



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**JOHNNY CARLOS DE ALMEIDA JÚNIOR**

**ESTUDO DO CUSTO-BENEFÍCIO DE INVESTIMENTO EM ENERGIA  
FOTOVOLTAICA EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE:**

**Projeto realizado na cidade de Ariquemes - RO**

ARIQUEMES – RO

2020

  
Thiago Ribeiro da Cunha  
ENGENHEIRO ELETRICISTA  
CREA: 11.298 D-GO

**JOHNNY CARLOS DE ALMEIDA JÚNIOR**

**ESTUDO DO CUSTO-BENEFÍCIO DE INVESTIMENTO EM ENERGIA  
FOTOVOLTAICA EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE:**

**Projeto realizado na cidade de Ariquemes - RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para  
obtenção do Grau em Engenharia Civil,  
apresentado à Faculdade de Educação e  
Meio Ambiente – FAEMA.

Prof. Orientador: Hugo  
Fernando Maia Milan

ARIQUEMES – RO

2020

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA**

---

AL447e ALMEIDA JÚNIOR, Johnny Carlos de .

Estudo do custo-benefício de investimento em energia fotovoltaica em uma empresa de pequeno porte: projeto realizado na cidade de Ariquemes - RO. / por Johnny Carlos de Almeida Júnior. Ariquemes: FAEMA, 2020.

44 p.; il.

TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Prof. Me. Hugo Fernando Maia Milan.

1. Energia Solar. 2. Custos-benefícios. 3. Empresa de Pequeno Porte. 4. Placas Fotovoltaicas. 5. Sustentabilidade. I Milan, Hugo Fernando Maia. II. Título. III. FAEMA.

CDD:620.1

---

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

**JOHNNY CARLOS DE ALMEIDA JÚNIOR**

**ESTUDO DO CUSTO-BENEFÍCIO DE INVESTIMENTO EM ENERGIA  
FOTOVOLTAICA EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE:**

**Projeto realizado na cidade de Ariquemes - RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para  
obtenção do Grau em Engenharia Civil,  
apresentado à Faculdade de Educação e  
Meio Ambiente – FAEMA.

**Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Hugo Fernando Maia Milan  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof. Me. Liliane Coelho de Carvalho  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

---

Prof. Esp. Thiago Ribeiro da Cunha  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

ARIQUEMES – RO

2020

## RESUMO

**Objetivo:** O intuito deste estudo é verificar a relação do custo-benefício do sistema fotovoltaico em uma empresa de pequeno porte, localizada na cidade de Ariquemes (RO).

**Materiais e métodos:** Foram utilizadas contas de energia da empresa em estudo, assim como os dados da geração de energia do Sistema Fotovoltaico, juntamente com a documentação pertinente ao financiamento que a mesma realizou, para a implementação do mesmo, além do desenvolvimento de cálculos, tabelas e gráficos, para se analisar o custo-benefício do sistema. **Resultados:** O investimento no sistema de energia solar, inicialmente gerou uma despesa excedente, em relação ao sistema tradicional, no qual a partir do 57º mês, as despesas com energia elétrica de ambos sistemas foram equivalentes. Entretanto, a partir desta data, o sistema obteve cerca de R\$ 1.166,03 de economia mensal, em relação ao sistema tradicional. **Conclusão:** Para a empresa em estudo, o investimento no Sistema Fotovoltaico, após 57 meses, ocasionará maior economia em comparação ao Sistema Convencional. Portanto, pode-se concluir que, para empresas com características similares, o Sistema de Energia Solar traz um custo-benefício notável à longo prazo.

**Palavras-chave:** Custos-benefícios. Energia Solar. Empresa de Pequeno Porte. Placas Fotovoltaicas. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study is to verify the cost-benefit ratio of the photovoltaic system in a small company, located in the city of Ariquemes (RO). **Materials and methods:** Energy bills of the company under study were used, as well as the energy generation data from the Photovoltaic System, together with the documentation pertinent to the financing that it carried out, for its implementation, in addition to the calculation development tables and graphs, to analyze the cost-benefit of the system. **Results:** The investment in the solar energy system, initially generated a surplus expense, in relation to the traditional system, in which from the 57th month onwards, the expenses with electricity from both systems were equivalent. However, as of this date, the system obtained approximately R\$ 1,166.03 in monthly savings, compared to the traditional system. **Conclusion:** For the company under study, the investment in the Photovoltaic System, after 57 months, will cause greater savings compared to the Conventional System. Therefore, it can be concluded that, for companies with similar characteristics, the Solar Energy System brings a remarkable cost-benefit in the long run.

**Keywords:** Cost-benefits. Solar energy. Small business. Photovoltaic plates. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Silício Monocristalino.....	10
Figura 2. Silício Policristalino.....	11
Figura 3.....	14

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 .....	24
Tabela 2 .....	26
Tabela 3 .....	27
Tabela 4 .....	28
Tabela 5 .....	29
Tabela 6 .....	30
Tabela 7 .....	31
Tabela 8 .....	32
Tabela 9 .....	34
Tabela 10 .....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 .....	25
Gráfico 2 .....	25
Gráfico 3 .....	26
Gráfico 4 .....	27
Gráfico 5 .....	30
Gráfico 6 .....	31
Gráfico 7 .....	33
Gráfico 8 .....	34
Gráfico 9 .....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	7
2.1. OBJETIVO PRIMÁRIO .....	7
2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS .....	7
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	8
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	12
4.1. RESOLUÇÃO NORMATIVA 482.....	13
4.2. TIPO DE ESTUDO .....	13
4.3. LOCAL/OBJETO DE ESTUDO.....	13
4.4. COLETA DE DOCUMENTOS DA EMPRESA.....	14
4.5. ANÁLISE DAS FATURAS MENSAIS.....	15
4.6. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DA ENERGIA DAS PLACAS .....	17
4.7. ANÁLISE DO VALOR CONSUMIDO INSTANTANEAMENTE .....	17
4.8. ANÁLISE DA ECONOMIA GERADA PELO SISTEMA.....	18
4.9. ANÁLISE DO FINANCIAMENTO DO SISTEMA.....	18
4.10. ANÁLISE DE CUSTOS COM O GERADOR.....	19
4.11. ANÁLISE DA ESTIMATIVA DE CUSTOS SEM O GERADOR.....	20
4.12. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DURANTE O FINANCIAMENTO .....	20
4.13. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS APÓS O FINANCIAMENTO .....	21
4.14. VALORES ACUMULADOS MENSALMENTE .....	22
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	24
5.1. ANÁLISE DAS FATURAS MENSAIS.....	24
5.2. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DAS PLACAS .....	26
5.3. ANÁLISE DO VALOR CONSUMIDO INSTANTANEAMENTE .....	27
5.4. ANÁLISE DA ECONOMIA GERADA PELO SISTEMA.....	28
5.5. ANÁLISE DO FINANCIAMENTO DO SISTEMA.....	29
5.6. ANÁLISE DE CUSTOS COM O GERADOR.....	29
5.7. ANÁLISE DA ESTIMATIVA DE CUSTO SEM O GERADOR.....	30
5.8. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DURANTE O FINANCIAMENTO .....	32
5.9. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS APÓS O FINANCIAMENTO .....	33
5.10. VALORES ACUMULADOS MENSALMENTE .....	34
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	39
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

