

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ERICA KELLY SCHLLEMER DOS SANTOS**

**DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE PROJETOS COM SISTEMA  
FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE EM RESIDÊNCIAS DE MÉDIO PADRÃO  
NA CIDADE DE PATO BRANCO - PARANÁ**

**PATO BRANCO**

**2018**

**ERICA KELLY SCHLLEMER DOS SANTOS**

**DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMA  
FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE EM RESIDÊNCIAS DE MÉDIO PADRÃO  
NA CIDADE DE PATO BRANCO - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Heloiza Aparecida Piassa Benetti

**PATO BRANCO**

**2018**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DE PROJETOS COM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE EM RESIDÊNCIAS DE MÉDIO PADRÃO NA CIDADE DE PATO BRANCO - PARANÁ**

#### **ERICA KELLY SCHLLEMER DOS SANTOS**

No dia 18 de junho de 2018, às 08:10min, na SALA M003 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº 02-TCC/2018.

Orientador: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. HELOIZA PIASSA BENETTI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof<sup>a</sup>. Msc. RAYANA CAROLINA CONTERNO  
(DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Dr. JEAN MARC STEPHANE LAFAY (DAMEC/UTFPR-PB)

## RESUMO

SANTOS, E. K. S. **Diretrizes para a concepção de projetos de sistema fotovoltaico conectado à rede em residências de médio padrão na cidade de Pato Branco - Paraná.** 2018. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

O Sistema fotovoltaico anexo à edificação e conectado à rede é um tipo de fonte geradora de energia elétrica residencial, comercial e industrial urbana considerada ideal em um país com condições de radiação solar como o Brasil. Com o intuito de familiarização, este trabalho apresentará uma breve descrição da energia solar fotovoltaica, os tipos de sistemas fotovoltaicos e seus principais componentes. Posteriormente, serão abordadas as normativas regulamentadoras relacionadas a esse tipo de geração de energia, além de um breve histórico da sustentabilidade, e o panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. Na sequência serão descritos os requisitos básicos de projetos de sistemas fotovoltaicos, e os principais *softwares* da *internet* que realizam o dimensionamento e fazem simulações desses. Por fim, será apresentado o cálculo de um sistema para uma residência de médio padrão, para a cidade de Pato Branco, Paraná, e realizar-se-á orçamentos em empresas locais para saber o custo do sistema e o tempo de retorno do investimento.

**Palavras-chave:** Sistema fotovoltaico, energia solar fotovoltaica, sustentabilidade, projetos de sistemas fotovoltaicos.

## **ABSTRACT**

SANTOS, E. K. S. **Guidelines for the design of grid-connected photovoltaic system projects in medium-standard houses in the city of Pato Branco - Paraná.** 2018. 57f. Course Completion Work (Undergraduate Degree in Civil Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2018.

The photovoltaic system connected to the building and connected to the grid is a type of urban residential, commercial and industrial electricity generating source considered ideal in a country with solar radiation conditions such as Brazil. With the purpose of familiarization, this work will present a brief description of photovoltaic solar energy, the types of photovoltaic systems and their main components. Subsequently, the regulatory regulations related to this type of energy generation will be discussed, as well as a brief history of sustainability, and the panorama of photovoltaic solar energy in Brazil and in the world. The basic requirements for photovoltaic systems projects and the main internet softwares that carry out the sizing and simulation of these will be described below. Finally, the calculation of a system for a medium-standard residence for the city of Pato Branco, Paraná, will be presented and the budgets will be made at local companies to know the cost of the system and the time of return of the investment.

**Keywords:** Photovoltaic system, photovoltaic solar energy, sustainability, photovoltaic systems projects.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de sistemas solares fotovoltaicos .....	13
Figura 2 - Componentes básicos de um SFI com armazenamento.....	14
Figura 3 - Componentes do SFI sem armazenamento.....	15
Figura 4 - Diagrama do sistema fotovoltaico distribuído conectado à rede elétrica...	16
Figura 5 - Células de silício monocristalino .....	17
Figura 6 - Exemplos de módulos solares fotovoltaicos de a-Si .....	18
Figura 7 - Exemplo de módulo solar fotovoltaico Cd Te .....	18
Figura 8 - Exemplo de módulos solares fotovoltaicos de CIGS em substrato de vidro para aplicações arquitetônicas .....	19
Figura 9 - Participação das energias renováveis na matriz energética .....	24
Figura 10 - Unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica de 2012 à fevereiro de 2017 .....	25
Figura 11 - Mapa do potencial de geração solar fotovoltaica em termos do rendimento energético anual para todo o Brasil (medido em kWh/kWp.ano no perfil de cores) e distribuição da população brasileira nas cidades .....	29
Figura 12 - Comparativo das médias mensais da irradiação global horizontal no Brasil e em alguns países da Europa (kWh/m <sup>2</sup> .dia). As caixas indicam 50% de probabilidade e as linhas os máximos e mínimos valores encontrados .....	30
Figura 13 - Orientação da face dos módulos fotovoltaicos em um dado local no Hemisfério Sul.....	31
Figura 14 - Exemplo de correção para uma declinação magnética de 20° negativos .....	31
Figura 15 - Imagem de satélite da cidade de Pato Branco.....	37
Figura 16 - Página inicial programa <i>SunData</i> v3.0 .....	38
Figura 17 - Irradiação solar média no plano inclinado - Pato Branco .....	38
Figura 18 - Economia na conta de luz em 30 anos .....	43
Figura 19 - Fluxo de caixa para o projeto- proposta Empresa A .....	45
Figura 20 - Fluxo de caixa para o projeto- proposta Empresa B .....	46
Figura 21 - Gráfico Investimento x Produção mensal de energia.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo anual residência de médio padrão .....	39
Tabela 2 - Características técnicas do módulo fotovoltaico.....	41
Tabela 3 - Características sistema calculado pela Calculadora Solar - NEOSOLAR	43
Tabela 4 - Kit gerador fotovoltaico orçado pela Empresa A .....	44
Tabela 5 - Kit gerador fotovoltaico orçado pela Empresa B .....	44
Tabela 6 - Kit gerador fotovoltaico orçado pela Empresa C .....	45

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1	OBJETIVOS .....	10
1.1.1	Objetivo Geral.....	10
1.1.2	Objetivos Específicos .....	10
1.2	JUSTIFICATIVA.....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	13
2.1.1	Sistema Fotovoltaico Isolado (SFI).....	14
2.1.1.1	SFI com Armazenamento .....	14
2.1.1.2	SFI sem Armazenamento .....	15
2.1.2	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR) .....	15
2.1.2.1	Sistemas Fotovoltaicos Centralizados .....	15
2.1.2.2	Sistemas Fotovoltaicos Distribuídos .....	15
2.1.3	Principais componentes de um Sistema Fotovoltaico.....	16
2.1.3.1	Painéis Fotovoltaicos.....	17
2.1.3.2	Inversores.....	19
2.2	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	20
2.2.1	Resolução normativa Nº 482 – ANEEL .....	20
2.2.2	Resolução normativa Nº 517– ANEEL .....	21
2.2.3	Resolução normativa Nº 687– ANEEL .....	21
2.2.4	Norma Técnica Companhia Paranaense de Energia (COPEL) .....	22
2.2.4.1	NTC 905200: Acesso de micro e mini geração distribuída ao sistema da COPEL	22
2.3	ENERGIA E SUSTENTABILIDADE NO BRASIL.....	22
2.3.1	PANORAMA ATUAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>PROJETOS DE SFCR .....</b>	<b>28</b>
4.1	REQUISITOS BÁSICOS DE PROJETO.....	28
4.1.1	Irradiação solar no Brasil .....	28
4.1.2	Orientação e Inclinação dos Painéis Fotovoltaicos.....	30
4.1.3	Sombreamento .....	32
4.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E O RENDIMENTO.....	33



4.3	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONJUNTO .....	33
4.4	SOFTWARES DE DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 34	
4.4.1	<i>PVsys</i> SA.....	35
4.4.2	<i>PV*SOL</i> .....	35
4.4.3	<i>Solaris</i> PV.....	35
4.4.4	<i>SOLergo</i> .....	36
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DE PATO BRANCO – PARANÁ</b> <b>37</b>	
5.1	PREMISSAS.....	37
5.1.1	Coordenadas Locais.....	37
5.1.2	Irradiação segundo a orientação e inclinação dos painéis .....	38
5.1.3	Consumo .....	39
5.2	DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	39
5.3	ÁREA OCUPADA PELOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	42
5.4	DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR .....	42
5.5	SIMULAÇÃO ATRAVÉS DE <i>SOFTWAREDA INTERNET</i> .....	43
5.6	ORÇAMENTO REALIZADO EM EMPRESAS LOCAIS.....	44
5.7	ANÁLISE FINANCEIRA DO INVESTIMENTO.....	45
5.8	ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIMENSIONAMENTOS E ORÇAMENTOS 46	
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação acerca do desenvolvimento sustentável, da preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, atrelado ao aumento da demanda de energia, vem cada vez mais impulsionando o uso de fontes de energia renováveis, e, com os avanços tecnológicos tem se destacado dentre essas a energia solar (NASCIMENTO, 2017).

Todos os dias a superfície terrestre recebe do sol mais energia do que a demanda anual de toda a população do planeta, e entre as várias formas de aproveitamento dessa energia, a geração de energia através do efeito fotovoltaico tem se mostrado mais competitiva (RUTHER, 2004).

O Brasil possui um excelente potencial de geração de energia elétrica através da fonte solar. Segundo CABRAL *et al.* (2013), a maior incidência de raios solares da Alemanha é 40% menor que a região menos ensolarada do Brasil, no entanto a Alemanha é um país onde a energia solar já está muito disseminada, contando atualmente com uma capacidade muito maior de aproveitamento dessa fonte quando comparada ao Brasil, que possui condições mais favoráveis para tal.

Alguns países da Europa, como a Alemanha, têm incentivado a geração de energia através de painéis fotovoltaicos, a geração distribuída, que nada mais é do que o próprio consumidor gerar parte ou totalmente a energia que consome, com a intenção de “descongestionar os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica” (URBANETZ, 2010, p.27).

Os Sistemas Fotovoltaicos de geração de energia podem ser de duas formas distintas: Sistemas Fotovoltaicos Isolados (SFI) e Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFCR). O primeiro é usualmente utilizado em locais onde não há acesso a rede elétrica, locais isolados, pois precisa de um armazenador de energia. Já o segundo, usa como armazenador de energia a própria rede elétrica da concessionária, fazendo com que esse sistema seja mais competitivo (RUTHER, 2004).

Aspirando um aumento da participação da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira, bem como incentivar a geração distribuída, em 2012 foi publicada a Resolução Normativa N°482, pela ANEEL, a qual estabelece os critérios gerais de micro geração e mini geração, através de um sistema de compensação de

energia (CABRAL *et al.*, 2013). Esse sistema permite que gerações distribuídas se conectem à rede elétrica, para consumo local, onde o excedente poderá ser injetado na rede, gerando créditos de energia, que podem ser recuperados quando haja déficit de energia (ANEEL, 2017).

Desse modo, esse trabalho pretende responder ao seguinte questionamento: Quais são as premissas para a concepção de projetos com sistema de energia solar fotovoltaica em residências? Qual a área necessária para esse sistema visando a implantação em residências unifamiliares de médio padrão em Pato Branco, Paraná? Para responder a essas perguntas, será realizada a revisão bibliográfica para aprofundar os conhecimentos sobre o assunto e a análise da legislação vigente, bem como a utilização de *softwares* de simulação e dimensionamento.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Identificar as premissas para a concepção de projetos com sistema de energia solar fotovoltaica em residências e estimar a área necessária para a instalação de painéis fotovoltaicos em uma residência unifamiliar de médio padrão na cidade de Pato Branco - Paraná.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar revisão bibliográfica sobre a evolução histórica da sustentabilidade no Brasil;
- Descrever os elementos que compõem o sistema de energia solar fotovoltaica conectado à rede e isolado;
- Identificar os requisitos básicos de projeto para a implantação do sistema fotovoltaico em residências;
- Levantar os quesitos de eficiência energética em residências;
- Verificar os *softwares* disponíveis no mercado para a simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos;

- Estimar a área necessária para instalação do sistema de energia solar fotovoltaica conectado à rede em uma residência unifamiliar de médio padrão na cidade de Pato Branco - Paraná;
- Orçar em empresas locais o custo de implantação desse sistema;
- Fazer análise financeira do investimento.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Com a globalização e os avanços tecnológicos é notável no mundo todo o aumento no consumo de energia elétrica, e, para suprir a essa demanda busca-se cada vez mais o uso de fontes renováveis de energia, visto que a sustentabilidade é um fator crucial para o desenvolvimento econômico e social. Atrelado a isso, a energia solar vem cada vez mais ganhando espaço na matriz energética brasileira, principalmente devido ao grande potencial de irradiação solar existente no Brasil (MME, 2015).

A energia solar fotovoltaica adentrou no mercado com geração em grandes parques, com muitos painéis fotovoltaicos, porém, atualmente vem ganhando espaço a micro ou mini geração, principalmente depois da aprovação da Resolução Normativa Nº 482 da Agência Nacional De Energia Elétrica (ANEEL). Esta resolução estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

Consoante a isso está a importância desse trabalho, para que se tenha um melhor entendimento do sistema de geração de energia solar em residências, dos requisitos de projeto para a implantação do mesmo, e, com isso favorecer a exploração dessa fonte inesgotável de energia, com vistas em uma futura obrigatoriedade quanto ao uso dessa tecnologia em residências, semelhante ao que vem acontecendo na França (THE GUARDIAN, 2015). Procura-se auxiliar na busca por informações desse sistema de geração de energia, aspirando no desenvolvimento da sustentabilidade em residências, a partir da mitigação dos impactos ambientais.

Esse trabalho possui como objeto de estudo residências de médio padrão, visto que em edifícios só se poderia fazer uso desse sistema em áreas privativas, e

não nas áreas comuns, como a cobertura, por exemplo, a não ser que todos os condôminos fizessem proveito da energia gerada, podendo esta ser utilizada nas áreas sociais do edifício. Outro fator de escolha, foi o fato de que os perfis das residências unifamiliares possuem melhores aplicações desse sistema, visto que são edificações que possuem, geralmente, grandes áreas de telhados, e por possuírem portes semelhantes, não sombreiam umas às outras (JONES et al., 2000, *apud* RUTHER, SALAMONI, 2011).

