele consumida, gerando uma assimetria em seu prejuízo. Dessa maneira, seria preciso instalar uma capacidade de geração maior para abater a energia absorvida da distribuidora, o que encarecerá a sistemática, desestimulando a micro e a minigeração distribuída (Projeto de Lei nº 1156, 2019.).

Este Projeto de Lei – PL, ainda se encontra em processo de tramitação na câmara em regime de urgência, pois trará maiores benefícios financeiros aos investidores públicos e privados, que pretendem utilizar os sistemas solares em grande escala.

2.10 Concorrência pública Internacional nº 002/2020

Seguindo o raciocínio exposto, a Prefeitura de Fortaleza, ao lado da Secretaria Municipal de Educação - SME, necessita de soluções alternativas de energia para abastecer essa grande quantidade de consumo solicitada pelas unidades escolares públicas do município.

Considerando este consumo elevado de energia, a Secretaria Municipal de Educação, dentro dos documentos apresentados na licitação da Concorrência Pública Internacional – CPI nº 002/2020, informou um gasto anual de 13 GWh de energia, gerando um custo financeiro de R\$ 14.000.000,00 (quatorze milhões de reais). Diante de todo este gasto e, com a grave crise financeira do país, o poder público se vê na obrigação de tomar soluções que venham a reduzir despesas e à contenção de gastos públicos, assim como, também, melhorar as condições no ponto de vista ambiental, com a promoção de soluções renováveis.

Em função desta situação, o Prefeito de Fortaleza daquela época, o Sr Roberto Cláudio, juntamente com a Secretaria Municipal da Educação, abriria uma Concorrência Pública Internacional nº 002/2020, no dia 17 de abril de 2020, com o objetivo de instalar um sistema solar em unidades escolares do município de Fortaleza, porém não foi possível devido a pandemia do Covid-19 como observa-se:

A presente licitação tem como objetivo a proposta mais vantajosa para fins de contratação de parceria público privada, na modalidade de concessão administrativa, para implantação, gestão, operação e manutenção de geração de energia distribuída e para a implantação, gestão, operação e manutenção de projetos de eficiência energética das unidades consumidoras dos estabelecimentos vinculados Secretaria Municipal da Educação – SME – do município de Fortaleza/CE (cpi nº 002/2020, 2020).

Esta licitação prevê que as empresas de instalação de sistemas fotovoltaicos irão apresentar um projeto de energia renovável, ou seja, de energia solar, com o objetivo de gerar energia para as unidades escolares do município, de acordo com o projeto base estipulado no edital.

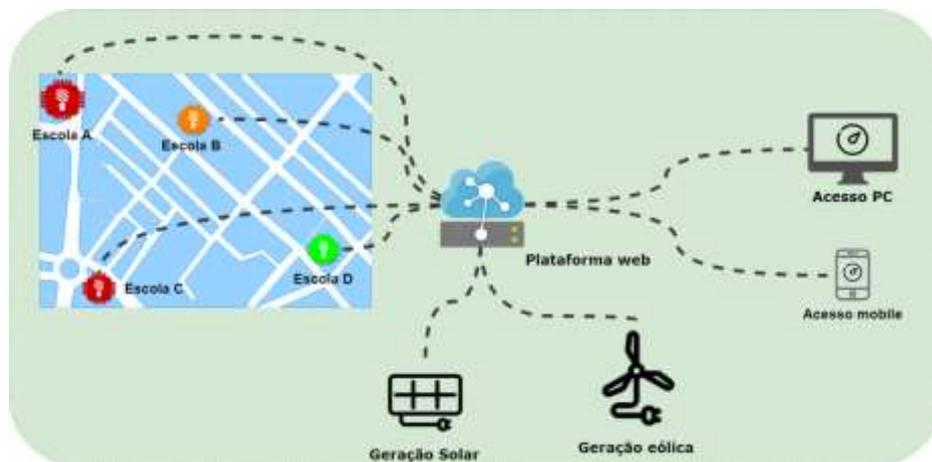
O principal objeto a ser alcançado por esta licitação é, basicamente, a economia de custos com o consumo de energia e a preservação do meio ambiente, além do aumento e/ou criação da eficiência energética.

“Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização” (INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2018).

A eficiência energética, resume-se, basicamente, utilizar menos eletricidade e mesmo assim, proporcionar o mesmo conforto, causando uma diminuição das despesas das contas públicas e a mitigação danos ao meio ambiente.

Falando em eficiência energética, as empresas que irão participar da devida licitação, devem contemplar no mínimo as seguintes macros ações, como mostra a Figura 16 a seguir:

Figura 17 - Visão geral do monitoramento de eficiência energética do sistema fotovoltaico



Fonte: CPI nº 002/2020, 2020.

A Figura 16 mostra como deve ser o projeto, desde o processo de geração da energia solar, onde as placas fotovoltaicas captam a irradiação solar e passam pela plataforma web. Este é o dispositivo responsável pelo o monitoramento da eficiência energética, onde será acompanhada por computadores ou por acesso mobile, para só assim a energia possa ser transmitida com qualidade para as unidades escolares, de acordo com a demanda de consumo de eletricidade. Também com foco no aumento da eficiência energética, as unidades escolares

terão a substituição das suas lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas de Diodo Emissor de Luz - LED, onde apresentam maior eficiência energética com menor custo

3 METODOLOGIA

3.1 Tipologia da pesquisa

A metodologia de qualquer trabalho é marcante, pois é nesse momento que o autor descreve como será o todo o procedimento da pesquisa, relatando métodos, ferramentas e os devidos procedimentos utilizados para aderir o conhecimento.