Os anos se passam, o ser humano evolui, e consigo evolui a ciência. Nesse processo evolucionar, a constante necessidade de matérias-primas faz com que se esgotem os recursos disponíveis, gerando a necessidade de novas fontes. O Petróleo já foi muito utilizado como matriz energética, no século passado, porém, perante o alto índice de poluição liberada na atmosfera proveniente da queima de seus derivados, houve a necessidade de buscar novas fontes de energias, dando prioridade às renováveis (Granziera & Rei, 2015).

O grande potencial hídrico do Brasil gerou uma nova opção para o país buscar a substituição de sua matriz energética, buscando-se uma forma renovável, e menos poluente. Sendo assim, na última década foram construídas inúmeras usinas hidroelétricas em todo o território brasileiro, sendo hoje 65,2% da energia gerada no país. No entanto, essa foi uma solução que hoje traz questionamentos, com a sazonalidade das chuvas, que traz dificuldades para se manter os reservatórios a níveis suficientes, para abastecer as grandes cidades brasileiras (Ferreira, 2016).

Tem-se discutido muito novas opções de energia para suprimento das necessidades do país, levando em consideração os recursos sustentáveis. A energia solar possui todos os requisitos para ser considerada uma fonte de energia em potencial para o Brasil, principalmente pela localização geográfica privilegiada do território brasileiro, que ocupa a região entre os trópicos e recebe um nível extremamente elevado de irradiação solar, ao longo do ano. Desse modo, o Brasil tem grandes possibilidades de se tornar uma potência no quesito energia solar, tendo como vantagem, ser uma fonte inesgotável de energia. Em um âmbito microeconômico, a implementação particular do sistema fotovoltaico, ainda pode gerar dúvidas quanto ao custo-benefício para o proprietário do sistema. Portanto, esse estudo teve a finalidade de investigar se há esse custo-benefício, analisando a implementação em uma empresa de pequeno porte.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO PRIMÁRIO**

Fazer um estudo sobre a aplicação das placas fotovoltaicas utilizadas para a geração de energia sustentável, e analisar se o sistema aplicado em uma determinada empresa de pequeno porte, situada na cidade de Ariquemes, pode trazer um custo-benefício a curto e longo prazo para o proprietário.

### **2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

- Analisar as características da empresa em estudo;
- Analisar a produção e consumo de energia, através do Sistema Fotovoltaico;
- Analisar a economia gerada pelo sistema;
- Comparar custos totais entre a energia fotovoltaica e o sistema tradicional.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A realidade atual é clara, o mal-uso dos recursos da terra trará consequências catastróficas a diversidade biológica e ao ser humano. Essa preocupação tem gerado um processo de conscientização coletiva, onde tem-se buscado formas alternativas de desenvolvimento de energias sustentáveis, e a redução à curto prazo, da liberação de poluentes gasosos, que causam o efeito estufa (Silva, 2017).

Em 1959, nos EUA, se iniciaram projetos para tornar a energia solar, uma fonte de energia elétrica, cujo inicialmente tinha-se como objetivo aproveitá-la como fonte elétrica para satélites. Desde então, o preço das células fotovoltaicas esteve em queda, porém, os altos custos de produção ainda impedem que essa seja uma fonte utilizada no mercado, como matriz energética (Marques, 2009).

Nos dias atuais, diversos ramos da sociedade têm mostrado os impactos que a falta de consciência humana pode provocar ao meio ambiente, impactos esses que não são reversíveis. Segundo Januzzi (2003), substituir as atuais fontes de energia (carvão e petróleo) é sim possível, principalmente com o desenvolvimento de novas tecnologias com capacidade de conversão de energia primária, com baixos custos e prezando a eficiência. Entretanto, a competição não está nas fontes alternativas de energia, e sim nas tecnologias (Silva, 2017).

Segundo (Nascimento, 2017), uma fonte renovável, embora de início apresente um custo mais elevado, pode ganhar espaço no mercado, na medida em que há o desenvolvimento de novas tecnologias que propiciem seu desenvolvimento, reduzindo assim seu custo de fabricação.

O grande potencial hídrico do Brasil gerou uma nova opção para o país buscar a substituição de sua matriz energética, buscando-se uma forma renovável, e menos poluente. Sendo assim, na última década foram construídas inúmeras usinas hidroelétricas em todo o território brasileiro, sendo hoje 65,2% da energia gerada no país. No entanto, essa foi uma solução que hoje traz questionamentos, com a sazonalidade das chuvas, que traz dificuldades para se manter os reservatórios a níveis suficientes para abastecer as grandes cidades brasileiras (Silva, 2017).