Dito isso, este trabalho se torna viável por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, na qual serão utilizados livros, artigos, teses, dissertações e monografias, todas essas com acesso livre a qualquer leitor, e um estudo de caso, concretizando a aplicação dessa revisão. Para o qual, se faz necessário alguns *softwares* de simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, para que possam ser feitas comparações e análises, sendo estes *softwares* livres por tempo suficiente para o objetivo deste trabalho.

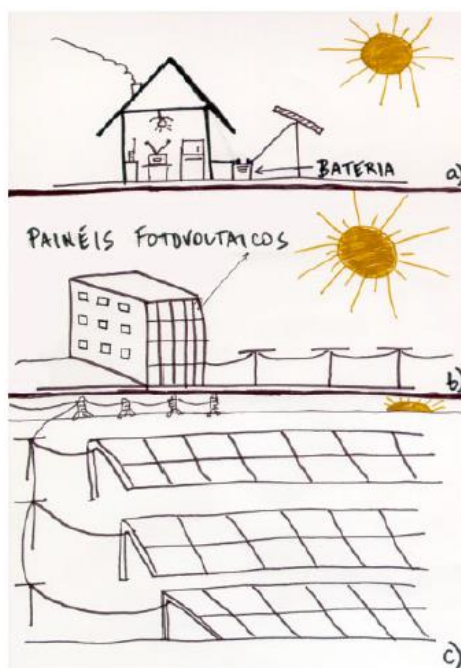
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é gerada através da conversão da luz solar em corrente elétrica, o que se denomina Efeito Fotovoltaico. De acordo com Cabral e Vieira (2012), essa conversão é realizada por meio de placas compostas por fotocélulas fabricadas com material semicondutor como o silício cristalino, silício amorfo hidrogenado, arsenieto de gálio, telureto de cádmio ou células CIGS (Cobre-Índio-Gálio-Selênio).

A energia fornecida pelo sol possui fótons que quando incidem sobre um material semicondutor, como no caso dos painéis fotovoltaicos, “a energia de uma fração destes fótons pode excitar elétrons no semicondutor, que por sua vez poderão dar origem a uma corrente elétrica” (RUTHER, 2004).

Essa energia pode ser obtida através de dois sistemas: O Sistema Fotovoltaico Isolado (SFI), figura 1(a) e o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), conforme Figura 1(b) e 1(c) (RUTHER, 2004).



**Figura 1: Exemplos de sistemas solares fotovoltaicos**  
(a) isolado ou autônomo, (b) descentralizado, integrado à edificação urbana e interligado à rede elétrica convencional e (c) centralizado, interligado à rede elétrica convencional  
Fonte: RUTHER, 2004.

### 2.1.1 Sistema Fotovoltaico Isolado (SFI)

O SFI é composto por: gerador fotovoltaico (módulos fotovoltaicos), controlador de carga, armazenador de energia (geralmente) e inversor (SANTOS *et al.*, 2008).

#### 2.1.1.1 SFI com Armazenamento

É um sistema autônomo, que necessita de um conjunto de acumuladores (baterias), para suprir as necessidades imediatas ou em horários em que a geração é insuficiente, como à noite. Esse sistema é comumente utilizado em regiões remotas, onde a rede elétrica não foi estendida (RUTHER, 2004).

Pode-se também, ao invés de armazenar energia elétrica em baterias, armazenar energia gravitacional, em reservatórios com sistema de abastecimento (CRESESB & CEPEL, 2006).

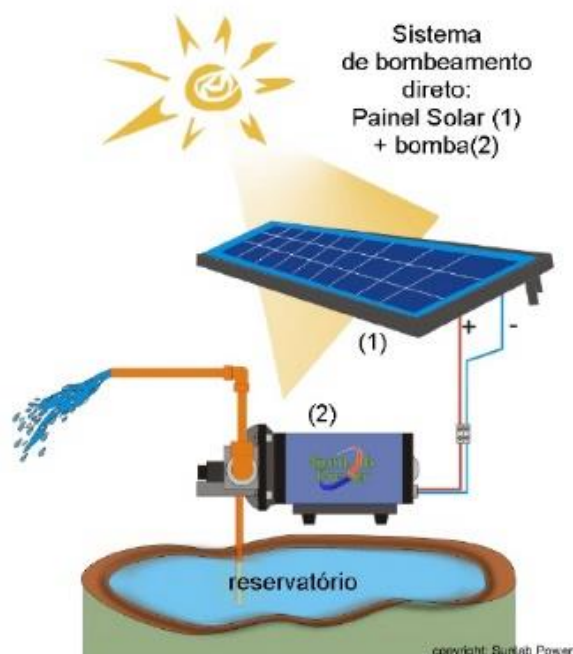
Como o sistema SFI não tem contato com a rede elétrica e necessita da utilização de acumuladores, isso acaba encarecendo o sistema, visto que há o custo dos armazenadores e um custo com a manutenção das mesmas (RUTHER, 2004). O esquema com os componentes básicos do sistema pode ser observado na figura 2.



Figura 2 - Componentes básicos de um SFI com armazenamento  
Fonte: SUNRIO, 2017.

### 2.1.1.2 SFI sem Armazenamento

Alguns sistemas não necessitam de armazenamento, como é o caso da irrigação, onde a água bombeada é diretamente consumida (CRESESB & CEPEL, 2006). O esquema pode ser observado na Figura 3.



**Figura 3 - Componentes do SFI sem armazenamento**  
**Fonte: SUNLAB, 2011.**

## 2.1.2 Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR)

### 2.1.2.1 Sistemas Fotovoltaicos Centralizados

São sistemas geradores centralizados assim como em uma usina geradora convencional, geralmente distante dos pontos de consumo, o que gera custos com a rede de transmissão e distribuição (RUTHER, 2004).

### 2.1.2.2 Sistemas Fotovoltaicos Distribuídos

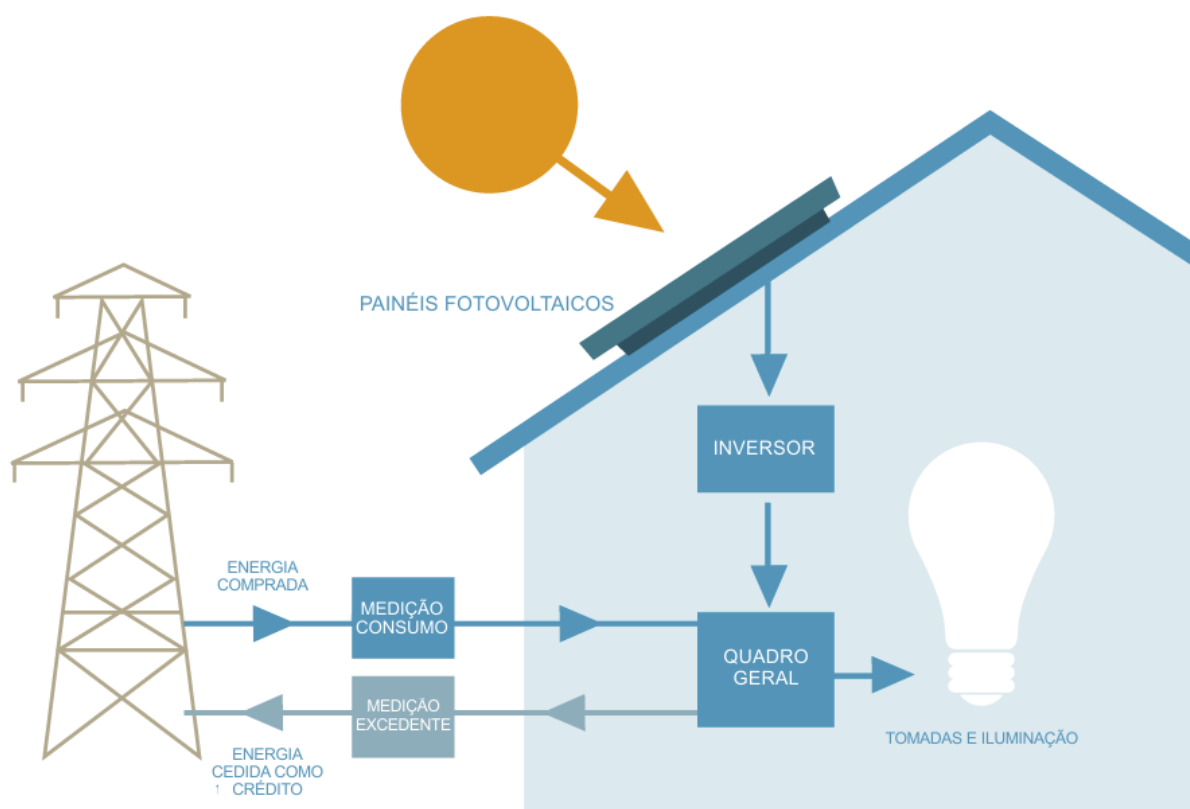
Esse sistema é composto basicamente por: gerador fotovoltaico e inversor. Não há elemento para armazenar energia, uma vez que a rede elétrica da concessionária armazena essa energia, já que toda energia gerada é inserida em paralelo com a energia da rede. Se a geração for maior do que a demanda, a rede capta essa energia e redistribui para outros pontos de consumo. Se a geração for



menor do que a demanda, ou se não houver geração, a concessionária supre o consumidor (SANTOS *et al.*, 2008).

Esses sistemas podem ser integrados na cobertura ou fachada de uma edificação, ou seja, junto ao ponto de consumo, como pode ser observado na Figura 4.

Esse sistema tem se destacado devido a não demandar área extra, podendo ser utilizado no meio urbano, minimizar perdas por transmissão e distribuição já que é no local de consumo, não exigir infraestrutura adicional para sua instalação, além de contribuir para a arquitetura da construção, trazendo uma estética moderna e com uma pegada ecológica e sustentável pois se trata de um gerador de energia de fonte limpa e inesgotável (RUTHER, 2004).



**Figura 4 - Diagrama do sistema fotovoltaico distribuído conectado à rede elétrica**  
**Fonte: SMARTLY, 2017.**

### 2.1.3 Principais componentes de um Sistema Fotovoltaico

De acordo com Santos *et al.* (2008) os principais componentes de um sistema fotovoltaico são os painéis fotovoltaicos e inversores.

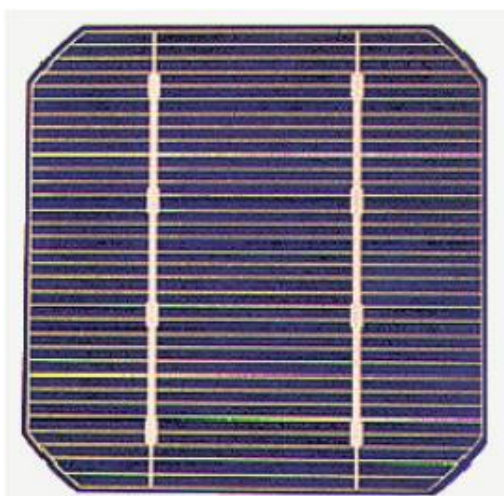
### 2.1.3.1 Painéis Fotovoltaicos

Conforme Ruther (2004, p.20), “destacam-se por ordem decrescente de maturidade e utilização o silício cristalino (c-Si); o silício amorfo hidrogenado (a-Si); o telureto de cádmio (CdTe) e os compostos relacionados ao disseleneto de cobre (gálio) e índio (CIGS).”

Cechini (2003) afirma que o silício é o material mais usado para a fabricação destes, não somente pelo fato de ser o material mais abundante da terra, mas também pela vasta experiência alcançada pela indústria, pelo baixo índice de contaminação, e pela grande durabilidade.

O Silício Cristalino (c-Si), é a mais tradicional das tecnologias fotovoltaicas, e a maior em escala de produção em nível comercial correspondendo em 2011 a 87,9% do mercado mundial (CRESESB & CEPEL, 2014).

Dentre essas, as que utilizam o silício monocristalino (Figura 5) são as que apresentam as melhores eficiências, variando entre 15 a 18% (CRESESB & CEPEL, 2006).



**Figura 5 - Células de silício monocristalino**  
Fonte: CRESESB & CEPEL ,2006.

Por possuir uma aparência estética mais atraente, o Silício Amorfo Hidrogenado (a-Si) tem se destacado em aplicações arquitetônicas substituindo coberturas de telhados e fachadas, quando empregadas no ambiente construído. Quando integrado as edificações, esses módulos atingem altas temperaturas devido à falta de ventilação, a performance do a-Si tem se mostrado superior as demais tecnologias em operação no Brasil (RUTHER, 2004).

A Figura 6 mostra exemplos destes em substrato de vidro e sem moldura. Eles são desenhados especificamente para aplicações integradas ao entorno construído, como fachadas e telhados, onde sua instalação é feita de maneira análoga à instalação de um painel de vidro comum.



**Figura 6 - Exemplos de módulos solares fotovoltaicos de a-Si**  
**Fonte: Phototronics Solartechnik GmbH Rud Ruther, 2004.**

Assim como o a-Si, os módulos de Telureto de Cádmio (CdTe) competem no mercado devido ao grande potencial estético, agregando atrativos estéticos à edificação (RUTHER, 2004).



**Figura 7 - Exemplo de módulo solar fotovoltaico Cd Te**  
**Fonte: PORTAL SOLAR, 2018**

O mesmo acontece com os módulos de Disseleneto de Cobre (gálio) e Índio (CIGS) (Figura 8), os quais também competem no mercado devido ao potencial estético, porém com painéis com grandes superfícies, encontrando aplicações diversas na arquitetura mundial (RUTHER, 2004).



**Figura 8 - Exemplo de módulos solares fotovoltaicos de CIGS em substrato de vidro para aplicações arquitetônicas**  
**Fonte: Würth Solar GmbH apud RUTHER, 2004.**

#### 2.1.3.2 Inversores

Os painéis FV geram energia em corrente contínua, e para a utilização dessa corrente nos equipamentos convencionais, há a necessidade de um aparelho para transformar essa corrente em corrente alternada, e a esse equipamento dá-se o nome de inversor ou conversor CC-CA (corrente contínua-corrente alternada). Esse conversor atua na corrente contínua alterando suas características de “frequência, conteúdo de harmônicos, forma de onda, etc. necessárias para satisfazer as condições impostas pela rede elétrica pública e possibilitar assim a interconexão à rede” (RUTHER, 2004, p.30).

Dada a definição de inversor, para um melhor entendimento se faz necessário conhecer as definições de corrente elétrica, corrente contínua e corrente alternada.

Corrente elétrica: “Corrente elétrica significa o fluxo, ou a maneira como os elétrons se movimentam dentro do fio. Os mais conhecidos são o fluxo de corrente contínua e alternada” (QUEIROZ, 2014, p.05).