Diante disso, metodologia é uma das partes do projeto de pesquisa que mais se deve ter cuidado e atenção em sua escrita, pois é através dela que se conhecem os procedimentos e abordagens que serão usados no momento de realização do estudo em si (MENEZES, DUARTE, CARVALHO E SOUZA, 2019).

Segundo Yin (2015), existe cinco principais métodos de pesquisa, sendo eles: experimentos, levantamentos, análise de arquivos, pesquisas históricas e estudo de caso. A diferença entre essas metodologias pode ser observada no Figura 17.

Figura 18 - Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa

MÉTODO	FORMA DE QUESTÃO DE PESQUISA	EXIGE CONTROLE DOS EVENTOS COMPORTAMENTAIS?	ENFOCA EVENTOS CONTEMPORÂNEOS?
Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim/Não
Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Fonte: Adaptado de Yin (2015).

As questões “como” e “por quê” relevam uma pesquisa de caráter explicativo, onde os métodos de estudo de caso, experimento e pesquisa histórica são preferidos. Um experimento preocupa-se apenas com o fenômeno em contexto, manipulando as variáveis. A pesquisa histórica trata geralmente de fenômenos não contemporâneos. Por fim, um estudo de caso não distingue o fenômeno e o contexto da situação real e atual (YIN, 2015).

Conforme Menezes, Duarte, Carvalho e Souza (2019) relata, o estudo de caso “é o tipo de pesquisa cujo procedimento volta-se para um caso específico com o objetivo de conhecer suas causas de modo abrangente e completo.”

Por sua vez, uma pesquisa de tipologia quali-quantitativa traz em sua abordagem elementos qualitativos, por buscar explicar a razão por trás dos fenômenos, e elementos

O município possui um clima tropical semiúmido, com temperatura média anual de 27° C.

De acordo com o Atlas Eólico e Solar do Estado do Ceará (2019), a região metropolitana de Fortaleza é uma potencialidade solar, estimada em cerca de 744 MWp, conseqüentemente, transformando-o em um local atrativo para a exploração da luz solar.

3.3 Etapas da pesquisa

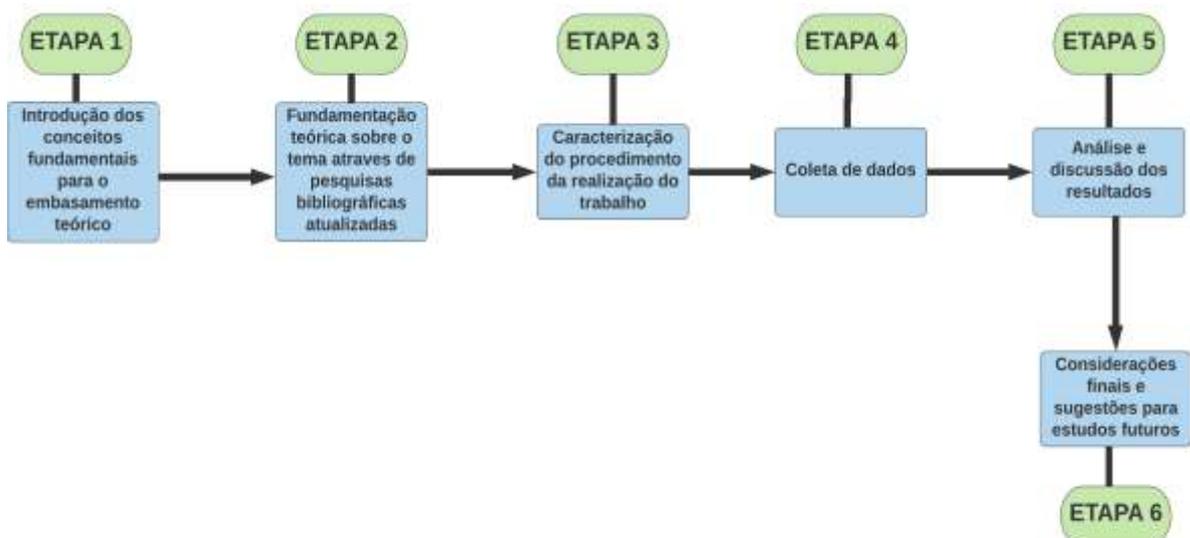
O método de pesquisa consiste nas atividades realizadas para alcançar um objetivo, tratando-se, então, de um conjunto de atividades que conduzem à obtenção de resultados desejados, com economia e segurança (MORESI, 2003 apud. LAMB, 2013).

A metodologia baseou-se na realização da coleta de dados junto a SME, onde a mesma nos forneceu informações significativas para a dedução dos resultados e discussões.

Sendo assim, a Figura 16 mostra um fluxograma simplificado das fases de execução da pesquisa como foi descrito no início do trabalho, onde será realizado um comparativo entre 02 (duas) unidades escolares públicas de portes diferentes.

Avaliando seu tempo de retorno de investimento e seu custo de implantação, através de uma coleta de dados junto à SME e contando com o auxílio de 03 (três) empresas particulares nesse segmento de energia solar no mercado de trabalho.

Figura 20 - Fluxograma da pesquisa



Fonte: Autor, 2020.

Os dados foram fornecidos pela SME, onde o conteúdo desse documento é referente ao consumo de energia e gasto financeiro em um período de um ano, iniciando em dezembro de 2018 e finalizando em novembro de 2019.

As escolas analisadas são a Escola municipal Santa Maria e a Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho.