A energia solar possui todos os requisitos para ser considerada uma fonte de energia em potencial para o Brasil, principalmente pela localização geográfica privilegiada do território brasileiro, que ocupa a região entre os trópicos e recebe um nível extremamente elevado de irradiação solar, ao longo do ano. Portanto, o Brasil tem grandes

possibilidades de se tornar uma potência no quesito energia solar, tendo como vantagem, ser uma fonte inesgotável de energia (Nascimento, 2017).

Visto que a demanda por energia elétrica vem aumentando, cujo consumo final em 2014 foi de 531,08 e com previsão de consumo de 693,47 TWh em 2024, a necessidade por novas fontes de energia renováveis tem sido motivo de grandes preocupações, levando em consideração que fonte mais utilizada (hidroelétricas) é considerada uma fonte escassa. A energia obtida por hidroelétricas se tornou assunto de debates, levando em consideração a crescente redução de chuvas, reduzindo assim a quantidade de energia gerada por essa fonte, associando isso ao fato de aumentar à necessidade da utilização de usinas termoelétricas, aumentando, significativamente, o preço da energia, além dos impactos no meio ambiente, causados pela construção das mesmas (Ferreira, 2016).

O Brasil tem um alto potencial solar, tendo como vantagem, ser uma fonte inesgotável de energia. O que ainda gera dúvidas é se a implementação do sistema fotovoltaico, pode trazer um maior custo-benefício, para o usuário.

Quanto a tecnologia utilizada na produção de energia solar, observa-se o uso de painéis fotovoltaicos, que são produzidos através de diversos materiais, onde o Silício é um material muito utilizado, e o que diferencia, é sua pureza. O que traz um menor custo-benefício a quem optar por utilizar esse material, levando em consideração que os processos para melhorar a pureza dele, são de altos custos financeiros (Solar, 2019).

Sendo o mais antigo, o Silício Monocristalino (Fig. 1), possui a maior eficiência. É constituído de um único cristal de silício ultrapuro, em forma de lâminas individuais, que após tratadas se tornam células fotovoltaicas (Solar, 2019).

Figura 1. Silício Monocristalino



Fonte: Portal Solar, 2019.

Há também a tecnologia baseada em Silício Policristalino (Fig. 2), sendo, segundo (Solar, 2019):

Os primeiros painéis solares à base de silício policristalino, que também são conhecidos como polisilício (p-Si) e silício multi-cristalino (mc-Si), foram introduzidos no mercado em 1981. Ambos, mono e poli cristalino são feitos de silício, a principal diferença entre as tecnologias é o método utilizado na fundição dos cristais. No policristalino, os cristais de silício são fundidos em um bloco, desta forma preservando a formação de múltiplos cristais (daí o nome poli cristalino). Quando este bloco é cortado e fatiado, é possível observar esta formação múltipla de cristais. Uma vez fundido, eles são serrados em blocos quadrados e, em seguida, fatiados em células assim como no monocristalino, mas é um pouco mais fácil de produzir. Eles são semelhantes aos de um único cristal (monocristalino) tanto no desempenho como na degradação, exceto que as células são ligeiramente menos eficientes.

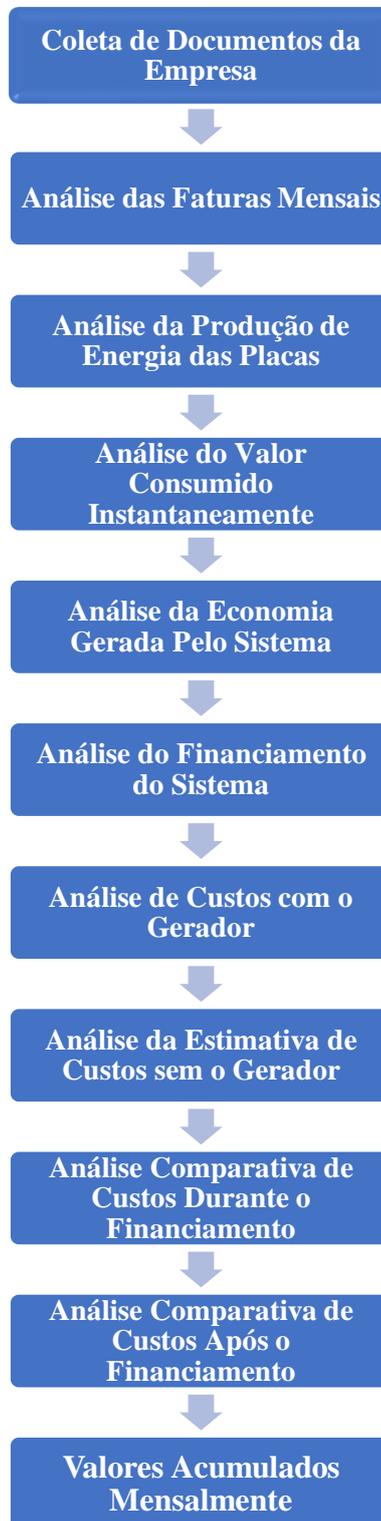
Figura 2. Silício Policristalino



Fonte: Portal Solar, 2019.

#### 4. METODOLOGIA

Segue abaixo, um fluxograma que representa as etapas realizadas na Metodologia do presente estudo.



#### 4.1. RESOLUÇÃO NORMATIVA 482

Em 17 de Abril de 2012, a ANEEL estabeleceu a normativa 482, onde a mesma estabelece as regras para o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Tal sistema permite ao consumidor que possui um sistema de geração de energia próprio, possa injetar a energia produzida em sua própria unidade, na rede da concessionária convencional de energia elétrica, permitindo que a mesma seja posteriormente compensada no consumo de energia elétrica do consumidor. Esse benefício só é concedido às unidades da mesma titularidade (ANEEL, 2012). Sendo definido no presente estudo, como *Crédito Gerado*.

#### 4.2. TIPO DE ESTUDO

Para o presente trabalho, foi adotado como forma de estudo a pesquisa exploratória, onde o mesmo foi desenvolvido através do método estudo de caso. Segundo (Toledo & Shiaishi, 2009), estudo de caso é uma investigação aprofundada e detalhada, de um determinado tema, permitindo um amplo conhecimento. Têm-se como vantagem incitar inovações, enfatizando inúmeras possibilidades e simplificando a execução dos métodos.