Corrente contínua: “é o fluxo onde os elétrons se movimentam no fio de um polo a outro de maneira uniforme, partindo de um polo positivo a o negativo” (QUEIROZ, 2014, p.05).

Corrente alternada:

É quando o fluxo de elétrons dentro do fio ocorre de maneira a ter troca do sentido da corrente várias vezes por segundo, os elétrons fazem um movimento de vai-e-vem no fio. Com esse movimento, a força necessária para gerar esse tipo de corrente é menor e a corrente consegue atingir valores de voltagem altíssimos e como quanto maior a voltagem, maior a distância que a rede consegue alcançar sem perder força, a corrente alternada se torna bem mais eficaz na transmissão que a corrente continua. A corrente alternada ainda permite a utilização de transformadores, que aumentam a voltagem e com isso aumentam a distância alcançada pela rede (QUEIROZ, 2014, p.07).

Atualmente, está ganhando espaço no mercado de módulos solares fotovoltaicos o chamado, módulo CA, o qual possui micro inversor individual acoplado em cada módulo. As principais vantagens desse sistema são os menores custos envolvidos com a fiação e a maior modularidade devido a esse sistema ter a possibilidade de ser ligado diretamente a uma tomada comum em uma edificação residencial ou comercial, por exemplo. A desvantagem é a menor eficiência (cerca de 90%) quando comparado ao sistema convencional (95%) (RUTHER, 2004).

## 2.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Nos últimos anos, é perceptível o aumento da demanda por energias renováveis, e este foi o princípio para a criação de uma legislação específica para incentivar esse tipo de geração de energia. Desde o princípio da geração distribuída de pequeno porte, esta era regida por leis gerais, que definiam o sistema no Brasil (BENEDITO, 2009). A seguir serão pautadas as mais atuais legislações vigentes no Brasil e no estado do Paraná, para a geração distribuída por sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

### 2.2.1 Resolução normativa Nº 482 – ANEEL

Em 2012, com a perspectiva de aumentar a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira, foi publicada pela ANEEL a Resolução nº482 criada em 17 de abril de 2012, onde se estabeleceu critérios gerais para a

micro geração e mini geração através de um Sistema de Compensação de Energia (ANEEL, 2012b), que foi um grande impulsionador do crescimento e desenvolvimento desse meio de geração de energia.

Essa resolução visava a “redução de barreiras regulatórias à conexão da geração distribuída de pequeno porte (potência instalada de até 1MW) contemplando as seguintes fontes: solar, eólica, biomassa, hídrica e cogeração qualificada” (CRESESB & CEPEL, 2014, p.455).

Através dessa regulamentação, o Brasil adotou o mecanismo de compensação de energia, onde uma unidade consumidora que produz energia elétrica pode se conectar à rede elétrica, passando a esta o excedente gerado, que funciona como uma bateria de carga infinita, e, com esse “armazenamento” isso acumula créditos que podem ser consumidos quando o consumo exceder a geração (PEREIRA *et al.*, 2017).

### 2.2.2 Resolução normativa Nº 517– ANEEL

Proposta em 11 de dezembro de 2012, altera a Resolução normativa Nº 482 – ANEEL e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST, em alguns conceitos, nos contratos e no faturamento do sistema de compensação, além de alterar os limites de potência do sistema de compensação dos consumidores do grupo A, e dispõe que os custos de reforços do sistema de distribuição para a micro e mini geração serão arcados pela distribuidora (ANEEL, 2012c).

### 2.2.3 Resolução normativa Nº 687– ANEEL

A Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015, que entrou em vigor em 01 de março de 2016, altera novamente a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Essa sofre atualizações nos conceitos de micro e mini geradores distribuídos, criando novos grupos de consumidores e possibilidades de negócios (ANEEL, 2015c).

Basicamente, essa resolução ampliou o limite de potência de 1000 kWp para 5000 kWp por unidade consumidora, o que equivale ao consumo de mais de 5 mil residências brasileiras de classe média, onde os créditos referentes ao excedente

gerado têm um prazo de 60 dias para serem compensados. Além disso, a mesma “estendeu a abrangência dos telhados solares para os conceitos de condomínio, consórcio, cooperativa e também autoconsumo remoto”, onde, por exemplo, um apartamento de um grande centro que não tem condições de gerar energia no local, pode utilizar os créditos de outra residência, desde que estas pertençam ao mesmo proprietário, e dentro da abrangência de uma mesma distribuidora (PEREIRA et al., 2017).

#### 2.2.4 Norma Técnica Companhia Paranaense de Energia (COPEL)

##### 2.2.4.1 NTC 905200: Acesso de micro e mini geração distribuída ao sistema da COPEL

O objetivo desta norma técnica é fornecer os requisitos para acesso de geradores de energia elétrica conectada através de unidades consumidoras optantes pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica (micro e mini geradores), instituído pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 (COPEL, 2014c, p.04).

“Aplica-se ao acesso de micro geração e mini geração distribuída ao sistema de distribuição da Copel abrangido pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012”, ou seja, aplica-se as unidades consumidoras que acessam o sistema elétrico por meio do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, “ com potência instalada de geração até 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, ou demais fontes renováveis” (COPEL, 2014c, p.04).

### 2.3 ENERGIA E SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

A inclusão do conceito de sustentabilidade está cada vez mais presente na sociedade atual, entretanto, nem sempre foi assim. A inserção desse conceito no mercado não foi uma tarefa fácil. Durante algum tempo, a sustentabilidade foi vista como um empecilho à “produtividade a qualquer custo”, que visava elevadas taxas de crescimento, produtividade e lucros cada vez maiores (IPEA, 2010).

No Brasil, os primeiros discursos sobre questões ambientais se iniciaram na década de sessenta, após uma fase de crescimento urbano demasiado. No fim da década de sessenta e início da década de setenta tem início a crise do petróleo, a

qual causa preocupações e reflexões acerca de um futuro agora incerto. Com isso, surgem os primeiros questionamentos de qual a atuação do homem na terra, e então começa a tratar do desenvolvimento sustentável (BARBOSA, 2008).

Em 1987, a Organizações das Nações Unidas (ONU) por meio do relatório “Nosso Futuro Comum” que foi desenvolvido na Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD) ou Comissão de *Brundtland*, surge o conceito de desenvolvimento sustentável: O desenvolvimento sustentável é tal que atenda às necessidades atuais, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras (MIKHAILOVA, 2004).

Essa definição foi, a partir daí, ganhando variações de diversos autores. Todavia, para Bursztyn e Bursztyn (2006) todos os conceitos convergem e possuem o seguinte tripé: “economicamente viável, socialmente justo e ecologicamente equilibrado”.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi firmado novamente na Agenda 21, documento criado durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada em 1992, no Rio de Janeiro, que ficou conhecida como RIO 92 ou ECO 92, ou também como Cúpula da Terra. Esse documento é um “plano de ação”, que visa exercer o novo modelo de desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável, para o século XXI (MMA, 2017). A Agenda 21, criada no RIO 92 é de abrangência global e foi assinada por todos os países que participavam da Conferência. Posteriormente cada país criou a sua Agenda, também com metas para o século XXI.

Para VEIGA (2005), de acordo com a Agenda 21 brasileira, o conceito de desenvolvimento sustentável está em constante evolução, onde seu ponto de partida foi o compromisso internacional para com um novo modelo de crescimento, aliando desenvolvimento, redução da pobreza e conservação ambiental.

As preocupações com o desenvolvimento sustentável influenciaram o desenvolvimento da matriz energética brasileira. Na década de setenta, a predominância eram as energias não renováveis, obtidas através do carvão vegetal, lenha e petróleo, que correspondiam a aproximadamente 80% da matriz brasileira (EPE *apud* TOLMASQUIM *et al.*, 2007). Segundo o Ministério de Minas e Energia (2017), atualmente a matriz brasileira está composta por 56,5% de energia obtida através de fontes não renováveis, e 43,5% de fontes renováveis, enquanto no

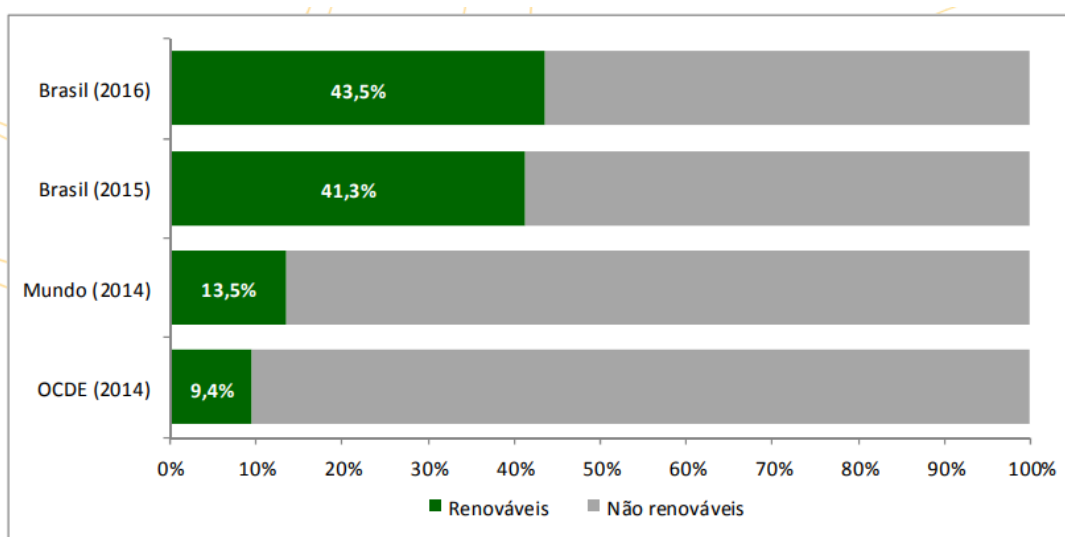


mundo todo, o percentual de energia gerada a partir de fontes renováveis é em torno de 14,2%.

Segundo Keinert (2007), após a realização desses marcos na história do desenvolvimento sustentável no Brasil, são perceptíveis os avanços, mesmo que ainda em desenvolvimento, da sociedade sustentável brasileira.

### 2.3.1 PANORAMA ATUAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

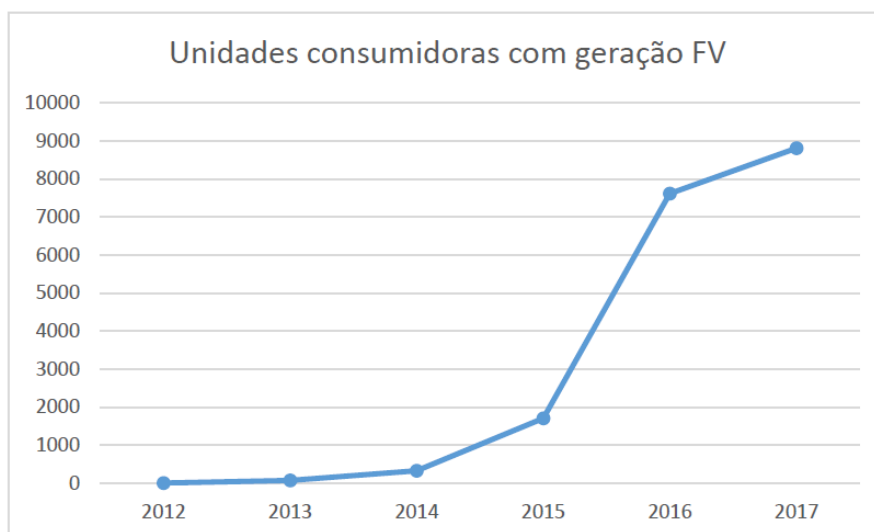
Atualmente, a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira se encontra entre uma das mais elevadas do mundo (EPE, 2017), como se pode perceber na Figura 9.



**Figura 9 - Participação das energias renováveis na matriz energética**  
Fonte: EPE, 2017.

Segundo Nascimento (2017), o Brasil possui atualmente aproximadamente 77 milhões de unidades consumidoras, e dessas, apenas 0,01% possuem sistema fotovoltaico instalado, ou seja, uma em cada dez mil residências, o que representa muito pouco, quando comparado à Austrália, por exemplo, que possui esse sistema em uma a cada cinco ou seis residências.

Porém, esse cenário está se modificando. Pode-se perceber pela Figura 10, o constante crescimento das unidades consumidoras que aderiram ao sistema de geração solar fotovoltaica a partir de 2012, e também um grande salto a partir de 2015 até os dias atuais.



**Figura 10 - Unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica de 2012 à fevereiro de 2017**  
**Fonte: NASCIMENTO, 2017.**

### 3 METODOLOGIA

A fim de cumprir o objetivo proposto inicialmente, a primeira etapa deste trabalho contemplou uma revisão bibliográfica sobre a energia solar fotovoltaica, seus sistemas de utilização e principais componentes, as legislações brasileiras vigentes, além de um apanhado sobre a inserção do conceito de sustentabilidade e o impacto deste, na matriz energética brasileira e o panorama atual da utilização de energia solar fotovoltaica no Brasil. Essa revisão realizou-se através de pesquisa em livros, artigos, periódicos, dissertações de mestrado e manuais.

A segunda etapa tratou do projeto de sistemas fotovoltaicos em residências. Nessa etapa foram explanados os requisitos básicos de projeto, para que fosse possível realizar a implantação do sistema fotovoltaico em residências: levantamento da radiação solar local, que pode ser obtida através da plataforma online *SunData*, disponibilizada pelo CRESESB; a orientação dos módulos, que para um maior rendimento do sistema deve ser em direção ao norte verdadeiro; a inclinação ótima dos módulos, que é igual à latitude local; e também, o sombreamento, que deve ser minimizado. Além disso, foi levantado como podem ser melhorados os quesitos que interferem na eficiência energética das edificações: a envoltória, a iluminação e o condicionamento de ar. A última parte dessa etapa destacou alguns dos mais populares *softwares* de simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos disponíveis na *internet*: *PVsyst SA*, *PV\*SOL*, *Solarus PV* e *SOLergo*, fazendo uma breve descrição do programa e os resultados que o programa fornece. Esta etapa foi elaborada através de um estudo baseado em bibliografias especializadas.

A terceira etapa foi o dimensionamento do sistema, que tem por objetivo estimar a área necessária para instalação do sistema de energia solar fotovoltaica conectado à rede em uma residência unifamiliar de médio padrão. Inicialmente, foram determinadas as coordenadas geográficas do local (cidade de Pato Branco), a irradiância solar, a demanda média para uma residência desse porte, e com isso, através das fórmulas apontadas pela literatura, foi calculado a quantidade necessária de painéis, e a respectiva área requerida para esse tipo de instalação, para um determinado tipo de módulo fotovoltaico a ser selecionado.