3.4 Escola Municipal Santa Maria

De acordo com o CENSO (2019), a referida escola é composta na sua infraestrutura de: 23 (vinte e três) salas de aulas, Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), refeitório, laboratório de informática, banheiros, biblioteca, pátio coberto, sala de diretoria, quadra de esportes coberta, sala de leitura, despensa, sala de professores, cozinha, sala de secretaria, almoxarifado e parque infantil.

A escola dispõe de alguns equipamentos, como: televisão, aparelho de som, copiadora, projetor multimídia e impressora, onde toda essa infraestrutura e equipamentos se utilizam de eletricidade para o perfeito funcionamento.

3.5 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho

De acordo com o CENSO (2019), a referida escola é composta na sua infraestrutura de: 16 (dezesesseis) salas de aulas, Sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), banheiros, biblioteca, pátio coberto, sala de diretoria, quadra de esportes coberta, despensa, sala de professores, cozinha, sala de secretaria e almoxarifado.

A escola dispõe de alguns equipamentos, como: televisão, aparelho de som, copiadora, projetor multimídia e impressora, onde toda essa infraestrutura e equipamentos se utilizam de eletricidade para o perfeito funcionamento.

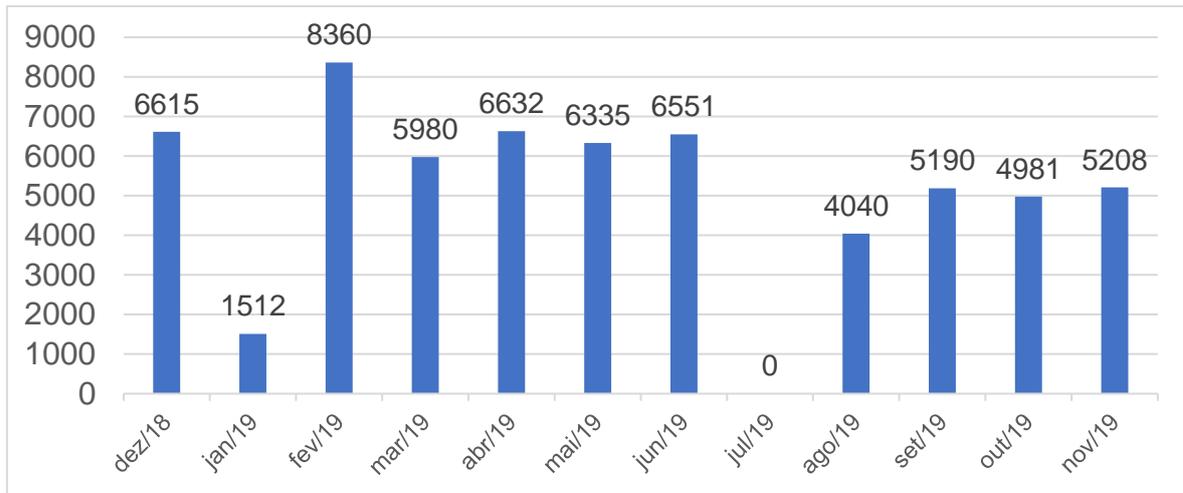
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de Energia

4.1.1 Escola Municipal Santa Maria.

Analisando o gráfico 1, pode-se perceber um alto consumo de energia pela referida escola, devido ao fato de ser uma unidade escolar de alto porte, ou seja, de possuir uma área extensa.

Gráfico 1 – Consumo de Eletricidade no período de dez/2018 a nov/2019 (Kwh)



Fonte: Autor (2020).

Um fato a ser observado é que, no mês de julho de 2019, não há lançamento de dados relativos ao consumo de energia pela SME, fato esse que não foi esclarecido pela Secretaria e nem por parte da própria escola.

A partir dos dados indicados, pode-se obter o consumo médio de energia dentro desse período, ou seja, realizando a soma do consumo de todos os meses e dividindo pela quantidade de meses, pode-se determinar o valor do consumo médio de energia, como mostra a equação a seguir:

$$C.M = \frac{\text{Soma de todos os meses}}{\text{quantidade de meses}} \quad (3)$$

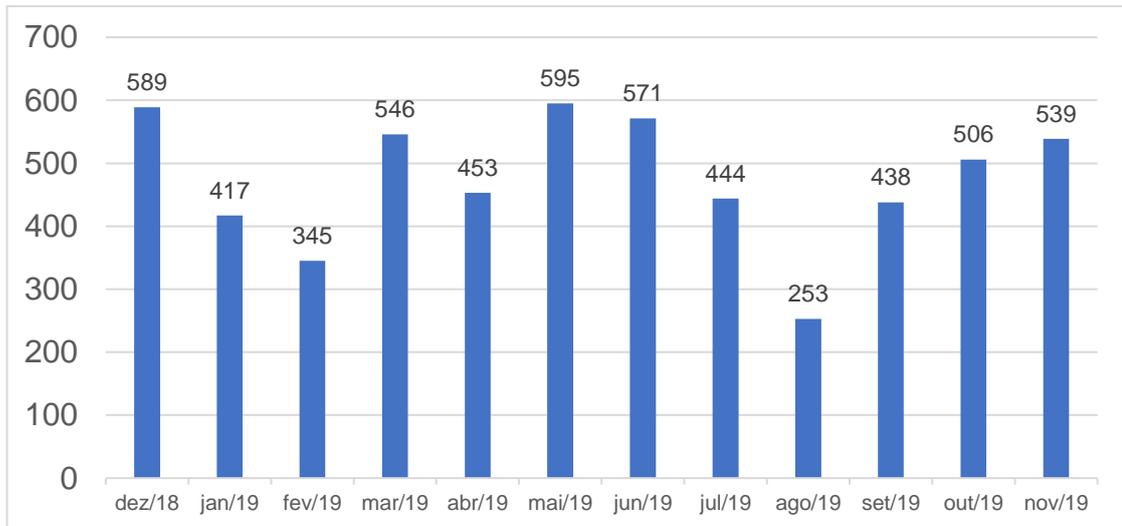
$$C.M = \frac{61.404}{12} = 5.117 \text{ Kwh}$$

O valor do consumo médio de energia é importante, pois este valor será utilizado para o cálculo de dimensionamento do sistema fotovoltaico para atender toda a esta unidade escolar.