#### 4.3. LOCAL/OBJETO DE ESTUDO

Para a elaboração do projeto de conclusão de curso “Estudo do custo-benefício de investimento em energia fotovoltaica em uma empresa de pequeno porte: Projeto realizado na cidade de Ariquemes - RO”, foi realizada uma pesquisa bibliográfica no banco de dados da Scielo e na plataforma Google Scholar, onde foram selecionados estudos sobre placas solares. Após a análise bibliográfica, foi traçado o objetivo de verificar o custo-benefício do sistema fotovoltaico em um empreendimento de pequeno porte, sendo escolhido para o estudo uma determinada empresa de motocicletas, localizada na cidade de Ariquemes, onde a mesma já possui o sistema instalado e em funcionamento.

#### 4.4. COLETA DE DOCUMENTOS DA EMPRESA

Para dar início à execução do projeto, foi realizada uma coleta de documentos da empresa em estudo, para se possibilitar o comparativo das despesas com energia elétrica, levando em consideração os valores da energia elétrica isoladamente, e com o uso do sistema fotovoltaico, a fim de verificar se há um custo-benefício maior com o sistema atual, em relação ao custo sem a utilização do sistema. Dentre os documentos que foram analisados, estão os relatórios de consumo de energia após a implementação do sistema fotovoltaico, e a documentação pertinente ao financiamento realizado para a efetivação do projeto na empresa.

O trabalho foi iniciado com a coleta das contas de energia elétrica, do período de novembro de 2019 a março de 2020. Os dados foram analisados, e tabulados em forma de planilhas. Entretanto, os dados posteriores as datas das contas de energia disponibilizadas pelo proprietário, foram estimados a partir da média dos dados coletados. Foi definido que o trabalho seria realizado, analisando os dados apenas após a implementação, para que não houvesse discordância, assim como modificações relacionadas à quantidade de consumo.

Figura 3

<b>Características da Empresa</b>	
Empresa Concedente	ENERGISA RONDÔNIA – DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S.A.
Porte	Pequeno
Tipo	UFV (Central Geradora Fotovoltaica)
Capacidade Instalada	13.400 Kw
Incidência Solar no Estado	5,18 kWh/m <sup>2</sup> ao dia
Custo do Investimento	R\$ 65.000,00
Financiamento do Sistema	R\$ 65.000, a ser pago a cada 3 meses um valor de R\$ 5.762,00

Fonte: Próprio Autor, 2020.

#### 4.5. ANÁLISE DAS FATURAS MENSAIS

Na conta de energia, são apresentados dados importantes a serem analisados.

1. *Datas das Medições*, que compreende o *Dia Inicial da Medição* ao *Dia Final da Medição*, para a geração das faturas mensais de seus respectivos meses. Portanto, ao ser citado um mês, compreende-se que todos os dados analisados pertencerão às datas do mês em questão.
2. *Crédito Gerado*, se refere à energia gerada, que é depositada no sistema da empresa concedente de energia elétrica tradicional, em forma de crédito. Portanto, em momentos onde a geração fotovoltaica é insuficiente para o consumo, ou inexistente, a utilização de energia elétrica provinda da rede tradicional, será debitada do *Crédito Gerado*. Tal trâmite ocorre devido as placas produzirem uma quantidade maior do que a utilizada instantaneamente, logo, este valor excedente é depositado na rede como crédito, e é utilizado assim que as placas não produzirem o suficiente a ser consumido. Portanto, parte da energia produzida é consumida instantaneamente, e o restante é depositado na rede para ser consumido posteriormente.
3. *Consumo Excedente*, se refere à energia comprada da empresa concedente regional. Tal situação ocorre quando há um consumo superior ao gerado pela placa, ou quando não há mais *Crédito Gerado* a ser consumido.
4. *Preço do kWh*, refere-se à taxa cobrada pela empresa concedente de energia elétrica convencional, sendo essa taxa, o custo de 1 kWh, que varia todos os meses de acordo com vários fatores, como por exemplo, o consumo e/ou dificuldades da empresa em gerar e/ou distribuir a energia, mudanças de impostos, etc.

Esta taxa é utilizada como ferramenta de conversão, onde, ao ser multiplicado qualquer valor, cujo a unidade de medida for igual à (kWh), obtêm-se os resultados (em Reais). De forma reversa, pode-se dividir valores cujo a unidade de medida for apresentada (em Reais), pelo *Preço do kWh*, obtendo-se resultados (em kWh). Portanto, para fins de entendimento geral, os cálculos

e resultados, serão apresentados tanto na unidade de medida (em kWh), quanto (em Reais). No entanto, os cálculos foram realizados sempre na mesma unidade de medida (kWh), convertendo-os após a obtenção de seus resultados.

5. *Preço Total da Conta*, sendo este, o preço contido na tarifa a ser pago pelo consumidor, valor o qual está incluso o *Consumo Excedente*, multiplicado pelo *Preço do kWh*, assim como as taxas extras, como por exemplo iluminação pública e outros impostos. Portanto, será sempre definido em Reais.

#### 4.6. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DA ENERGIA DAS PLACAS

Através do site PHB Solar, por meio do login da empresa Solari Engenharia, foi possível coletar os dados de produção diária de energia das placas em kWh. Os dados coletados foram analisados no Excel, desse modo, para fazer uma estimativa mensal de produção, foram somados os valores de produção do *Dia Inicial da Medição* ao *Dia Final da Medição*, que são apresentados na conta de energia, levando em consideração as respectivas datas da mesma. O resultado dessa soma pode ser referido como economia gerada mensalmente, e/ou lucro mensal do investimento, todavia para fins de cálculos, foi definido como *Produção Total Mensal*.

Durante a coleta dos dados de produção de energia diária, foi possível observar que esporadicamente não houve coleta de dados pelo sistema da empresa PHB Solar. Tais ocorrências são ocasionadas pela falta de conexão do gerador com a internet, ou algum impedimento do envio das informações para o sistema. Portanto, os valores de geração diária que não foram possíveis de serem coletados, foram estimados, a partir de uma média da produção mensal.