Para efeito de comparação, foi realizado um dimensionamento através da Calculadora Solar disponibilizada pela Neosolar Energia, empresa experiente no

ramo solar. Posteriormente, com o mesmo intuito, foram levantados, em empresas locais, os custos para a instalação desse sistema. Por fim, foi feito um comparativo entre todos os dimensionamentos realizados e os dimensionamentos e orçamentos fornecidos pelas empresas que prestam este serviço.

## 4 PROJETOS DE SFCR

CRESESB&CEPEL (2014) dividem o projeto de um SFCR em cinco etapas, as quais são:

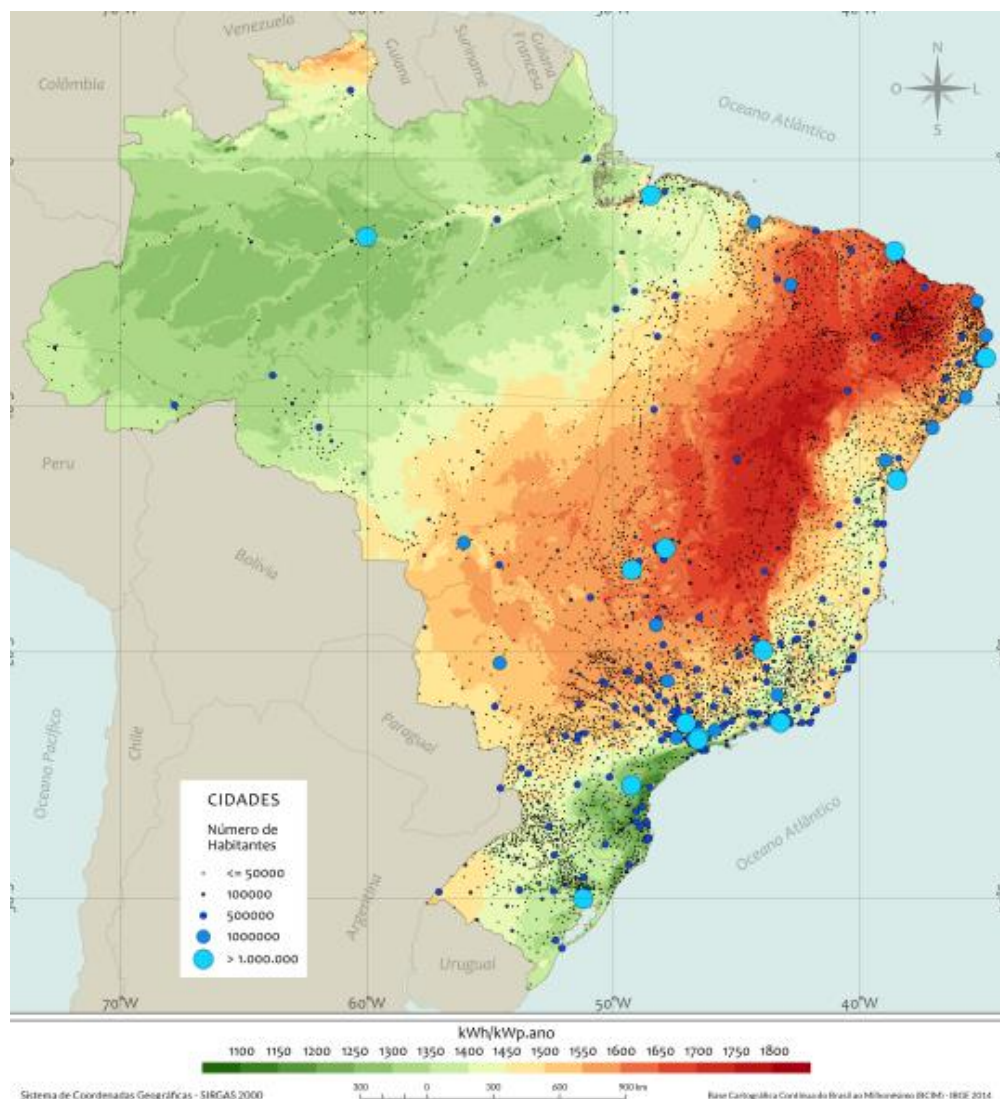
1. Levantamento da oferta solar no local de aplicação;
2. Definição da localização;
3. Levantamento da demanda de energia elétrica;
4. Dimensionamento do gerador fotovoltaico;
5. Dimensionamento do inversor.

### 4.1 REQUISITOS BÁSICOS DE PROJETO

Projetar um Sistema de Geração de Energia Fotovoltaica envolve algumas diretrizes, como: a disponibilidade de incidência solar, a orientação e inclinação que devem ficar os módulos fotovoltaicos para que haja um maior aproveitamento da luz solar, a área disponível e apta a receber esse sistema, e, principalmente, qual a demanda de energia (ou porcentagem desta) que pretende ser produzida com a implantação do mesmo. Vale lembrar que o objetivo desse projeto é adaptar um sistema gerador a uma demanda de energia existente (CRESESB & CEPEL, 2014).

#### 4.1.1 Irradiação solar no Brasil

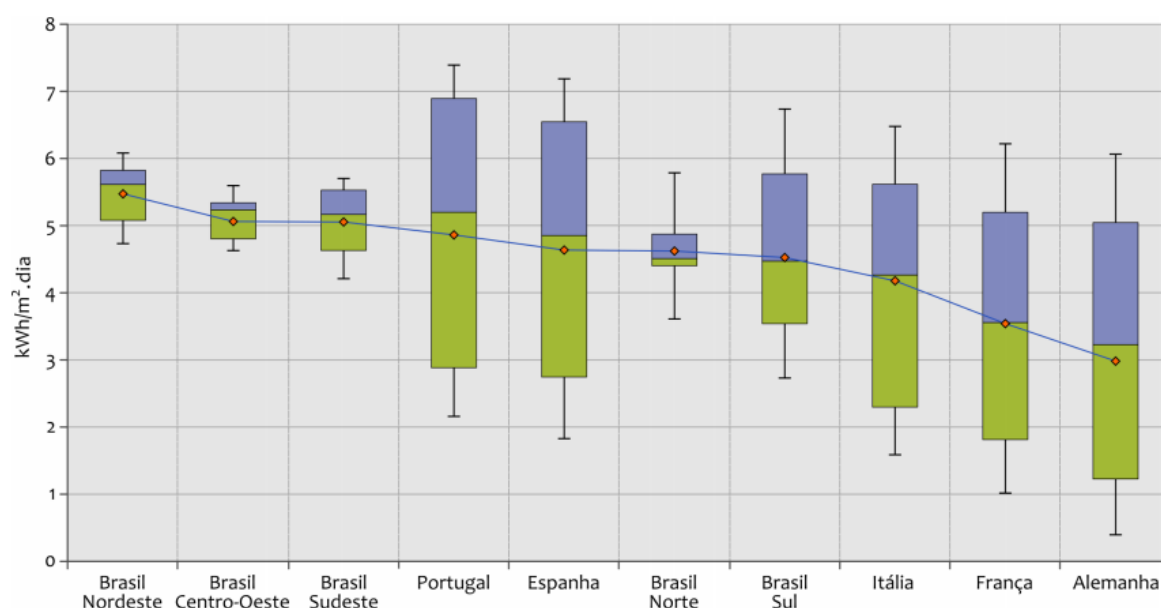
É fundamental para um correto dimensionamento do sistema gerador fotovoltaico, que se tenha conhecimento da irradiação solar incidente no plano dos painéis. Alicerçado nisso, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) criou o Atlas Brasileiro de Energia Solar, no qual faz uma estimativa da oferta de energia solar em todo território nacional, e o resultado dessas pesquisas podem ser observadas na Figura 11, que mostra o potencial solar de energia fotovoltaica no Brasil (PEREIRA *et al.*, 2017).



**Figura 11 - Mapa do potencial de geração solar fotovoltaica em termos do rendimento energético anual para todo o Brasil (medido em kWh/kWp.ano no perfil de cores) e distribuição da população brasileira nas cidades**  
Fonte: PEREIRA *et al.*, 2017

É possível perceber pela Figura 11, que o maior potencial de energia solar se concentra na região Nordeste, porém, em todas as regiões do Brasil, inclusive na região sul, é possível se ter um aproveitamento satisfatório, dessa fonte abundante de energia (PEREIRA *et al.*, 2017).

No entanto, é possível verificar o alto nível e a baixa variabilidade da irradiação solar do país em comparação, por exemplo, com o que se observa em países onde essa tecnologia já está bem estabelecida, como Alemanha, Espanha, Itália, Portugal e França. A Figura 12 compara a variabilidade da irradiação global horizontal média mensal nas cinco regiões brasileiras com esses países.



**Figura 12 - Comparativo das médias mensais da irradiação global horizontal no Brasil e em alguns países da Europa (kWh/m<sup>2</sup>.dia). As caixas indicam 50% de probabilidade e as linhas os máximos e mínimos valores encontrados**

**Fonte:** <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eur.htm>, *apud PEREIRA, et al., 2017*

Conclui-se que, o Brasil apresenta níveis bastante elevados de irradiação solar com uma variabilidade mensal muito mais baixa, indicada pela altura das caixas. Para o caso da nossa região Sul, é apresentada características mais similares às encontradas nesses países europeus, particularmente no que se refere a variabilidade mensal, já que se encontra em latitudes mais altas e, portanto, com maiores diferenças na duração do dia entre as estações do ano.

Logo, é perceptível o grande potencial brasileiro quando comparado a outros países. Países esses que, são destaques em produção de energia solar fotovoltaica, onde está mais difundida, e é muito mais utilizada do que no Brasil, como é o caso da Alemanha, França e Itália (PEREIRA *et al.*, 2017).

#### 4.1.2 Orientação e Inclinação dos Painéis Fotovoltaicos

De acordo com Ruther (2004), Cresesb & Cepel (2014) e Pereira *et al.* (2017), para uma máxima captação de energia solar, a instalação dos painéis fotovoltaicos devem atender dois requisitos: O primeiro deles diz respeito a orientação dos mesmos, a qual deve ser em direção à Linha do Equador. Sendo assim, em sistemas instalados no Hemisfério Sul, as faces dos painéis devem estar

em direção ao Norte Verdadeiro. Seguindo a mesma linha de raciocínio, em sistemas instalados no Hemisfério Norte, estes devem estar orientados ao Sul Verdadeiro, porém, em muitos lugares o norte ou sul verdadeiro não coincide com o magnético. É necessário nestes casos, fazer a correção, utilizando a Declinação Magnética. A Figura 13 mostra a mais indicada orientação dos painéis em um dado local do Hemisfério Sul.

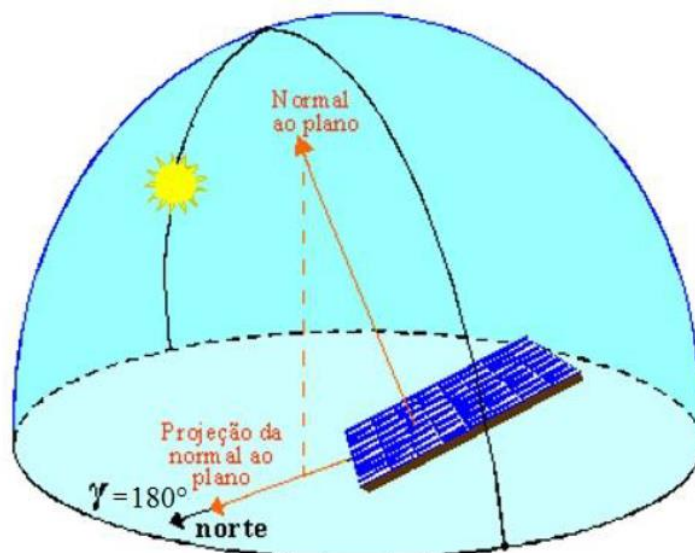


Figura 13 - Orientação da face dos módulos fotovoltaicos em um dado local no Hemisfério Sul  
Fonte: CRESESB & CEPEL (2014)

Um exemplo de correção da declinação magnética é mostrado na Figura 14. O local representado na figura apresenta declinação de  $-20^\circ$

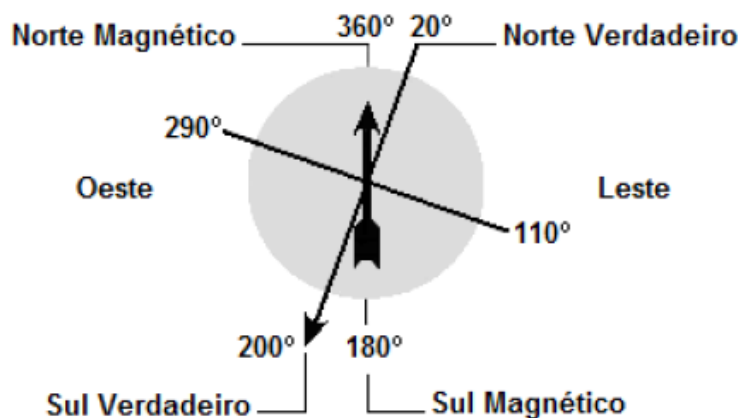


Figura 14 - Exemplo de correção para uma declinação magnética de  $20^\circ$  negativos  
Fonte: CRESESB & CEPEL (2014)



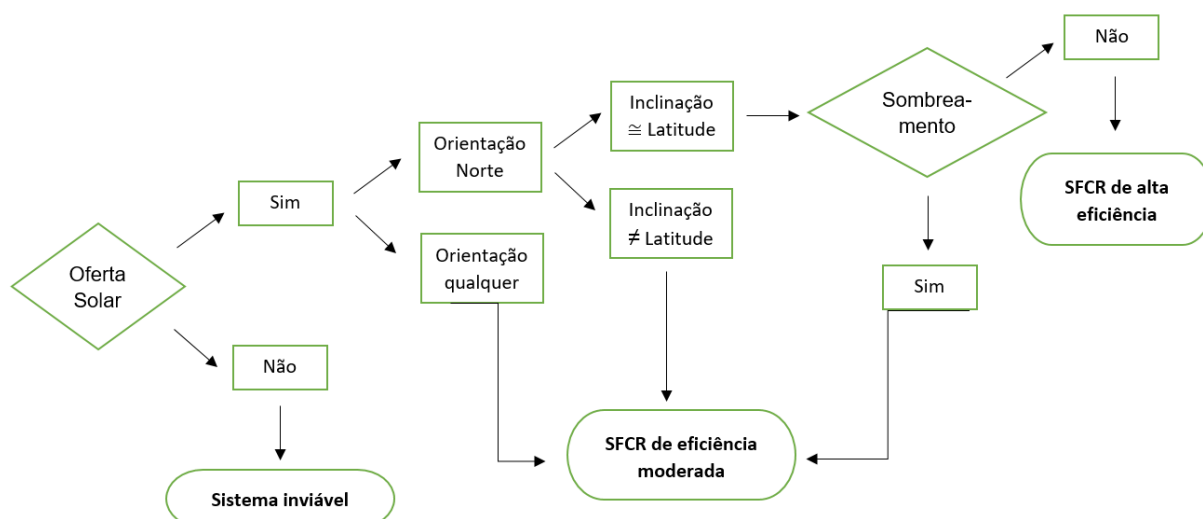
Júnior *et. al* (2016), pesquisou as perdas devidos à diferentes orientações e inclinações dos painéis fotovoltaicos, no Brasil (Hemisfério Sul), e concluiu que em orientações que não sejam na direção norte, causam de 2 a 20% de perdas anuais de energia, sendo a pior condição, a orientação sul.