4.1.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho

Observando o Gráfico 2, diferente da escola anterior, houve indicação do consumo de energia para os meses do período analisado, percebendo-se, no entanto, que o consumo de energia pela unidade escolar em questão é baixo em relação a unidade escolar Santa Maria. Pois, como analisado no tópico 4.3.1, isso é devido ao fato de se tratar de uma escola considerada de pequeno porte.

Gráfico 2 – Consumo de Eletricidade no período de dez/2018 a nov/2019 (Kwh).



Fonte: Autor (2020)

Diante dos dados do gráfico, pode-se encontrar o valor de consumo médio de energia dentro desse período, utilizando a equação:

$$C.M = \frac{\text{Soma de todos os meses}}{\text{quantidade de meses}} \quad (3)$$

$$C.M = \frac{5.696}{12} = 474,667 \text{ (Kwh)}$$

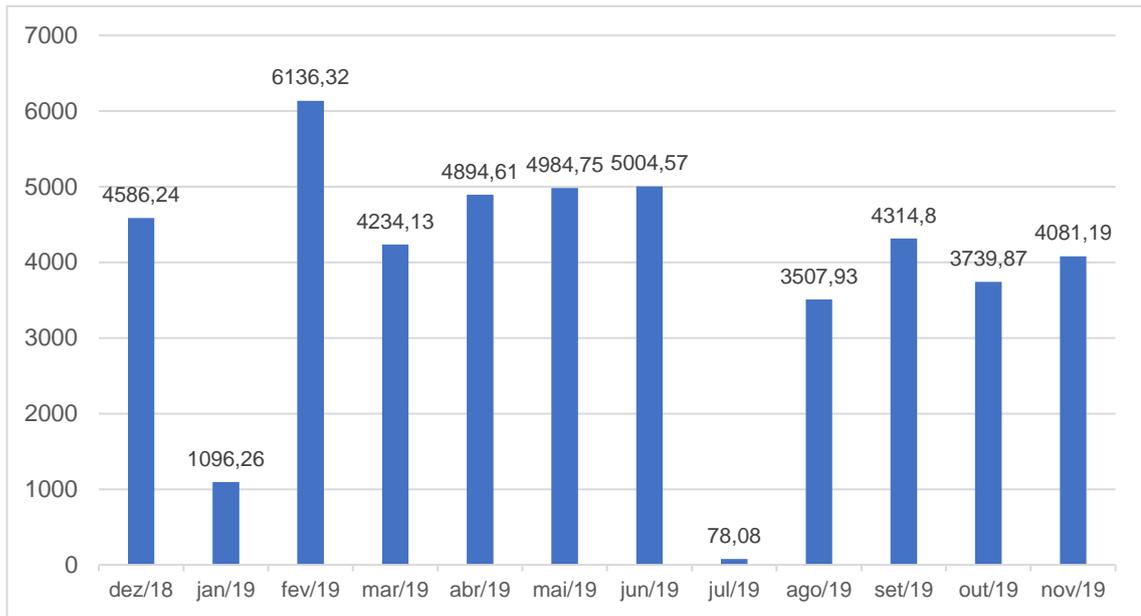
Da mesma forma, esse valor é determinante para o dimensionamento do sistema de abastecimento de energia.

4.2 Gasto/Custo Financeiro

4.2.1 Escola Municipal Santa Maria

A partir dos dados fornecidos pela SME, pode-se montar o Gráfico 3, onde foram indicados os valores mensais para quitação das contas de energia, para o período de realização da análise do estudo.

Gráfico 3 – Gasto Financeiro no período de dez/2018 a nov/2019 (R\$).



Fonte: Autor (2020).

Este gráfico possibilita corroborar que, à medida que esta unidade escolar possui uma alta demanda de consumo energético, consequentemente, também terá valores consideráveis de energia, especialmente em função de sua caracterização.

A partir dos dados exibidos, pode-se mensurar o valor da despesa financeira médio desta unidade, pela a Equação 5:

$$G.M = \frac{\text{Soma de todos os meses}}{\text{quantidade de meses}} \quad (5)$$