#### 4.7. ANÁLISE DO VALOR CONSUMIDO INSTANTANEAMENTE

Para se entender a próxima etapa, é necessário compreender o funcionamento básico do gerador de energia solar. A função primária do gerador de energia, é suprir o consumo do comércio, definido como *Consumo Instantâneo*, sendo todo o valor excedente, depositado à rede, definido anteriormente como *Crédito Gerado*. Portanto, toda a geração de energia através do sistema fotovoltaico já definida como *Produção Total Mensal*, destina parte dessa produção ao *Consumo Instantâneo*, e a outra parte será aplicada à rede como *Crédito Gerado*. Todavia, *Produção Total Mensal* pode ser obtido através da coleta dos dados no aplicativo da empresa administradora, ou através da soma do *Crédito Gerado* e *Consumo Instantâneo*. Sendo assim, é possível realizar o cálculo reverso, para obter-se o *Consumo Instantâneo* de acordo com a fórmula citada abaixo.

$$\text{Consumo Instantâneo} = \text{Produção Total Mensal} - \text{Crédito Gerado}$$

O valor *Consumo Instantâneo*, refere-se, ao valor produzido que é consumido instantaneamente pelo comércio. Este valor não é registrado na conta da empresa concedente, nem mesmo no aplicativo de monitoramento da PHB Solar. Portanto, a única forma de obter seu valor foi através da subtração do valor *Produção Total Mensal* pelo valor *Crédito Gerado*.

#### 4.8. ANÁLISE DA ECONOMIA GERADA PELO SISTEMA

Após obter os valores de *Produção Total Mensal* em kWh, foi possível multiplicar tal valor pelo *Preço do kWh*, valor que é cobrado pela empresa concedente e que varia a cada mês, obtendo-se assim a *Economia Gerada Pelo Sistema* em R\$ (valor em reais gerado com o sistema, que pode-se considerar uma economia no custo de energia) a cada mês, levando em consideração apenas o período posterior à implementação das placas.

Na prática, essa taxa aplica-se apenas sobre o *Consumo Excedente*, sendo assim, não se aplica sobre o *Crédito Gerado*, visto que este é depositado e retirado sem nenhuma cobrança de taxa. No entanto, o *Preço do kWh* será utilizado para fins de simulações e estimativas.

$$\textit{Economia Gerada Pelo Sistema} = \textit{Produção Total Mensal} * \textit{Preço do kWh}$$

#### 4.9. ANÁLISE DO FINANCIAMENTO DO SISTEMA

Outro fator importante para os cálculos comparativos, é o *Custo Mensal do Financiamento* referente à instalação das placas. O financiamento do *Valor Total do Sistema* foi de R\$ 65.000, a ser pago a cada 3 meses, um valor de R\$ 5.762,00, definido como *Custo Trimestral do Financiamento*. Com o *Tempo Total de Financiamento* de 34 meses.

Para fins de cálculos comparativos, o *Custo Trimestral do Financiamento* foi convertido para *Custo Mensal do Financiamento*, dividindo-se o valor do *Custo Trimestral do Financiamento* pelo *Tempo de Cobrança*, como descrito abaixo:

$$\text{Custo Mensal do Financiamento} = \frac{\text{Custo Trimestral do Financiamento}}{\text{Tempo de Cobrança}}$$

#### 4.10. ANÁLISE DE CUSTOS COM O GERADOR

Após a resolução dos dados anteriores, foi dado início à análise financeira e comparativa da pesquisa. Nesta etapa, foi calculado o valor dos gastos totais com energia elétrica que a empresa em questão paga, levando-se em consideração os gastos extras, que o investimento no sistema ocasionou ao consumidor. Tal despesa foi definida como *Consumo Elétrico Com Gerador*, e obtido através da soma do *Custo Mensal do Financiamento* e do *Preço Total da Conta*.

*Consumo Elétrico Com Gerador*

$$= \text{Custo Mensal do Financiamento} + \text{Preço Total da Conta}$$

Onde:

O *Custo Mensal do Financiamento* apresentado na fórmula, representa uma parcela do *Consumo Elétrico Com Gerador*, visto que esta adveio da obtenção do sistema. Despesa a qual o consumidor não disporia, caso não possuísse o sistema gerador.

O *Preço Total da Conta*, representando a quantia restante do *Consumo Elétrico Com Gerador*, visto que este consta todo o *Consumo Excedente*, assim como as taxas obrigatórias da rede elétrica convencional, com o valor apresentado em Reais. Portanto, além dos gastos originários do gerador particular, leva-se em consideração também os gastos da concessionária convencional, mesmo que sendo o valor mínimo de funcionamento.

Deve-se levar em consideração que a fórmula do *Consumo Elétrico Com Gerador* faz parte dos cálculos, até que o financiamento seja liquidado. Ou seja, possuindo o sistema, a partir do 34º mês, a única despesa que o proprietário terá, é referente ao *Preço Total da Conta*, já citado.

#### 4.11. ANÁLISE DA ESTIMATIVA DE CUSTOS SEM O GERADOR

Com finalidade comparativa, geração de gráficos, e alcançar os resultados do presente estudo, foram simulados os custos com consumo de energia, sem a utilização do sistema de geração, onde seu resultado foi definido como *Consumo Elétrico Sem Gerador*. Nesta etapa, foi levado em consideração todos os gastos energéticos que o cliente do serviço deteria, consumindo a quantidade de energia equivalente à mesma apresentada no presente estudo, sendo ela, excluída dos custos de investimento no sistema. Portanto, para obter o cálculo a seguir, será somado a *Economia Gerada Pelo Sistema* ao *Preço Total da Conta*.

*Consumo Elétrico Sem Gerador*

$$= \text{Economia Gerada Pelo Sistema} + \text{Preço Total da Conta}$$

Onde:

*Economia Gerada Pelo Sistema* refere-se ao valor que o consumidor iria pagar, visto que o mesmo consumiria esta quantidade de energia elétrica, mesmo caso não possuísse o sistema. Portanto, deve-se acrescentar à simulação de gastos com o sistema excluído.