O segundo requisito trata da inclinação dos painéis fotovoltaicos, e, para Ruther (2004), Cresesb & Cepel (2014) e Pereira *et al.* (2017), para um máximo aproveitamento da energia solar, os painéis devem possuir inclinação iguais à latitude do local instalado. Porém, pequenas alterações nessas inclinações não geram grandes mudanças na quantidade anual de energia gerada, sendo admitida uma variação de 10° para mais ou para menos. Ou seja, em um local onde a latitude é de 35°, admite-se que os painéis possuam inclinação entre 25° e 45°, não gerando, no entanto, grandes perdas no desempenho anual. Para áreas muito próximas à Linha do Equador, recomenda-se uma inclinação mínima de 10° para propiciar a autolimpeza dos módulos pela água da chuva. É importante que em locais com muita poeira, que os painéis sejam devidamente limpos, pois a poeira depositada sobre este, pode afetar no desempenho do sistema, uma vez que a sujeira reduz a captação solar dos módulos.

#### 4.1.3 Sombreamento

Outro fator importante que antecede um projeto fotovoltaico é a análise do sombreamento. Deve-se tomar atenção ao local de instalação, pois a existência de árvores, edificações ou quaisquer outras fontes de sombreamento irão diminuir a energia produzida, afetando diretamente o período de amortização do investimento (LOPES, 2013). Segundo Ruther, 2006, p.29, “isto se deve ao fato de que a célula sobre a qual incidir a menor quantidade de radiação é que irá determinar a corrente (e, portanto, a potência) de operação de todo o conjunto a ela conectado em série.

Um diagrama resumo, com as diretrizes de projetos de SFCR é apresentada no diagrama 01, que pode ser observado a seguir.



**Diagrama 1 - Diretrizes para projetos de SFCR**  
**Fonte: A autora, 2018**

## 4.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E O RENDIMENTO

As características construtivas dizem muito sobre o rendimento do sistema fotovoltaico. Uma construção ideal seria aquela que aproveitasse a radiação solar, maximizando a insolação em pelo menos uma das águas do telhado, bem como, com uma correta escolha de telha, visto que o tipo de telha influencia na inclinação da cobertura. Se, o proprietário optasse pela colocação de módulos em todo o telhado, este poderia ter apenas uma água, voltada à direção norte, ou um telhado com várias águas com diferentes orientações, onde todas tivessem um bom nível de incidência solar (SANTOS; RUTHER, 2009).

Esses sistemas podem ser instalados em edificações existentes, embora muitas vezes estes não possuam áreas, orientações e inclinações consideradas ideais. Todas as áreas que recebem radiação solar são capazes de gerar energia através dos painéis fotovoltaicos, porém o rendimento nessas situações será menor do que se estivesse em condições ideais (RUTHER; SALAMONI, 2011).

## 4.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONJUNTO

É importante, quando se pensa em um projeto que visa produzir energia através da fonte solar para suprir a demanda de uma residência, que se leve em

consideração a eficiência energética do conjunto. Nada mais é do que a utilização racional da energia, evitando assim desperdícios de investimento, visto que residências eficientes possuem demanda reduzida de energia, proporcionando uma economia, no que se diz respeito ao sistema de geração de energia fotovoltaica (MMA, 2015).

Segundo o MMA (2015), para que se possua uma maior eficiência energética na edificação, três quesitos devem ser otimizados: Envoltória, Iluminação e Condicionamento de ar.

- Envoltória: É a pele da edificação. É composta pelo conjunto de elementos que realizam a vedação da edificação com o ambiente externo, elementos estes que são: cobertura, paredes, fachadas e aberturas. Para uma maior eficiência, buscam-se coberturas que não absorvam calor, as fachadas devem possuir uso correto de cores para que diminuam a absorção solar, as paredes devem possuir proteções adequadas segundo a orientação da mesma, além do uso de iluminação zenital e aberturas bem distribuídas e com vidros de baixa emissividade térmica (MMA, 2015).

- Iluminação: A iluminação artificial é indispensável, porém, quando utilizada a iluminação natural de forma correta, pode-se restringir o uso de iluminação artificial somente à locais longe das fachadas, e em horários em que a luz natural é insuficiente (MMA, 2015).

- Condicionamento de ar: Dependendo do clima do local, não se consegue naturalmente uma climatização agradável ao ser humano, gerando uma necessidade de uso de dispositivos artificiais de resfriamento ou aquecimento, tais como ventiladores, aquecedores e ares-condicionados. Nestes casos, deve se atentar as especificações dos fabricantes quanto a eficiência dos aparelhos (MMA, 2015).

#### 4.4 SOFTWARES DE DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Para projetos detalhados, com simulações realistas, devem ser utilizados *softwares* especializados. Alguns dos mais utilizados programas de simulação serão brevemente descritos a seguir, com ênfase no público alvo e nos resultados que cada um oferece.

#### 4.4.1 *PVsyst SA*

O *software PVsyst SA* é um dos mais populares e completos *softwares* disponíveis no mercado, direcionado para arquitetos, engenheiros e pesquisadores. Esse programa pode ser instalado em computadores, para o dimensionamento e análise de dados de sistemas fotovoltaicos. Dadas as entradas do programa, este gera detalhados relatórios, gráficos, tabelas e dados do projeto. O programa também disponibiliza um tutorial de apoio ao desenvolvimento do projeto (*PVSYST*, 2012).

Através deste o projeto é dividido em três etapas: projeto preliminar, a qual faz um estudo inicial da instalação com estimativa de produção, é um pré-dimensionamento; a elaboração do projeto, que é a principal etapa, onde podem ser feitas diferentes simulações de orientação, inclinação, modelos de painéis e inversores; a última etapa é de análise de dados, que fornece informações sobre a produção de energia, estimativa de remuneração e análise econômica do investimento (*PVSYST*, 2012).

#### 4.4.2 *PV\*SOL*

É um dos *softwares* mais utilizados mundialmente para a simulação de sistemas de energia solar. É popularmente conhecido pela sua facilidade de uso, pois possui um menu de orientação ao usuário, com uma sequência simplificada, que possibilita a utilização deste por leigos (*SOLARIZE*, 2018).

O programa pode criar facilmente cenários 3D, e também permite a importação de modelos 3D. O *software* é capaz de prever horizontes, prédios, antenas, vegetação, para o cálculo do sombreamento, através de uma simulação que usa dados climáticos detalhados. Os resultados obtidos são relatórios, com gráficos e retorno financeiro do negócio. O *PV\*SOL* possui tradução para o português e é adaptado as peculiaridades brasileiras (*SOLARIZE*, 2018).

#### 4.4.3 *Solaris PV*

É um *software* profissional utilizado para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. O programa guia o usuário com simplicidade no dimensionamento, para obtenção da melhor solução técnica e econômica (*ACCA SOFTWARE*, 2018).

O programa possui modalidade gráfica, e permite que sejam importados arquivos CAD (DWG/DXF), sendo possível desenhar as superfícies, posicionar os módulos, simular o sombreamento, configurar o sistema e calcular o desempenho do mesmo, com avaliação da rentabilidade e o período de retorno, bem como permite visualizar o sistema com representação foto realistas do visual que o sistema apresentará (ACCA SOFTWARE, 2018).

#### 4.4.4 SOLergo

É o primeiro software fotovoltaico em português dedicado à realidade normativa e fiscal do Brasil. O software permite o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos conectados à rede e isolados (HIPERENERGY, 2017).

O programa permite localizar a posição da simulação através da interface "Google Maps", determinando a radiação através dos dados do "Atlas Brasileiro de Energia Solar segunda edição 2017", onde também são previstos dados climáticos internacionais. Posterior a isso, o programa faz uma análise do sombreamento e os cálculos do sistema (módulo e inversor), além do dimensionamento dos cabos e diagrama elétrico unifilar do sistema (HIPERENERGY, 2017).

Diferente dos outros softwares apresentados nesse trabalho, o *SOLergo* realiza o cálculo da redução das emissões causadas pela não utilização de fontes não renováveis de energia, além de prever análise de bandeiras tarifárias. Assim como os outros programas aqui descritos, realiza a análise econômica e o cálculo do retorno financeiro (HIPERENERGY, 2017).

## 5 ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DE PATO BRANCO – PARANÁ

### 5.1 PREMISSAS

#### 5.1.1 Coordenadas Locais

A partir de algumas premissas, já elencadas anteriormente, é possível dimensionar um sistema fotovoltaico conectado diretamente à rede elétrica, que supra as necessidades de residências de médio padrão, na cidade de Pato Branco, no Paraná. Esse dimensionamento será um modelo, que deverá ser analisado em cada caso, visto que neste trabalho, o dimensionamento será para “condições ideais” de inclinação e orientação de telhado, como se estivéssemos projetando uma residência para receber depois de pronta um sistema de geração de energia solar fotovoltaica. É importante lembrar que para cada caso, algumas variáveis serão diferentes, como por exemplo, o consumo, o sombreamento, a inclinação e a orientação. Sendo assim, o trabalho pode servir como um guia prático de orientação.

A primeira premissa, ou o primeiro passo do dimensionamento é a definição das coordenadas geográficas da cidade de Pato Branco. Para isso, utilizou-se o software *Google Earth*, como pode ser observado na Figura 15.

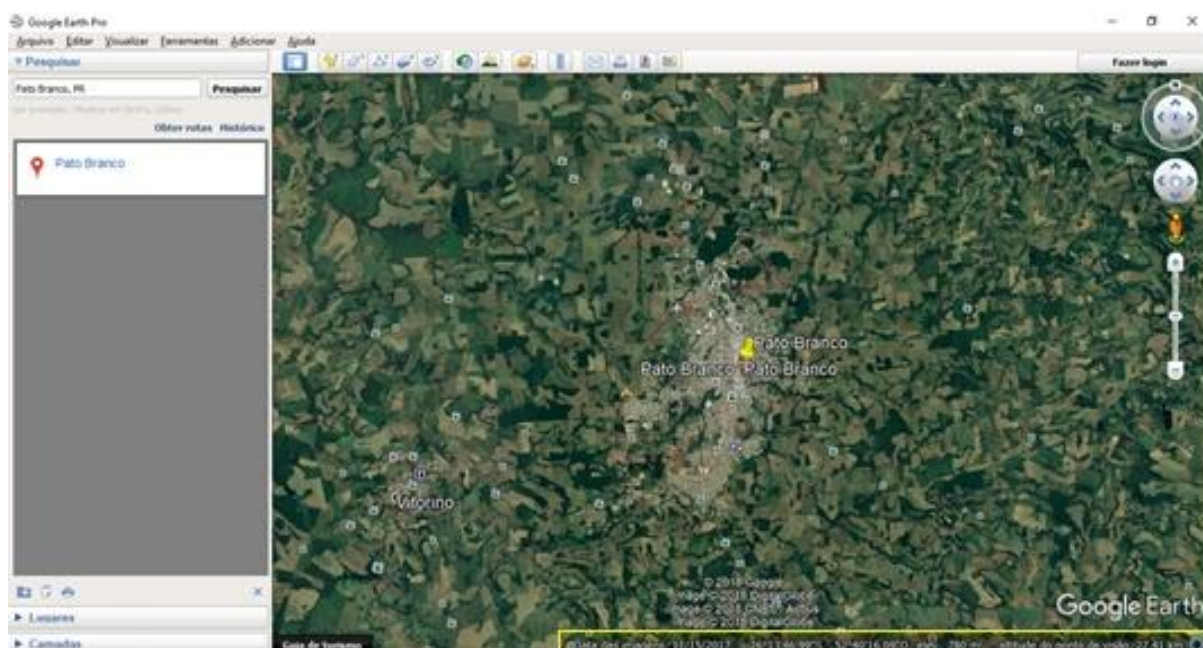


Figura 15 - Imagem de satélite da cidade de Pato Branco  
Fonte: *Google Earth*, 2018

Na parte inferior da imagem, é possível verificar que as coordenadas geográficas são: Latitude: 26°13'46" Sul e Longitude 52°40'16" Oeste.

### 5.1.2 Irradiação segundo a orientação e inclinação dos painéis

O CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito), disponibiliza uma plataforma online, através do programa *SunData v3.0*, os dados de irradiação solar diária média mensal para todo o território nacional. A Figura 16 mostra a simplicidade de utilização deste programa, que tem como entrada somente as coordenadas locais. Através deste é possível mensurar o nível de radiação solar incidente na cidade de Pato Branco, como pode ser observado na Figura 17.

**Coordenada Geográfica**

**Latitude**  °  '  " Sul  **Longitude**  °  '  " Oeste

**Norte:**

graus decimais (00.00°)

graus, minutos e segundos (00°00'00")

! Os valores válidos de latitude devem estar na faixa de 12° Norte e 40° Sul e de longitude na faixa de 30° Oeste e 80° Oeste. Em caso de dúvida entre em contato conosco.