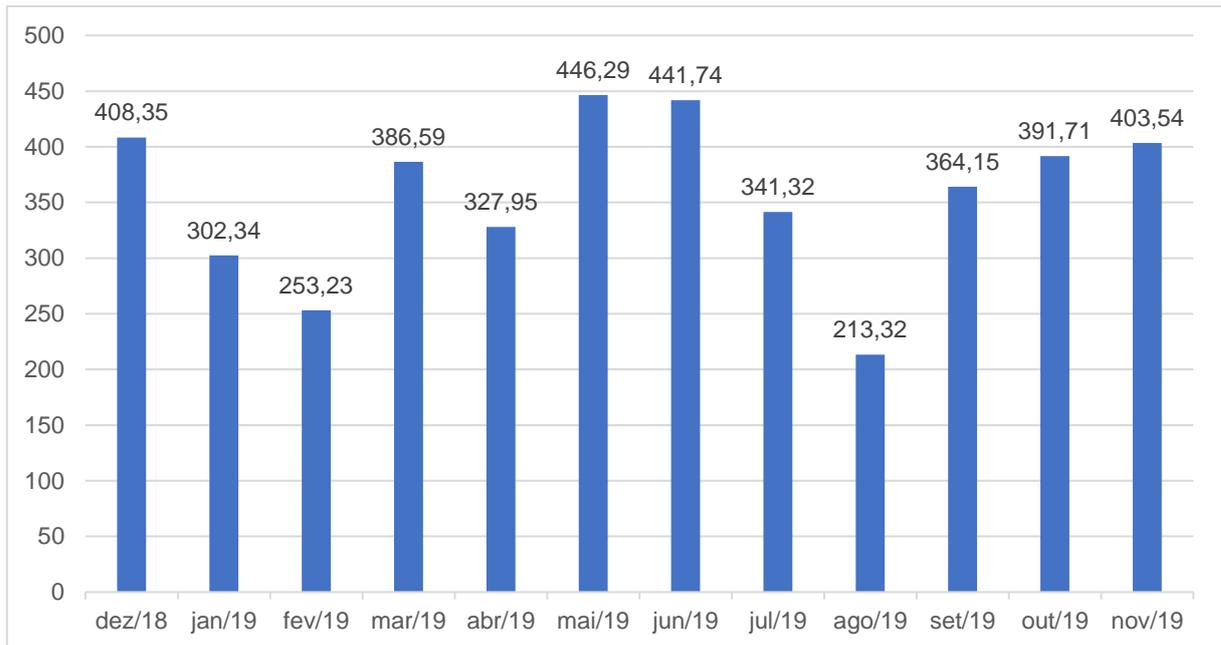
$$G.M = \frac{R\$ 46.658,75}{12} = R\$ 3.888,23$$

Da mesma forma que o consumo médio energético, o custo médio das contas de energia também é um parâmetro de suma importância, pois também é necessário para a realização do cálculo do dimensionamento do sistema fotovoltaico.

4.2.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho

Também se realizou a análise dos custos para esta unidade, sendo seus valores indicados no Gráfico 4, para o mesmo de análise da escola indicada anteriormente.

Gráfico 4 – Gasto Financeiro no período de dez/2018 a nov/2019 (R\$).



Fonte: Autor (2020).

Observando o gráfico, pode-se perceber que o gasto financeiro mensal pela a unidade escolar em questão é baixo em relação a unidade escolar Santa Maria, como foi analisado no tópico 4.4.1, isso é devido ao fato de existir uma diferença significativa entre as duas escolas no que se diz a respeito da utilização de energia para o perfeito funcionamento destas instituições de ensino.

Perante a análise do gráfico, pode-se descobrir o valor da despesa financeira média mensal de energia dentro desse período, utilizando a equação abaixo.

$$G.M = \frac{\text{Soma de todos os meses}}{\text{quantidade de meses}} \quad (5)$$

$$G.M = \frac{R\$ 4.280,53}{12} = \mathbf{R\$ 356,71}$$

O valor encontrado da despesa financeira média será de suma seriedade, pois com este é uma das informações imprescindíveis para a realização do cálculo do dimensionamento do sistema fotovoltaico para esta unidade escola.

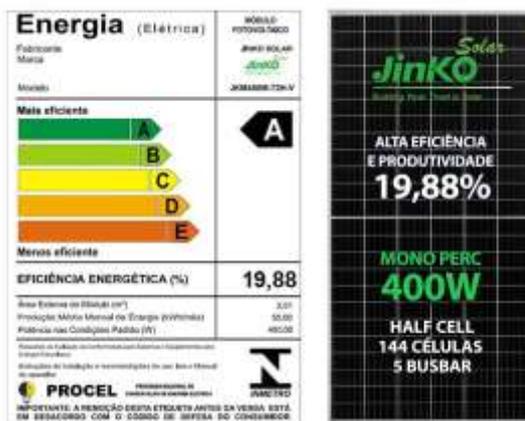
4.3 Dimensionamento do Sistema fotovoltaico

Este referido tópico foi construído através do auxílio de 03 (três) empresas, sendo denominadas: Empresa A com experiência de 2 anos; Empresa B, onde a mesma já trabalha no segmento de energia solar há 38 (trinta e oito) anos e a Empresa C com experiência de mercado há 2(dois) anos.

4.3.1 Escola Municipal Santa Maria

De acordo com a empresa A, analisando os dados de consumo médio de energia, juntamente com o custo mensal da utilização da mesma, foi estipulado um sistema fotovoltaico contendo 120 (cento e vinte) módulos da marca Jinko (Figura 20) solar de 400Wp mais 01 (um) inversor trifásico de 50KW da marca Refusol (Figura 21), que gerará uma potência do sistema de 48KWp.

Figura 21 - Placa Solar Jinko



Fonte: Aldo Solar Revendedora (2020).

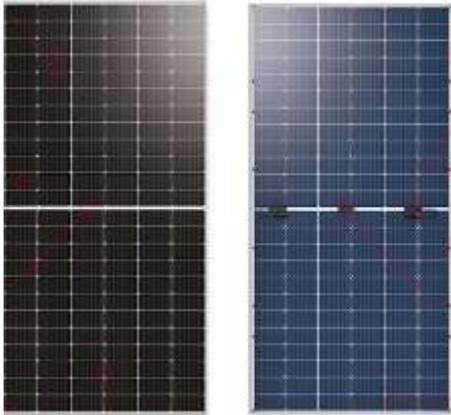
Figura 22 - Inversor Refusol



Fonte: Refusol (2020).