O *Preço Total da Conta* é exatamente o mesmo valor obtido na etapa de “Análise de Custos Com o Gerador”, em Reais, e é apresentado nesta etapa, pois, este define um consumo que, independentemente da posse do sistema, seria utilizado pela empresa.

#### 4.12. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DURANTE O FINANCIAMENTO

A partir dos dados gerados pela “Análise de Custo Com o Gerador” e da “Análise da Estimativa de Custos Sem o Gerador”, é possível analisar quanto o comerciante está gastando, ou economizando, dentro do *Tempo Total de Financiamento*, definido pelos primeiros 34 meses. Resultado este, alcançado através da subtração do *Consumo Elétrico Sem Gerador* pelo *Consumo Elétrico Com Gerador*, onde o resultado dessa subtração foi definido como *Comparação de Custos Durante Financiamento*,

*Comparação de Custos Durante Financiamento*

= *Consumo Elétrico Sem Gerador – Consumo Elétrico Com Gerador*

Onde:

*Consumo Elétrico Sem Gerador* é aplicado para verificar os custos mensais totais com energia elétrica, com a ausência do sistema, na situação hipotética onde o comerciante não teria investido no gerador.

*Consumo Elétrico Com Gerador* é aplicado para ser comparado ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*, em relação ao gasto total com energia elétrica, na situação onde foi investido no sistema de geração.

*Comparação de Custos Durante Financiamento* é a diferença entre os dois parâmetros anteriores, sendo, o resultado negativo, equivale à um custo total maior com energia, em virtude de possuir o sistema de geração instalado, comparando ao custo total sem o sistema. Assim como, um resultado positivo equivale à uma economia maior por possuir o sistema.

#### 4.13. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS APÓS O FINANCIAMENTO

Para os cálculos de *Comparação de Custos Após Financiamento*, é realizado a comparação entre a *Consumo Elétrico Sem Gerador* e *Preço Total da Conta*. Sendo o *Preço Total da Conta*, a única despesa que o proprietário terá, com a aquisição do gerador, após ter pago o financiamento do mesmo. Isto é, após o 34º mês, o consumidor terá saldado o financiamento, e não terá mais custos referentes a aquisição do sistema, com o custo remanescente apenas do *Preço Total da Conta*. Portanto, a partir do 34º mês, os valores utilizados na tabela de *Valores Acumulados Mensalmente*, são os resultados da média dos valores, expressos pela seguinte equação:

*Comparação de Custos Após Financiamento*

= *Consumo Elétrico Sem Gerador – Preço Total da Conta*

Para fins de cálculos, os valores utilizados a partir do 34º mês, foram a média da diferença entre o *Consumo Elétrico Sem Gerador* e o *Preço Total da Conta*, dos dados que foram disponibilizados para a realização do trabalho.

#### 4.14. VALORES ACUMULADOS MENSALMENTE

Com os resultados da *Comparação de Custos Durante Financiamento* e a *Comparação de Custos Após Financiamento* devidamente calculados, foram obtidos os resultados finais, onde foi realizado um acúmulo mensal a partir do primeiro mês de coleta, até o período de 75 meses. Onde, para fins de cálculos, após os meses que possuíam dados disponíveis, utilizou-se uma média dos mesmos.

Com o intuito de gerar tabelas, comparar e avaliar as despesas e os resultados acumuladas com o passar do tempo, foi realizado o procedimento de acúmulo dos resultados já citados, através da soma do total acumulado do mês anterior e o valor advindo das tabelas anteriores de seu respectivo mês. Sendo que, do 1º ao 34º mês, os valores utilizados para acumular os resultados mensalmente, provém dos cálculos da etapa “Análise Comparativa de Custos Durante o Financiamento”, enquanto do 35º mês em diante, os valores utilizados são referentes a etapa “Análise Comparativa de Custos Após o Financiamento”.

Onde no valor do *Consumo Elétrico Sem Gerador* e o *Consumo Elétrico Com Gerador* foram apresentados como negativos, simbolizando os gastos acumulados mensalmente. Enquanto, na *Diferença Entre os Consumos*, o valor negativo significa que o *Consumo Elétrico Com Gerador* está gerando mais gastos comparado ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*, que por sua vez sobressaiu-se com relação a economia. Portanto, um valor positivo representa que o *Consumo Elétrico Com Gerador* está gerando uma maior economia, se comparado ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*.

#### 4.15. FATORES RELEVANTES

Para a realização do presente estudo, não foram levados em consideração alguns fatores, por conta da ausência de dados, irrelevância, e/ou necessidade de um estudo mais aprofundado. Seguem abaixo os fatores não levados em consideração:

- Variação da taxa de iluminação pública;
- Taxas e variações que não se referem à geração de energia;
- Variação da tarifa cobrada pela rede distribuidora (e impostos);
- Provável aumento do consumo com energia elétrica, ocasionado pelo baixo custo;
- Mudanças normativas quanto à distribuição e geração de energia elétrica.

Quanto as tabelas apresentadas nos “Resultados e Discussões”, expõe os dados disponibilizados pelo proprietário do sistema, apenas entre os meses de novembro de 2019 a março de 2020, assim como os resultados dos cálculos, e a média dos mesmos. As datas posteriores às faturas disponibilizadas, serão analisadas através do resultado da média das mesmas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. ANÁLISE DAS FATURAS MENSAIS

Com o intuito de verificar o custo-benefício do sistema instalado, foi realizada uma análise, onde pôde-se observar que o maior *Crédito Gerado* foi em novembro, no valor de 600,0 kWh e o menor, em março no valor de 355,00 kWh (Tabela 1). E em relação ao *Consumo Excedente*, foi maior no mês de março, consumindo um total de 434,00 kWh, e menor no mês de janeiro, sendo consumido 100,00 kWh.

Sendo possível se concluir que após a instalação do sistema, o mês com geração de energia mais satisfatória foi em novembro, totalizando o *Preço Total da Conta* em R\$ 113,96 assim como março, foi o mês que a empresa mais consumiu uma quantidade de energia maior que o sistema pôde suprir, em relação aos outros meses, totalizando R\$ 350,33.