**Figura 16 - Página inicial programa *SunData v3.0***  
Fonte: CRESESB, 2018

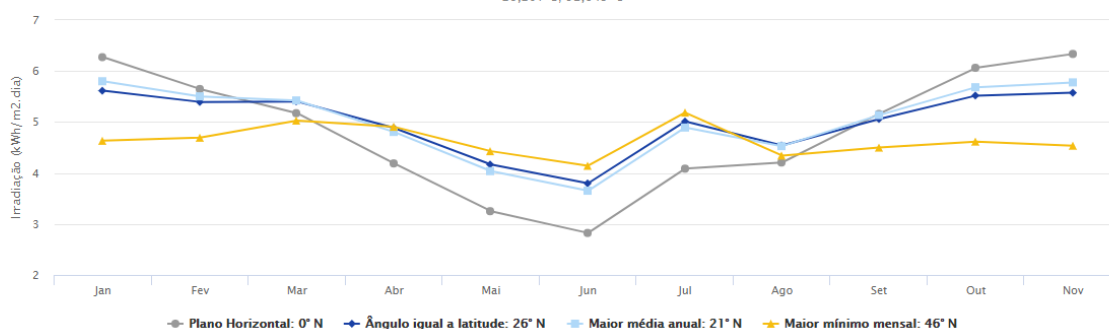
#### Cálculo no Plano Inclinado

**Estação:** Pato Branco  
**Município:** Pato Branco, PR - BRASIL  
**Latitude:** 26,201° S  
**Longitude:** 52,649° O  
**Distância do ponto de ref. ( 26,229444° S; 52,671111° O ):** 3,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,27	5,65	5,17	4,19	3,25	2,82	3,08	4,09	4,21	5,16	6,06	6,34	4,69	3,51
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	26° N	5,61	5,39	5,40	4,88	4,17	3,80	4,07	5,01	4,54	5,06	5,52	5,57	4,92	1,82
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	5,80	5,50	5,42	4,81	4,04	3,65	3,93	4,89	4,53	5,14	5,68	5,78	4,93	2,15
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	46° N	4,63	4,69	5,03	4,91	4,43	4,14	4,40	5,19	4,34	4,50	4,62	4,54	4,62	1,04

#### Irradiação Solar no Plano Inclinado -Pato Branco-Pato Branco, PR-BRASIL

26,201° S; 52,649° O



**Figura 17 - Irradiação solar média no plano inclinado - Pato Branco**  
Fonte: CRESESB, 2018

O resultado apresentado em forma de um quadro (Figura 17), mostra a irradiação solar diária média mensal (kWh/m<sup>2</sup>.dia), com os menores valores médios mensais apresentados na cor vermelha, e os maiores na cor azul. A última coluna, delta, é a diferença entre os valores máximo e mínimo (CRESESB, 2018). Analisando os dados, é possível constatar que pequenas variações na inclinação não geram grandes diferenças na média anual, e que os valores mais satisfatórios de irradiação solar são com painéis inclinados em mesma angulação que a latitude. Para fins desse dimensionamento, a inclinação dos módulos será considerada de 26°.

### 5.1.3 Consumo

A última premissa para que se possa realizar o dimensionamento do sistema é o consumo, ou a demanda a qual o sistema terá que suprir. Como esse trabalho tem como objetivo realizar uma comparação com o dimensionamento aqui realizado e o dimensionamento realizado por empresas locais, e estas solicitam uma fatura de energia, esse dimensionamento se baseará em uma fatura de uma residência de médio porte localizada na Rua Domingos Matos, bairro Cristo Rei, na Cidade de Pato Branco, Paraná, a qual pode ser observada em anexo a este trabalho. Os dados do consumo mensal dessa residência podem ser observados na Tabela 01:

**Tabela 1 - Consumo anual residência de médio padrão**  
**Fonte: A autora, 2018**

	2018				2017									
MÊS	ABR	MAR	FEV	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET	AGO	JUL	JUN	MAI	ABR	MÉDIA
CONS. (kWh)	200	161	187	129	219	337	282	370	442	424	263	194	196	247

## 5.2 DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para o projeto em questão, que é conectado à rede e considerando os padrões brasileiros com o sistema de compensação de energia (Net Metering), regulamentados pela Resolução Normativa 687(2015), é mais interessante, do ponto de vista econômico, que não se gere mais energia do que a energia consumida pela



unidade geradora (a não ser em casos de outras edificações consumidoras em um mesmo CPF).

Segundo MOLGARO et al. 2012 e CRESESB & CEPEL, 2014, para um dimensionamento de forma otimizada, deve se "levantar o consumo médio diário da edificação (kW/dia), descontado o valor da disponibilidade mínima de energia", sendo que para a residência em questão, a taxa mínima de energia é o valor correspondente a 50kWh (Grupo B – residencial bifásico). Isso se deve ao fato de que, embora se produza energia suficiente para suprir toda a demanda, "deve ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B" (ANEEL, 2015), ou seja, a disponibilidade mínima não pode ser compensada, além de que o excedente gera apenas créditos, não podendo ser ressarcidos em dinheiro, e com data de vencimento de 60 meses.

Dito posto, o valor adotado como consumo mensal de energia, o qual deverá ser suprido com esse sistema, será a média mensal da residência (247 kWh), descontado o valor da disponibilidade mínima (50kWh). A demanda de energia será, portanto, de 197 kWh (mês).

De acordo com o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, elaborado por CRESESB & CEPEL, em 2014,

$$P_{fv} = \frac{E/TD}{HSP_{ma}}$$

Onde:

$P_{fv}$  – Potência de pico do sistema fotovoltaico [Wp (Whatt-pico) ];

$E$  – Consumo diário médio da edificação [Wh/dia];

$TD$  – Taxa de desempenho do sistema [adimensional];

$HSP_{ma}$  – Número de horas de sol pleno em média diária [1000W/m<sup>2</sup> dia];

Para encontrarmos o valor do consumo médio diário da edificação devemos dividir o consumo médio mensal, pelos 30 dias do mês, e com isso temos que:

$$E = \frac{\text{consumo médio mensal (Wh)}}{30 \text{ (dias)}} = \frac{197.000 \text{ (Wh)}}{30 \text{ (dias)}} = 6.566,67 \text{ Wh/dia}$$

A taxa de desempenho do sistema é a relação entre o desempenho real e o desempenho máximo teórico. Essa diferença acontece devido as perdas do sistema,

como perdas por queda de tensão, sujeira na superfície do painel, sombreamento, entre outras. Este valor é apontado por CRESESB & CEPEL, 2014, para SFCR residenciais, em um intervalo de 70 a 80% (nas condições de radiação solar no Brasil). Para fins desse dimensionamento, usaremos a média desse intervalo, ou seja, uma taxa de desempenho do sistema de 75%.

Com isso, temos que a potência de pico do sistema fotovoltaico deverá ser de:

$$P_{fv} = \frac{E/TD}{HSP_{ma}} = \frac{6.566,67/0,75}{4,92}$$

Portanto,

$$P_{fv} = 1.779,58 \text{ Wp}$$

Com essa informação é possível selecionar um tipo de módulo fotovoltaico. Na Tabela 02 são mostradas as principais características do módulo escolhido, segundo informações do fabricante (RENOVIGI, 2018):

**Tabela 2 - Características técnicas do módulo fotovoltaico**  
Fonte: A autora, 2018

<b>FABRICANTE</b>	RENOVIGI
<b>MARCA</b>	RISEN
<b>MODELO</b>	RSM60-6-260P
<b>TECNOLOGIA</b>	SILÍCIO POLICRISTALINO
<b>POTÊNCIA NOMINAL</b>	260 Wp
<b>EFICIÊNCIA</b>	>15,98%
<b>DIMENSÕES</b>	1640x992x35mm
<b>MOLDURA</b>	ALUMÍNIO
<b>PESO</b>	19,50 Kg
<b>GARANTIA</b>	25 ANOS

Esse módulo foi selecionado por ser de fabricante brasileira, atender as normas de segurança, possuir as certificações necessárias e por possuir qualidade certificada INMETRO com selo "A" PROCEL de eficiência energética.

De acordo com as especificações técnicas apresentadas, é possível mensurar quantos painéis serão necessários para gerar a energia suficiente ao consumo médio diário da edificação em questão:

$$N = \frac{P_{fv}}{P_n} = \frac{1.779,58 \text{ Wp}}{260 \text{ Wp}}$$

$$N = 6,84 \text{ módulos}$$

Onde:

$N$  = Número de módulos fotovoltaicos necessários

$P_{fv}$  – Potência de pico do sistema fotovoltaico [Wp];

$P_n$  – Potência nominal do módulo [Wp];

Neste caso, chegamos a um valor ligeiramente inferior a 7 módulos, porém, se considerarmos que, segundo as informações do fabricante, o rendimento dos painéis decresce 0,8% ao ano, sugere-se arredondar o valor encontrado ao número inteiro que sucede ao valor encontrado. Outra opção seria arredondar para o antecessor inteiro, totalizando 6 módulos, abatendo apenas uma porcentagem da energia consumida, o que também pode ser interessante. Para fins desse trabalho definiu-se um total de 07 módulos fotovoltaicos.

### 5.3 ÁREA OCUPADA PELOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para o sistema em questão, de 1,78kWp, serão necessários 7 módulos. Cada módulo possui dimensões de: 1,64 x 0,992 m, totalizando uma área de 1,63m<sup>2</sup> por painel, e com isso temos que a área mínima requerida para este sistema é de:

$$\text{Área} = 1,63\text{m}^2 \times 7\text{módulos}$$

$$\text{Área} = 11,38 \text{ m}^2$$

Esse cálculo de área considera que os painéis fiquem sem espaçamento entre si, sendo então, a área necessária para esse sistema a partir de 11,38m<sup>2</sup>.

### 5.4 DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR

O dimensionamento do inversor depende basicamente da potência do gerador fotovoltaico, e de uma forma conservadora, a potência do inversor pode ser considerada igual a potência do gerador fotovoltaico. Porém,

Devido ao coeficiente de temperatura negativo das tecnologias FV, ou seja, redução da potência do módulo FV com o aumento da temperatura costuma-se dimensionar o gerador FV com potência nominal superior à do inversor, pois, mesmo quando a irradiância está próxima de 1.000 W/m<sup>2</sup>, a potência do gerador FV dificilmente se aproxima de sua potência nominal. Esta característica física do dispositivo, associada à otimização econômica do sistema, leva a se subdimensionar os inversores SFCRs (CRESESB &CEPEL, 2014, p.332)

Dito isso, selecionou-se para esse sistema o inversor *on-grid* monofásico 1,6 kW, do mesmo fabricante dos módulos fotovoltaicos.

## 5.5 SIMULAÇÃO ATRAVÉS DE SOFTWARE DA INTERNET

Para efeito de comparação, realizou-se um orçamento através da calculadora solar, plataforma *online* de dimensionamento da NEOSOLAR. A utilização deste *software* é muito simples, podendo facilmente ser realizada por leigos. Basta fornecer ao *software*: o estado, a cidade, a concessionária de energia, a tarifa por kWh, e o valor médio mensal da conta de luz.

Informados esses valores, o *software* fornece imediatamente estimativa sobre o investimento, tempo de retorno e economia acumulada em 30 anos (Figura 18), além de indicar um sistema, com os dados mostrados na Tabela 3:

**Tabela 3 - Características sistema calculado pela Calculadora Solar - NEOSOLAR**  
Fonte: A autora, 2018

<b>TAMANHO DO SISTEMA</b>	1,58 kWp
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	6 módulos
<b>PRODUÇÃO ANUAL ESTIMADA</b>	2.368 kWh
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>	11,07 m <sup>2</sup>
<b>PESO ESTIMADO</b>	150,20 Kg



**Figura 18 - Economia na conta de luz em 30 anos**  
Fonte: NEOSOLAR, 2018

Ainda conforme os dados da calculadora solar (NEOSOLAR, 2018), o preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de R\$ 10.417,78 a R\$ 15.933,07.

## 5.6 ORÇAMENTO REALIZADO EM EMPRESAS LOCAIS

Com o intuito de fazer um comparativo entre o dimensionamento descrito neste trabalho, e com a intenção de saber qual o custo final desse sistema ao consumidor, buscaram-se em empresas da cidade de Pato Branco, orçamentos do mesmo empreendimento. As empresas em geral solicitam uma fatura de energia, a qual foi disponibilizada e no qual, encontra-se em anexo a este trabalho. A mesma fatura foi usada em todas as bases de cálculo deste trabalho.

O orçamento foi solicitado à quatro empresas, que são as empresas locais que fornecem esses sistemas, porém, somente três dessas ofereceram retorno. Neste trabalho, com o intuito de não divulgar empresas ou prejudicar a imagem das mesmas, trataremos destas como: Empresa A, Empresa B e Empresa C. Os resultados dos orçamentos podem ser observados nas tabelas 4, 5 e 6.

**Tabela 4 - Kit gerador fotovoltaico orçado pela Empresa A**  
**Fonte: Adaptado orçamento Empresa A (2018)**

<b>GERADOR FOTOVOLTAICO 1,62 kWp</b>	
01 INVERSOR FOTOVOLTAICO MONOFÁSICO RENO 1500H 1,5Kw	
06 MÓDULOS DE SILÍCIO POLICRISTALINO 270 Wp	
CONJUNTO DE ESTRUTURA METÁLICA 2,1 M	
CABO SOLAR #6MM <sup>2</sup> (COR PRETO)	
CABO SOLAR #6MM <sup>2</sup> (COR VERMELHA)	
01 CONECTOR MC4 MACHO/FÊMEA	
01 SISTEMA DE PROTEÇÃO	
PRODUÇÃO MENSAL DE ENERGIA (MÉDIA)	211 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 9.650,00</b>

**Tabela 5 - Kit gerador fotovoltaico orçado pela Empresa B**  
**Fonte: Adaptado orçamento Empresa B (2018)**

<b>GERADOR FOTOVOLTAICO 1,62 kWp</b>	
01 INVERSOR FOTOVOLTAICO MONOFÁSICO RENO 1500H 1,5Kw	
06 MÓDULOS DE SILÍCIO POLICRISTALINO 270 Wp	
KIT FIAÇÃO AKCOME	
MÓDULO DE MONITORAMENTO WIFI	

MATERIAL ELÉTRICO	
MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO	
PROJETO	
PRODUÇÃO MENSAL DE ENERGIA (MÉDIA)	202 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 13.290,00</b>

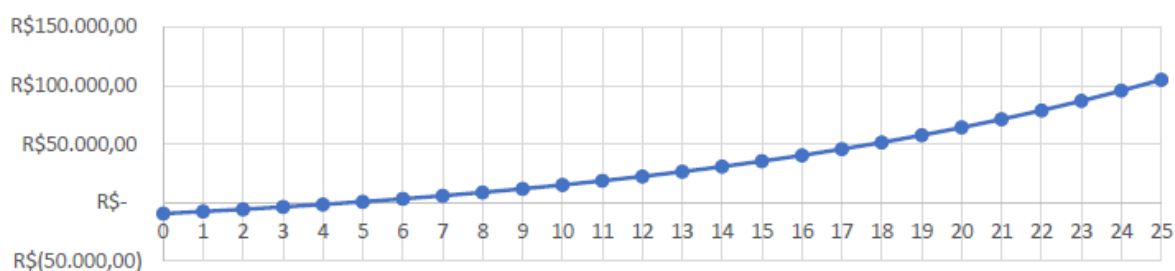
**Tabela 6 - Kit gerador fotovoltaico orçado pela Empresa C**  
**Fonte: Adaptado orçamento Empresa C (2018)**