Já a empresa B, baseando-se nos dados fornecidos, projetou um sistema de energia solar contendo 90 (noventa) placas solares da marca Longi Mono Half Cell 440' (Figura 22) com 02 (dois) inversores Growatt mid 17KLT3-X (Figura 23), gerando uma potência do sistema de 39,6KWp.

Figura 23 - Placa Solar Longi Mono Half Cell



Fonte: en.longi-solar.com (2020).

Figura 24 - Inversor Growatt mid 17KLT3-X,



Fonte: Trial Elétricos (2020).

A empresa C, analisando as informações que lhe foram fornecidas, informando que de acordo com os dados, é necessário um sistema com 108 (cento e oito) placas solares da marca SMA (Figura 24), com inversor SMA de 25.000 (vinte e cinco mil) KW (Figura 25), gerando uma potência do sistema de 43,20 KWp.

Figura 25 - Placa Solar SMA.



Fonte: Solcentral (2020).

Figura 26 - Inversor SMA.



Fonte: Solcentral (2020).

Assim, diante das informações coletadas, a Tabela 1 apresenta o resumo do dimensionamento dos Sistemas fotovoltaicos apresentados por cada uma das empresas, de modo que se verifique, com mais facilidade, a diferença entre a quantidade de elementos de cada uma delas e, conseqüentemente, o total de potência que cada sistema é capaz de produzir.

Tabela 1 - Dimensionamento do sistema Fotovoltaico

	MODULOS SOLARES	INVERSOR	POTÊNCIA DO SISTEMA
EMPRESA A	120	01	48KWp
EMPRESA B	90	01	39,6KWp
EMPRESA C	108	01	43,20KWp

Fonte: Autor (2020).

4.3.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho

Assim como foi realizado o dimensionamento para a escola municipal Santa Maria, foi realizado o dimensionamento para a escola Professor Jose Valdevino de Carvalho. A empresa A, estipulou o sistema fotovoltaico a partir dos dados obtidos do consumo médio e o custo mensal desse consumo. Assim, obteve-se um sistema com 10 (dez) módulos Jinko de 400KWp, associado a um inversor monofásico de 3KW da marca Growatt, gerando, assim, uma potência do sistema de 4KWp. Isso garantirá o atendimento da demanda necessária para o perfeito funcionamento da escola.

A empresa B, analisando os dados ao qual foram fornecidos, corroborando que, baseando-se nos dados, é necessário um sistema com 08 (oito) placas de painéis solares da marca Longi Mono Half Cell 440Wp, com 01 (um) inversor Growatt Min 4200TL-X, gerando uma potência do sistema de 3,52 KWp.

Já a empresa C, informou um sistema fotovoltaico com 83 (oitenta e três) placas solares da marca Growatt, inversor da marca Growatt de 30 KW.

Portanto, perante das informações coletadas, a Tabela 2 exibe a síntese do dimensionamento dos Sistemas fotovoltaicos proporcionados por cada uma das empresas, de modo que se averígue, com mais facilidade, a disputa entre a quantidade de elementos de cada uma delas e, em seguida, o total de potência que cada sistema é capaz de produzir.

Tabela 2 - Dimensionamento do sistema Fotovoltaico

	MÓDOLOS SOLARES	INVERSOR	POTÊNCIA DO SISTEMA
EMPRESA A	10	01	4KWp
EMPRESA B	08	01	3,52KWp
EMPRESA C	83	01	33,20KWp

Fonte: Autor (2020)

4.4 Investimento Financeiro

4.4.1 Escola Municipal Santa Maria

Segundo a empresa A, para que possa realizar essa instalação, juntamente com a compra do material, seria necessário um investimento de R\$ 180.000,00 (cento e oitenta mil reais).

Para que esse sistema seja executado, a empresa B confirmou que é necessário um investimento de R\$ 176.730,61 (cento e setenta e seis mil setecentos e trinta reais e sessenta e um centavos).

De acordo com a empresa C, para que se tenha um sistema fotovoltaico *on grid*, é necessário um investimento de R\$ 96.000,00 (noventa e seis mil reais).

Logo, diante dos dados arrecadados, a Tabela 3 exibe o resumo do investimento financeiro proporcionados por cada uma das empresas, de modo que se examine, com mais facilidade, a diferença entre a quantidade de elementos de cada uma delas.

Tabela 3 - Investimento Financeiro(R\$)

Empresa A	Empresa B	Empresa C
R\$ 180.000,00	R\$ 176.730,61	R\$ 96.000,00

Fonte: O autor (2020).

4.4.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho

A respeito do custo de investimento para a execução desse sistema, a empresa A informou um investimento de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais), sendo esse valor para a instalação e todo o material necessário.

A empresa B informou que o custo de investimento total para o sistema é de R\$ 21.509,54 (vinte e um mil quinhentos e nove reais e cinquenta e quatro centavos).

Já a empresa C, corroborou que o custo do investimento total é de R\$ 84.000,00 (oitenta e quatro mil reais).

Em seguida, diante dos dados juntados, a Tabela 4 exibe o resumo do investimento financeiro proporcionados por cada uma das empresas, de modo que se analise, com mais facilidade, a disputa entre a quantidade de elementos de cada uma delas.

Tabela 4 - Investimento Financeiro(R\$)

Empresa A	Empresa B	Empresa C
R\$ 20.000,00	R\$ 21.509,54	R\$ 84.000,00

Fonte: O autor (2020).