Portanto, a média do obtida do *Crédito Gerado* foi de 516,56 kWh, do *Consumo Excedente* foi de 191,84, do *Preço do kWh* foi de 0,7729, e do *Preço Total da Conta* foi de R\$ 155,63.

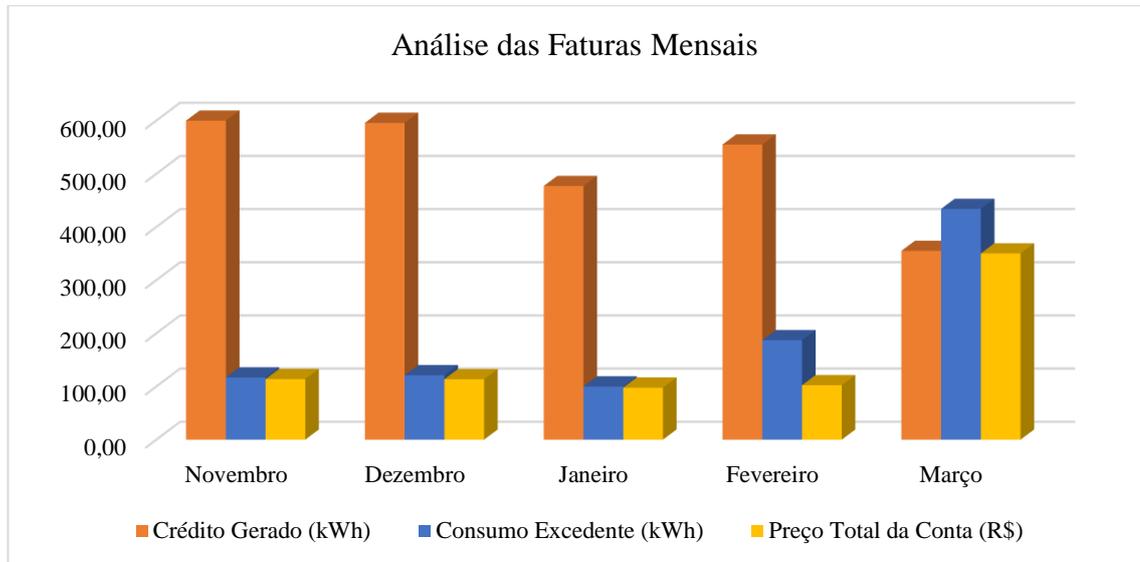
Tais resultados podem ser observados Tabela 1, e nos Gráficos 1 e 2, também é possível observar o *Dia Inicial da Medição*, e *Dia Final da Medição*, referente aos meses dos dados coletados.

Tabela 1

Análise das Faturas Mensais							
Ano	Mês	Dia Inicial da Medição	Dia Final da Medição	Crédito Gerado (kWh)	Consumo Excedente (kWh)	Preço do kWh (R\$)	Preço Total da Conta (R\$)
2019	Novembro	17/out	15/nov	600,00	117,00	R\$0,7995	R\$113,96
	Dezembro	16/nov	16/dez	595,80	121,20	R\$0,7695	R\$113,68
2020	Janeiro	17/dez	15/jan	477,00	100,00	R\$0,7740	R\$97,82
	Fevereiro	16/jan	17/fev	555,00	187,00	R\$0,7649	R\$102,35
	Março	18/fev	18/mar	355,00	434,00	R\$0,7564	R\$350,33
Média				516,56	191,84	R\$0,7729	R\$155,63