<b>GERADOR FOTOVOLTAICO 1,95 kWp</b>	
01 INVERSOR FOTOVOLTAICO	
06 MÓDULOS DE SILÍCIO POLICRISTALINO 325 Wp	
ELABORAÇÃO DO PROJETO	
INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS	
PASSAGEM DOS CABOS	
LIGAÇÃO DAS CAIXAS DE PROTEÇÃO	
OBRAS CIVIS	
FRETE DOS EQUIPAMENTOS	
LICENCIAMENTO, VISTOS, AUTORIZAÇÕES E LICENÇAS LEGAIS	
LIGAÇÃO À REDE DA CONCESSIONÁRIA	
PRODUÇÃO MENSAL DE ENERGIA (MÉDIA)	221 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>R\$12.500,00</b>

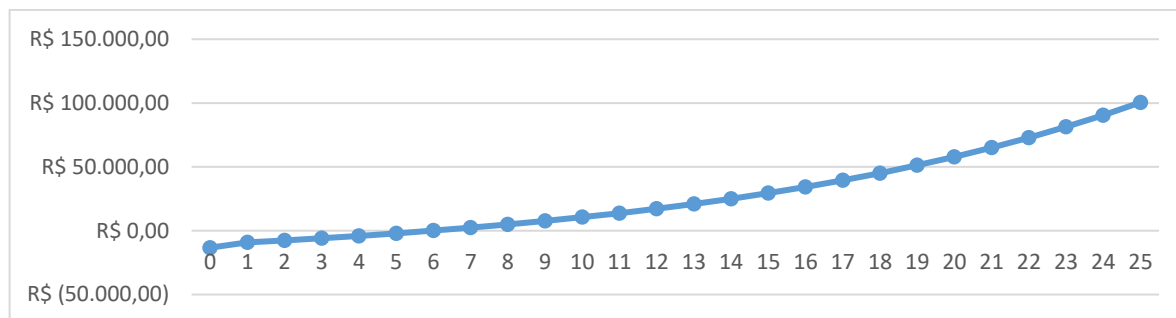
Vale salientar que as empresas orçaram um sistema em condições ditas "ideais", com orientação para o norte e inclinação igual a latitude, assim como foi dimensionado neste trabalho.

## 5.7 ANÁLISE FINANCEIRA DO INVESTIMENTO

Duas das empresas as quais foram solicitados os orçamentos fornecem os valores de fluxo de caixa anuais os quais podem ser observados nas figuras 19 e 20.



**Figura 19 - Fluxo de caixa para o projeto- proposta Empresa A**  
**Fonte: Empresa A, 2018**



**Figura 20 - Fluxo de caixa para o projeto- proposta Empresa B**  
**Fonte: Adaptado orçamento Empresa B, (2018)**

O valor de reajuste da tarifa considerado para este cálculo é de 8,44% ao ano pela Empresa B, e não foi informado pela Empresa A. O tempo de retorno do investimento estimado para esse projeto é de 4 anos e 9 meses segundo orçamento da Empresa A, 5 anos e 12 meses pela Empresa B e 6 anos, segundo a Empresa C, a qual não considerou nesse cálculo o reajuste da tarifa de energia.

## 5.8 ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIMENSIONAMENTOS E ORÇAMENTOS

Todos os dimensionamentos realizados, calculado pelo autor, calculado pelo *software* e calculado pelas empresas apontam dados muito parecidos. A potência do sistema adotada por duas das empresas (A e B) foi a mesma, 1,62 kWp, muito próxima da potência calculada pela Calculadora Solar, 1,58 kWp, e, a Empresa C, adotou um valor de 1,95 kWp, sendo 33 kWp a mais do que as outras empresas adotaram. A potência calculada através das fórmulas apontadas por CRESESB & CEPEL foi de 1,78 kWp, sendo um valor intermediário entre os fornecidos pelos orçamentos das empresas. Essas discrepâncias podem ser explicadas pela utilização de diferentes taxas de desempenho do sistema, adotada em 75% no cálculo elaborado neste trabalho.

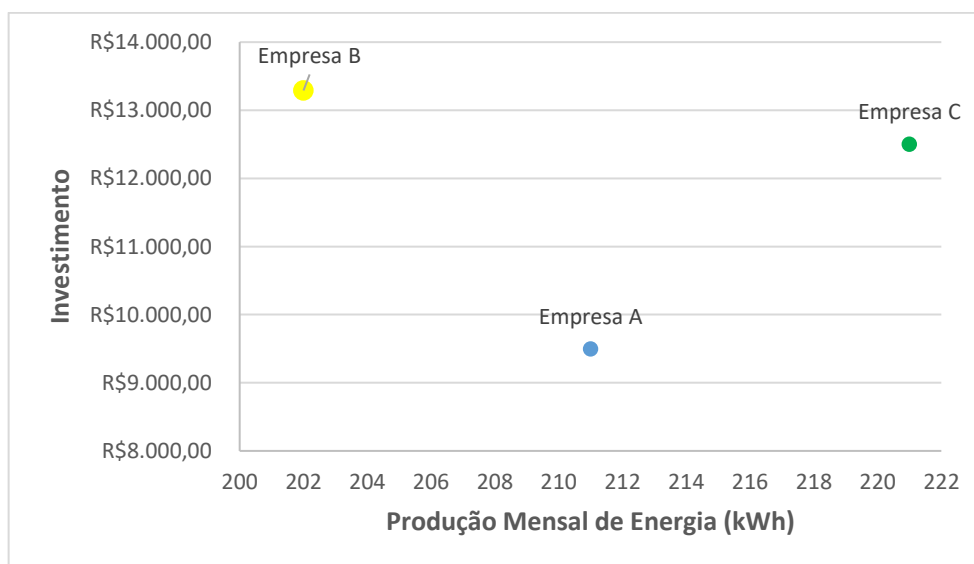
Quanto aos módulos fotovoltaicos, como consequência do cálculo da potência do sistema, tanto o *software* quanto as empresas fornecem a mesma quantidade de painéis, sendo 6 unidades, da mesma marca, utilizando a mesma área de telhado. A Empresa C, como adotou maior a potência dentre os dados apresentados, fornece a mesma quantidade de módulos fotovoltaicos, porém, com módulos mais potentes. A quantidade de módulos calculada neste trabalho foi maior, em consequência a maior demanda energética adotada, sendo 7 unidades, com

menor potência se comparada aos módulos adotados pelos outros dimensionamentos. Contudo, a área de telhado requerida para o sistema, em todos os casos, com exceção à Empresa C, a qual não fornece informações sobre marca ou tamanho dos módulos, todas as outras convergiram, a aproximadamente 11,40 m<sup>2</sup>.

No que tange os custos, analisando as tabelas 4, 5 e 6, é possível perceber que os orçamentos são bem semelhantes, inclusive com alguns componentes do sistema gerador são de marcas iguais, como o inversor e os módulos fotovoltaicos, porém, no valor total da instalação houve grande discrepância. A Empresa B apresentou um orçamento quase 40% acima do valor orçado pela Empresa A, e mais de 6% do total requerido pela Empresa C, embora apresente um valor de geração de energia inferior ao oferecido pelas outras.

Ambas às empresas solicitam a fatura de energia para que realizem orçamento, e todas obtiveram a mesma fatura de energia, não podendo, desta forma, haver diferença na demanda da edificação.

Visto que os dimensionamentos de todas as empresas têm sistemas semelhantes, que atendem à demanda necessária, a empresa com melhor custo benefício é a Empresa A. Isso pode ser observado na figura 21.



**Figura 21 - Gráfico Investimento x Produção mensal de energia**  
**Fonte: A autora, 2018**

Como observado na figura 21, e sabendo que todos os sistemas atendem à demanda dessa edificação, o melhor custo benefício se daria pela contratação da empresa A, com um valor de R\$9.500,00. Atualmente no mercado existe um



indicador de custo por watt-pico do sistema instalado (R\$/Wp), e, para esta situação, teríamos um indicador de R\$5,86/Wp, que é um bom valor, quando comparado a média brasileira de sistemas com potência até 5 kWp, calculado através do Estudo "O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica", realizado pelo Instituto IDEAL (2018), que encontrou um valor médio de R\$6,29/Wp para esse tipo de sistema.

De acordo com um estudo realizado pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) *apud* IDEAL (2018), esse indicador, na Alemanha, apresenta um valor equivalente, em média, a R\$6,35/Wp, para sistemas com potência até 5kWp. Tendo a Alemanha como um país modelo na fotovoltaica, percebe-se a boa condição brasileira no tocante ao indicador R\$/Wp.

O quadro a seguir (01), apresenta um resumo do objetivo deste trabalho, no qual mostra as diretrizes de projetos de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede para residências de médio padrão na cidade de Pato Branco, Paraná, e os valores orçados pelas empresas locais que fornecem esses sistemas.

<b>Diretrizes do Projeto</b>	
<b>Coordenadas Geográficas Locais</b>	26°13'46" S; 52°40'16" O
<b>Orientação</b>	Norte verdadeiro
<b>Inclinação</b>	26°
<b>Irradiação Solar Média Diária</b>	4,92 kWh/m <sup>2</sup> /dia
<b>Demanda Energética Mensal Total</b>	247 kWh
<b>Porcentagem da demanda produzida</b>	~ 80%
<b>Área necessária para o SFCR</b>	11,40 m <sup>2</sup>
<b>Sombreamento</b>	-
<b>Investimento</b>	
<b>Empresa A</b>	R\$ 9.500,00
<b>Empresa B</b>	R\$ 13.290,00
<b>Empresa C</b>	R\$ 12.500,00

**Quadro 1 - Diretrizes para a concepção de projetos de SFCR e valores orçados nas empresas locais**

**Fonte: A autora, 2018**

## 6 CONCLUSÃO

A geração de energia elétrica através da utilização de painéis fotovoltaicos vem ganhando espaço no cenário mundial. O mundo vive atualmente uma explosão de investimentos em energia solar fotovoltaica. O Brasil, apesar de possuir condições privilegiadas para aproveitamento dessa fonte, ainda não figura no “Ranking Mundial Solar Fotovoltaica”, o qual é composto pelos 10 países com maior capacidade fotovoltaica instalada.

O país está atrasado alguns anos em relação a geração distribuída, pois abrange 0,01% dos consumidores no Brasil. Embora a passos curtos, essa tecnologia desenvolve-se e torna-se cada vez mais vantajoso para o consumidor brasileiro. Dessa forma, esse trabalho buscou incentivar o uso dessa fonte renovável e inesgotável de energia, num país em condições tão favoráveis.

Não se deve pensar em fontes alternativas de geração de energia sem pensar primeiramente em eficiência energética nas edificações. Antes de mais nada, devem ser analisados os sistemas de envoltória, condicionamento de ar/ventilação e iluminação, para que a edificação seja eficiente e não tenha desperdício de energia elétrica, acarretando em custos exagerados no que tange o sistema de geração de energia.

O desenvolvimento de projetos de sistemas fotovoltaicos conectados à rede envolve algumas premissas básicas, as quais foram o objetivo deste trabalho, de determinar as diretrizes para a concepção de projetos de SFCR, as quais são: a incidência solar no local da instalação, as coordenadas locais, latitude e longitude, as quais definirão a melhor inclinação dos módulos, a orientação, que para um melhor aproveitamento da radiação deve ser direcionado ao norte verdadeiro, o consumo da edificação, e o sombreamento, que é um fator extremamente limitante de um projeto fotovoltaico.

Os elementos que compõem um sistema fotovoltaico conectado à rede são: os módulos fotovoltaicos, o inversor e os cabos e suportes de fixação da estrutura. Através dos cálculos realizados neste trabalho, foi possível perceber que para uma residência de médio padrão na cidade de Pato Branco, Paraná, a área necessária para instalação desse sistema é de aproximadamente 11,40 m<sup>2</sup>, desde que com inclinação igual a latitude, e orientado ao norte verdadeiro. Esse valor consolidou-se

através da simulação via *software* da internet, e via orçamentos realizados em empresas locais.

O custo atual para aquisição de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica conectado à rede na cidade de Pato Branco-Paraná é algo em torno de R\$9.500,00 reais, que é o valor orçado pela Empresa A, e o investimento tem um tempo de retorno de aproximadamente 4 anos e 9 meses, visto que o sistema possui vida útil de 25 anos (Empresa A, 2018).

O Brasil está cada vez mais consciente de seu potencial solar, contudo, o valor ainda é um entrave na hora de adotar uma fonte alternativa de produção de energia. Existem atualmente algumas formas de financiamento desse sistema, através de bancos e financeiras, porém, não se há ainda um incentivo governamental à implantação destes, que é o que acontece em outros países onde a geração descentralizada já está consolidada.

## REFERÊNCIAS

ACCA SOFTWARE. **Software Fotovoltaico.** Disponível em: <<http://www.accasoftware.com/ptb/software-fotovoltaico>>. Acesso em: 23 de abril de 2018.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar Fotovoltaica: Panorama, Oportunidades e Desafios.** Brasília. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/10184/15266087/painel+3+ap+7+2017.10.19+ABSOLAR++Energia+Solar+Fotovoltaica+-+Dr.+Rodrigo+Lopes+Sauaia.pdf/54f8b161-751b-0639-bd04-77a60cac45c3>>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Geração Distribuída.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757&idPerfil=2>>. Acesso em: 24 de out. 2017

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N°482/2012, de 17 de abril de 2012.** 2012 B. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em 28 de out. de 2017.

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N°517, de 11 de dezembro de 2012.** 2012c. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012517.pdf> >. Acesso em: 29 out. de 2017.

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N°687, de 24 de novembro de 2015.** 2015c. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 29 out. de 2017.

BARBOSA, Gisele Silva. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** Revista Visões. 4ª Edição, nº4, Volume1. 2008. Disponível em <[http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed\\_O\\_Desafio\\_Do\\_Desenvolvimento\\_Sustentavel\\_Gisele.pdf](http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf)>. Acesso em 02 set. 2017.

BENEDITO, Ricardo S. **Caracterização da Geração Distribuída de Eletricidade por meio de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório.** São Paulo 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-12082010-142848/en.php>>. Acesso em: 28 out. 2017.