4.5 Retorno de Investimento

4.5.1 Escola Municipal Santa Maria

A empresa A não informou o tempo de retorno financeiro para o investimento. Já a empresa B, informou que esse período seria de 03 (três) anos, onde o valor da energia que é gerada pelo sistema seria capaz de pagar o valor do investimento.

A empresa C, por sua vez, informou que o tempo de retorno estimado é de 1(um) ano e 8(oito) meses, baseando-se em uma economia mensal de R\$ 4.260,19 (quatro mil duzentos e sessenta reais e dezenove centavos).

Logo, diante dos dados arrecadados, a Tabela 5 exibe o resumo do retorno do investimento proporcionados por cada uma das empresas, de modo que se observe, com mais facilidade, a diferença entre a quantidade de elementos de cada uma delas.

Tabela 5 - Retorno de Investimento (anos).

Empresa A	Empresa B	Empresa C
-	03	1,8

Fonte: O autor (2020).

4.5.2 Escola Professor Jose Valdevino de Carvalho

Assim como foi indagado para a escola anterior, o tempo de retorno também não foi informado pela a empresa A. Em relação a empresa B, o tempo de retorno do investimento repassado é de 04 (quatro) anos para que a economia no custo mensal de energia causada pelo sistema fotovoltaico pague o investimento feito. Já a empresa C informou que o retorno financeiro ocorrerá no prazo de 2 (dois anos) e 1(um) mês.

A seguir, perante dos dados coletados, a Tabela 6 exibe o resumo retorno do investimento proporcionados por cada uma das empresas, de modo que se examine, com mais facilidade, a diferença entre a quantidade de elementos de cada uma delas.

Tabela 6 - Retorno de Investimento(anos)

Empresa A	Empresa B	Empresa C
-/-	04	2,1

Fonte: O autor (2020).

Por fim, a tabela 7 mostra um resumo de todo o resultado a partir da coleta de dados realizado junto à SME.

Tabela 7 - Resumo dos Resultados

		DIMENSIONAMENTO			INVESTIMENTO FINANCEIRO (reais)	RETORNO FINANCEIRO (anos)
		MÓDULOS SOLARES	INVEsor	POTÊNCIA DO SISTEMA		
ESCOLA MUNICIPAL SANTA MARIA	EMPRESA A	120	1	48KWp	R\$ 180.000'00	—
	EMPRESA B	90	1	39'6KWp	R\$ 176.730'61	3
	EMPRESA C	108	1	43'20KWp	R\$ 96.000'00	1.8
ESCOLA PROFESSOR VALDEVINO DE CARVALHO	EMPRESA A	10	1	4KWp	R\$ 20.000'00	—
	EMPRESA B	8	1	3'52KWp	R\$ 21.509'54	4
	EMPRESA C	83	1	33'20KWp	R\$ 84.000'00	2.1

Fonte: O autor (2020).

5 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade financeira na utilização de energia solar em duas unidades escolares públicas no município de Fortaleza - CE, através do auxílio de empresas qualificadas neste segmento no mercado, juntamente com a colaboração da SME, que forneceu os dados necessários para a realização do estudo.

Durante o desenvolvimento do trabalho, as pesquisas mostram que a utilização da energia solar por meio de um sistema fotovoltaico como fonte de geração de energia é uma realidade do contexto atual, visto que é uma fonte alternativa altamente atrativa, pelo seu grande potencial de geração em função de sua matéria-prima.

Além de contribuir ambientalmente, a energia solar é uma opção de energia mais limpa para o consumo em diversos locais (residenciais, comerciais, industriais...), além de possibilitar uma redução nos custos das contas de energia.

É necessário, contudo, conhecer detalhadamente os materiais que serão utilizados em todo o sistema fotovoltaico, seja promovendo pesquisas teóricas ou estudos científicos que tenham como objetivo melhorar a eficiência dos equipamentos e o desempenho do sistema de geração de energia. Da mesma forma, pesquisas de mercado permitem a atualização sobre o preço nos pontos de vendas destes materiais e equipamentos, pois muitos deles são importados para o Brasil para serem utilizados.

A partir dos dados fornecidos pela SME, as empresas especializadas informaram sobre os custos do investimento necessário para a execução dos sistemas fotovoltaicos nas unidades escolares. Também forneceram subsídios quanto a orientações de instalação, de aquisição de matérias e da manutenção dos projetos. A partir disso, conclui-se que o tempo de retorno é pequeno, quando se analisa a redução dos custos relacionados às contas de energia, uma vez que resulta em uma economia mensal bastante significativa. Isso pode ser observado quando se analisa o tempo médio de 03 (três) anos.

Por fim pode-se dizer que a viabilidade financeira para a execução do sistema solar nessas unidades escolares é muito viável, pois mesmo que se trate de um investimento financeiro alto, gera uma grande economia no consumo de energia, especialmente quando se considera o curto prazo para o alcance do retorno financeiro.

No entanto, apesar dessas vantagens, os projetos de implantação dos sistemas fotovoltaicos devem ser cuidadosamente avaliados quanto ao espaço necessário para a instalação do sistema, uma vez que algumas unidades escolares podem não possuir o espaço

adequado para a aparelhagem, seja para sistemas instalados em estruturas de cobertura ou instalados no terreno. Isso pode ocasionar a instalação de sistemas parciais, que não consigam produzir a demanda necessária para o atendimento das unidades. Nestes casos, deve-se avaliar cuidadosamente, quais são os percentuais de produção de energia e o quanto o investimento no sistema parcial pode impactar nos custos com energia elétrica da unidade em questão.