BURSZTYN, M. A. A.; BURSZTYN, M. **Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito**. In: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. (Org.) Economia, meio ambiente e comunicação. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

CABRAL, Isabelle de S.; TORRES, Adriana C.; SENNA Pedro R. **Energia Solar – Análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2011, Salvador. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-009.pdf>>. Acesso em: 23 outubro. 2017.

CECCHINI, T. **Otimização das regiões altamente dopadas de células solares fabricadas por processos térmicos rápidos de pequeno porte**. 2003. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COPEL. **NORMAS TÉCNICAS COPEL NTC905200 –Acesso de Micro e Mini geração Distribuído ao Sistema da COPEL**. 2014c. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/E00A539C1F08DF2003257F69004DF8BC/\\$FILE/NTC%20905200%20Acesso%20de%20Micro%20e%20Minigeracao%20Distribu%20ao%20do%20Sistema%20da%20COPEL.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/E00A539C1F08DF2003257F69004DF8BC/$FILE/NTC%20905200%20Acesso%20de%20Micro%20e%20Minigeracao%20Distribu%20ao%20do%20Sistema%20da%20COPEL.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2017.

CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO; CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia Solar: Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro:1999.

CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO; CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia Solar: Princípios e Aplicações**. Tutorial Solar, 2006.

CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO; CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. 2014. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.

CRESESB (CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO). **Potencial Solar SunData v3.0**. 2018. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 01 de maio de 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-33002007000300003>> Acesso em: 19/10/2017.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional: Relatório Síntese, ano base 2016**. 2017. Rio de Janeiro. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2017\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2017.

HIPERENERGY. **SOLergo software para projetos de sistemas fotovoltaicos**. Disponível em: <<http://hiperenergy.com.br/idc-portfolio/solergo/>>. Acesso em: 23 de abril de 2018.

IDEAL - INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA **O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica**. Edição 2018. Florianópolis. Junho, 2018. Disponível em: <<http://institutoideal.org/o-mercado-brasileiro-de-geracao-distribuida-fotovoltaica-edicao-2018/>>. Acesso em: 23 de junho de 2018.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Brasília: Ipea. 2010. 640 p.

JÚNIOR, A. M. SANTANA, K. G. S.; MACEDO, A. C.; NASCIMENTO, O. C. S.; SILVA, S. B. **Análise de desempenho de Sistemas Fotovoltaicos com diferentes ângulos de inclinação e azimute localizados em Palmas-TO**. Minas Gerais. 2016.

KEINERT, Tania Margarete Mezzomo. **Organizações sustentáveis: utopias e inovações**. São Paulo: Annablume; Belo Horizonte: Fapemig. 2007. 330 p.

LOPES, R.J.C. **Efeito do sombreamento nos Painéis Fotovoltaicos**. Dissertação de mestrado. Lisboa: 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/3217/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 18 de abril de 2018.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: **Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática**. Revista Economia e Desenvolvimento, nº 16, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/eed/article/viewFile/3442/1970>>. Acesso em: 15 de set. 2017.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Eficiência Energética: Guia para Etiquetagem de Edifícios: Volume 2**. Brasília. 2015. 70 p

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Energia solar fotovoltaica cresceu quase 30% no mundo em 2014**. 2015. Disponível em:

<[http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/energia-solar-fotovoltaica-cresceu-quase-30-no-mundo-em-2014](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/energia-solar-fotovoltaica-cresceu-quase-30-no-mundo-em-2014)>. Acesso em: 20 de ago. 2017

MOLGARO, ROBSON JOSUÉ; *Et al.*, 2012. **Dimensionamento de Um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede para Uma Residência Unifamiliar na Região Urbana de Cascavel – PR**. Revista Acta Iguazu, V. 01 No 03;

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia Solar no Brasil: Situação e perspectivas**. Estudo Técnico. Câmara dos Deputados. 2017.

NEOSOLAR. **Calculadora Solar**. 2018. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>>. Acesso em: 07 de maio de 2018.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F.R.; ABREU, S.L. e RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <[http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas\\_Brasileiro\\_Energia\\_Solar\\_2a\\_Edicao.pdf](http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf)>. Acesso em: 04 de abril de 2018.

PORTAL SOLAR. **Tipos de painel solar fotovoltaico**. 2018. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em: 27 out 2017

PVSYST. **Contextual Help User's Guide, PVSYST SA, 2012**. Disponível em: <<http://files.pvsyst.com/pvsyst5.pdf> > Acesso em 19 de abril de 2018.

QUEIROZ, Allan Pimentel. **Corrente contínua e alternada**. 2014. 09 p. Trabalho apresentado à disciplina de circuitos lógicos - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://equipe.nce.ufrj.br/adriano/circlog/provas/p20141/t1/ENTREGUES/teste1Pimentel.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017

RENOVIGI. **Inversores Solares**. 2018. Disponível em: <<http://www.renovigi.com.br/produtos/inversores#16-kw>>. Acesso em: 07 de maio de 2018.

RENOVIGI. **Painéis Solares**. 2018. Disponível em: <<http://www.renovigi.com.br/produtos/paineis-solares#260w>>. Acesso em: 06 de maio de 2018.

RUTHER, R.; SALAMONI, I. **O potencial dos setores urbanos brasileiros para a geração de energia solar fotovoltaica de forma integrada às edificações.** Fórum Patrimônio: mudanças climáticas e o impacto nas cidades, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p 84-94, 2011. Disponível em: <[http://www.forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum\\_patrimonio/article/view/16/15](http://www.forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum_patrimonio/article/view/16/15)>. Acesso em: 03 de março de 2018.

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

SANTOS, I. P.; URBANETZ, J.; RÜTHER, R. **Energia Solar Fotovoltaica Como Fonte Complementar de Energia Elétrica para Residências na Busca da Sustentabilidade:** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - XII ENTAC2008. Fortaleza, 2008.

SANTOS, I.; RÜTHER, R. **Avaliação das características das coberturas das residências unifamiliares para o aproveitamento da energia solar.** In: ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2009, Natal. Anais. Natal: ANTAC, 2009.

SMARTLY. **Energia Fotovoltaica.** Disponível em: <[http://www.smartly.com.br/energia\\_fotovoltaica/](http://www.smartly.com.br/energia_fotovoltaica/)>. Acesso em: 25 out 2017.

SOLARIZE. **O software fotovoltaico PV\*SOL.** 2018. Disponível em: <<http://www.solarize.com.br/software-pv-sol>>. Acesso em: 23 de abril de 2018.

SUNLAB. **Sistemas de Bombeamento a Energia Solar Direto.** 2011. Disponível em: <[http://www.sunlab.net.br/Bombeamento\\_direto.htm](http://www.sunlab.net.br/Bombeamento_direto.htm)>. Acesso em 25 outubro 2017.

SUNRIO. **O que é o sistema fotovoltaico?** 2015. Disponível em: <<https://sunrioenergiasolar.com.br/sistema-fotovoltaicos/>>. Acesso em 25 outubro 2017.

THE GUARDIAN. **France decrees new rooftops must be covered in plants or solar panels.** 2015. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/world/2015/mar/20/france-decrees-new-rooftops-must-be-covered-in-plants-or-solar-panels>>. Acesso em: 22 de ago. 2017

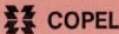




TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz Energética Brasileira: uma prospectiva**. Novos estudos. - CEBRAP. 2007, n.79, p.47-69.

URBANETZ, Jair Jr. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Redes de Distribuição Urbanas: Sua Influência na Qualidade da Energia elétrica e Análise dos Parâmetros que Possam Afetar a Conectividade**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. p. 189. 2010. Tese (Doutorado em Eng. Civil).

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento Sustentável – o desafio do século XXI**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Garamond Ltda. 2008.220p. (p.189)

## ANEXO

		Copel Distribuição S.A. Rua José Izidoro Biazzetto, 158 81200-240 Curitiba - PR CNPJ 04.368.898/0001-06 IE 90.233.073-99 IM 423.992-4				www.copel.com 0800 51 00 116																																								
PATO BRANCO - PR		Unidade Consumidora		<b>Vencimento</b> 01/05/2018		<b>Valor a Pagar</b> R\$ 148,30																																								
Responsável pela manutenção da Iluminação Pública: Município 46 3220608 OU 156																																														
<b>Reaviso de Vencimento</b>																																														
<b>Informações Técnicas</b>																																														
No. Medidor: 0272230883 - BIFASICO				Mes Referência: 04/2018																																										
Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Constante de Multiplicação	Total Faturado	Consumo Medio/Dia	Data Apresentação																																								
09/03/2018	10/04/2018	32 dias	1,00	200 kWh	6,25 kWh	10/04/2018																																								
26675	26875	200 kWh																																												
Proxima Leitura Prevista: 10/05/2018				RESIDE/RESIDENCIAL																																										
<b>Indicadores de Qualidade</b>																																														
Conjunto: PATO BRANCO				Mes 02/2018																																										
Realizado Mensal:				Tensão Contratada:																																										
Limite Mensal:				127 / 220 volts																																										
Limite Trimestral:				Limite faixa adequada de Tensão:																																										
Limite Anual:				117 - 133 / 202 - 231 volts																																										
DIC				EUSD (R\$)																																										
0,00 h				35,76																																										
FIC																																														
0,00																																														
DMIC																																														
0,00 h																																														
2,94 h																																														
20,77 h																																														
12,95																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MES</th> <th>03/18</th> <th>02/18</th> <th>01/18</th> <th>12/17</th> <th>11/17</th> <th>10/17</th> <th>09/17</th> <th>08/17</th> <th>07/17</th> <th>06/17</th> <th>05/17</th> <th>04/17</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CONS</td> <td>161</td> <td>187</td> <td>129</td> <td>219</td> <td>337</td> <td>262</td> <td>370</td> <td>442</td> <td>424</td> <td>263</td> <td>194</td> <td>196</td> </tr> <tr> <td>PGTO</td> <td></td> <td>01/03</td> <td>01/02</td> <td>02/01</td> <td>01/12</td> <td>01/11</td> <td>02/10</td> <td>01/09</td> <td>01/08</td> <td>03/07</td> <td>01/06</td> <td>02/05</td> </tr> </tbody> </table>								MES	03/18	02/18	01/18	12/17	11/17	10/17	09/17	08/17	07/17	06/17	05/17	04/17	CONS	161	187	129	219	337	262	370	442	424	263	194	196	PGTO		01/03	01/02	02/01	01/12	01/11	02/10	01/09	01/08	03/07	01/06	02/05
MES	03/18	02/18	01/18	12/17	11/17	10/17	09/17	08/17	07/17	06/17	05/17	04/17																																		
CONS	161	187	129	219	337	262	370	442	424	263	194	196																																		
PGTO		01/03	01/02	02/01	01/12	01/11	02/10	01/09	01/08	03/07	01/06	02/05																																		
<b>Valores Faturados</b>																																														
NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELETRICA no. 15120433 Serie B Emitida em 10/04/2018																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Un.</th> <th>Consumo</th> <th>Valor Unitario</th> <th>Valor Total</th> <th>Base de Calculo</th> <th>Aliq. ICMS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01 ENERGIA ELETRICA CONSUMO</td> <td>kWh</td> <td>200</td> <td>0,667400</td> <td>133,48</td> <td>133,48</td> <td>29,00%</td> </tr> <tr> <td>02 CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPI</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14,82</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Base de Calculo do ICMS:</td> <td>133,48</td> <td>Valor ICMS:</td> <td>38,71</td> <td>Valor Total da Nota Fiscal:</td> <td>148,30</td> </tr> </tbody> </table>								Produto	Un.	Consumo	Valor Unitario	Valor Total	Base de Calculo	Aliq. ICMS	01 ENERGIA ELETRICA CONSUMO	kWh	200	0,667400	133,48	133,48	29,00%	02 CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPI				14,82			Base de Calculo do ICMS:		133,48	Valor ICMS:	38,71	Valor Total da Nota Fiscal:	148,30											
Produto	Un.	Consumo	Valor Unitario	Valor Total	Base de Calculo	Aliq. ICMS																																								
01 ENERGIA ELETRICA CONSUMO	kWh	200	0,667400	133,48	133,48	29,00%																																								
02 CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPI				14,82																																										
Base de Calculo do ICMS:		133,48	Valor ICMS:	38,71	Valor Total da Nota Fiscal:	148,30																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composicao dos Valores</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energia</td> <td>49,87</td> </tr> <tr> <td>Distribuicao</td> <td>27,76</td> </tr> <tr> <td>Transmissao</td> <td>4,84</td> </tr> <tr> <td>Tributos</td> <td>45,35</td> </tr> <tr> <td>Encargos</td> <td>5,61</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>133,48</td> </tr> </tbody> </table>								Composicao dos Valores	Valor	Energia	49,87	Distribuicao	27,76	Transmissao	4,84	Tributos	45,35	Encargos	5,61	TOTAL	133,48																									
Composicao dos Valores	Valor																																													
Energia	49,87																																													
Distribuicao	27,76																																													
Transmissao	4,84																																													
Tributos	45,35																																													
Encargos	5,61																																													
TOTAL	133,48																																													
Reservado ao Fisco <b>BASE.278F.48FE.11EB.2F9E.9014.E3DA.6A3D</b>																																														
INCLUSO NA FATURA PIS R\$ 1,19 E COFINS R\$ 5,48 CONFORME RES. ANEEL 130/2006. FATURA DO MES 03/2018 ARRECADADA POR DEBITO AUTOMATICO A qualquer tempo pode ser solicitado o cancelamento de valores nao relacionados a prestacao do servico de energia eletrica, como convenios e doacoes. Atraso superior a 45 dias sujeita inclusao no cadastro de inadimplentes CADIN/PR Agora e possivel recorrer a Ouvidoria da Copel pelo Site ou Mobile. Periodos Band.Tarif.: Verde 10/03-10/04																																														
																																														
Evite o cancelamento pela medição																																														
Autenticação																																														
<b>Vencimento: 01/05/2018</b>				<b>Valor a pagar: R\$ 148,30</b>																																										
Controle 01-20186135329462-66		Numero de identificacao 77206223		Mes 04/2018		FS [1.7.85.0]																																								
<b>NAO RECEBER - DEBITO AUTOMATICO - BANCO - 001 - AGENCIA - 8052</b> <b>CASO NAO OCORRA O DEBITO, UTILIZE O CODIGO ABAIXO PARA PAGAMENTO</b> 83630000001 2 48300111000 4 00101020186 9 13532946266 1																																														