Assim, sugere-se, para estudos futuros, o estudo deste mesmo projeto para outras edificações do poder público, mas voltado para outras edificações como por exemplo: hospitais públicos, iluminações de praças e parques entre outras.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em: 12 março de 2020.
- ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 12 março de 2020
- ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 09 DE SETEMBRO DE 2010**. 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>>. Acesso em: 12 março de 2020.
- ANEEL. **A tarifa de Energia Elétrica**. 2016. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/tarifas>>. Acesso em: 12 de junho de 2020.
- ANEEL. **Entendendo a Tarifa**. 2015. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa>>. Acesso em 12 de junho de 2020.
- ANEEL. **Como é composta a tarifa**. 2015. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/composicao-da-tarifa/654800?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fentendendo-a-tarifa%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_uQ5pCGhnyj0y%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_stat%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2>. Acesso em: 12 de junho de 2020.
- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2014.
- Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR**. 2019. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/>>. Acesso em: 23 março de 2020.
- BORTOLOTO, Valter A.; SOUZA, André; GOES, Guilherme; MARTINS, Márcio A.; BERGHE, Murilo J.; MONTANHA, Gustavo Kimura. **GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR ON GRID E OFF GRID**. 2017. Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1069/1234>>. Acesso em: 09 de junho de 2020.
- CASTANHEIRA, N. P. **Cálculo aplicado à gestão e negócios**. Curitiba: Intersaberes, 2016.
- ENEL. Tarifas. 220. Disponível em: <<https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/one-hub-brasil---2018/tarifas-taxas-impostos/cear%20A1/Tarifas%20ENEL-CE%20bandeira-VERDE%20-%20maio20%20REH%202.530-22042019.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2020.
- FONTENELLES, Mauro José; SIMÕES, Marilda Garcia; FARIAS, Samantha Hasegawa; FONTENELLES, Renata Garcia Simões. **METODOLOGIA DA PESQUISA**

CIENTÍFICA: DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE PESQUISA. 2011. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>>. Acesso em: 02 abril 2020

GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELLOS, P. C.; SOLCI, M. C. **Poluentes Atmosféricos Provenientes da Queima de Combustíveis Fósseis e Biocombustíveis: Uma Breve Revisão.** 2011. Disponível em: <<http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/188>>. Acesso em: 14 março de 2020.

HASTINGS, D. F. **Análise financeira de projetos de investimentos de capital.** São Paulo: Saraiva, 2013.

INFOGRAFO ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar. 2019. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>>. Acesso em: 09 março de 2020

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **O que é eficiência Energética.** 2018. Disponível em: <http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia>. Acesso em: 23 março de 2020.

JUNIOR, Joaquim Francisco de Oliveira; FERNANDES, Ana Claudia Araújo. **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA NA CIDADE DE JAGUARUANA-CE.** 2018.

LIMA, Celina Morais. **Projeto de eficiência energética aplicado em escolas públicas do estado Ceará: metodologia, aplicação e análise de cenários.** 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35053/1/2018_tcc_cmlima.pdf>. Acesso em: 23 março de 2020

MENEZES, Afonso Henrique Novaes; DUARTE, Francisco Ricardo; CARVALHO, Luis Osete Ribeiro; SOUZA, Tito Eugenio Santos. **METODOLOGIA CIENTÍFICA TEORIA E APLICAÇÃO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.** Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco. 2019.

MME. **Ministério de Minas e Energia. Decreto s/nº de 27 de dezembro de 1994.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/decreto/1994/Decreto_de_27-12-1994.pdf>. Acesso em: 15 março de 2020.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Montesano. **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE.** Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010504.pdf>>. Acesso em: 11 março de 2020.

NAKABAYASHI, R., **Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Viabilidade Econômica.** Nota Técnica. IEE-USP (LSF), 2015, 58 p.

NEOSOLAR. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. 2020. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 17 mar 2020.

OLIVEIRA, Bruno Vilas Boas. **Estudo de Viabilidade para a Instalação de um Poste de Iluminação Considerando um Sistema Fotovoltaico Autônomo**.2017. p. 25

PINHO, J. T; GALDINO, M.A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES CEPEL – DTE –CRESESB. Rio de Janeiro. 2014.

RIBEIRO, Shakil Bonnet Jossob. **DIMENSIONAMENTO E SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA O ACIONAMENTO DE UMA PLANTA DE DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA**. 2020. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50426> >. Acesso em: 09 de junho de 2020.

SANTOS, Jose André Madeiras. **Introdução de painéis fotovoltaicos em sistemas off-grid**. 2020. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/119032/2/315243.pdf> >. Acesso em: 09 de junho de 2020.

SCHUBERT, Camargo. **CEARA ATLAS EOLICO E SOLAR**. 2019. Disponível em: < <http://atlas.adece.ce.gov.br/ebook/files/downloads/Atlas-Eolico-Solar-Ceara-2019-EBOOK.pdf> >. Acesso em: 06 de junho de 2020

SOUZA, Renato Santos; DIESEL Vivien. **METODOLOGIA DA PESQUISA**. 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16157/Curso_Agric-Famil-Sustent_Metodologia-Pesquisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 abril 2020

TESTON, Silvio Antônio. **UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**.2011

TOCANTINS, Sandra. **Pró-labore de uma empresa**, Sebrae, 2018. Disponível em < <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/fluxo-de-caixa,a8751947e93c9410VgnVCM2000003c74010aRCRD> >. Acesso em 19 de junho de 2020

YIN, Roberto K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EtOyBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=estudo+de+caso&ots=-kcolsy0Av&sig=DAy9QiFC9KG8D1ttNgAgqfvO9K8#v=onepage&q=quantitativo&f=false> > Acesso em: 11 junho 2020.