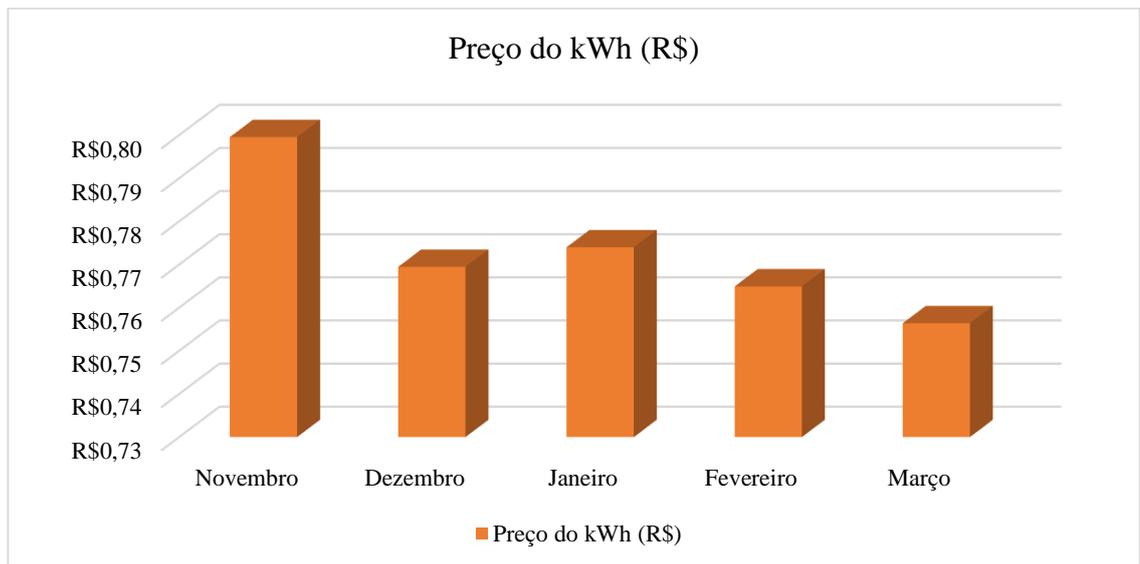
Fonte: Próprio Autor

Gráfico 1



Fonte: Próprio Autor

Gráfico 2



Fonte: Próprio Autor

## 5.2. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DAS PLACAS

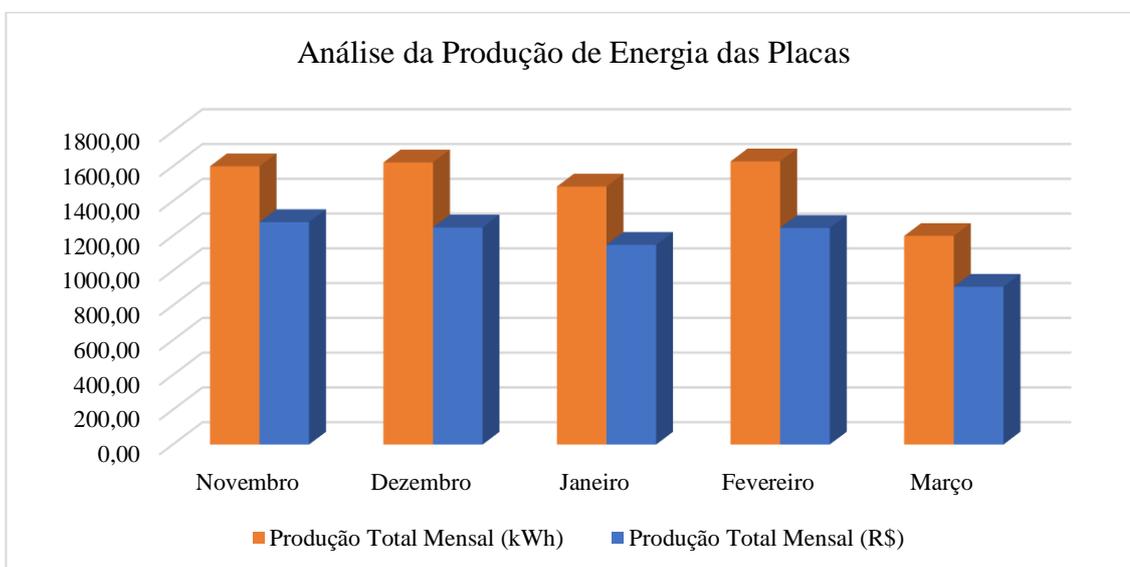
Observando a Tabela 2 e o Gráfico 3, o mês de maior produção do sistema, foi em fevereiro, com uma *Produção Total Mensal* de 1628,60 kWh equivalente a R\$ 1.245,75, assim como, o mês de menor produção foi março, sendo 1199,97 kWh correspondente à R\$ 907,64. Onde a média de geração mensal de energia, através das placas fotovoltaicas, foi de 1507,14 kWh e R\$ 1.166,03.

Tabela 2

Análise da Produção de Energia das Placas			
Ano	Mês	Produção Total Mensal (kWh)	Produção Total Mensal (R\$)
2019	Novembro	1600,51	R\$1.279,64
	Dezembro	1622,57	R\$1.248,50
2020	Janeiro	1484,02	R\$1.148,62
	Fevereiro	1628,60	R\$1.245,75
	Março	1199,97	R\$907,64
Média		1507,14	R\$1.166,03

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 3



Fonte: Próprio Autor

### 5.3. ANÁLISE DO VALOR CONSUMIDO INSTANTANEAMENTE

Como é exibido na Tabela 3 e Gráfico 4, o mês de maior *Consumo Instantâneo* foi em fevereiro, totalizando 1073,60 kWh, equivalente a R\$ 821,22. E o de menor, em março, sendo consumido 844,97 kWh, equivalente a R\$ 639,13.

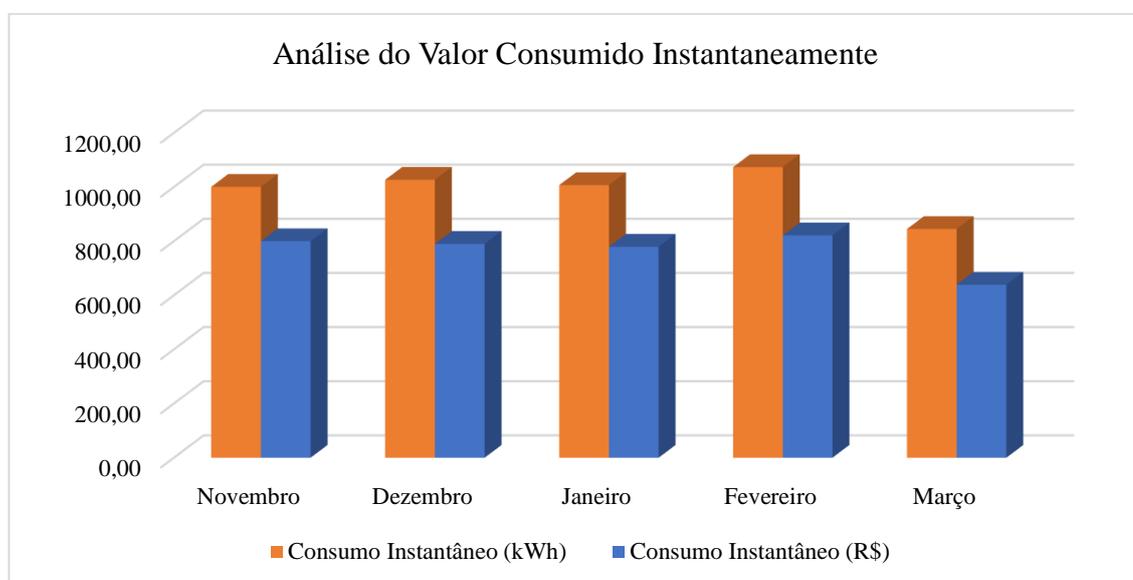
Portanto, a média do *Consumo Instantâneo* foi de 990,58 kWh, equivalente a R\$ 765,95.

Tabela 3

Análise do Valor Consumido Instantaneamente					
Ano	Mês	Produção Total Mensal (kWh)	Crédito Gerado (kWh)	Consumo Instantâneo (kWh)	Consumo Instantâneo (R\$)
2019	Novembro	1600,51	600,00	1000,51	R\$799,93
	Dezembro	1622,57	595,80	1026,77	R\$790,06
2020	Janeiro	1484,02	477,00	1007,02	R\$779,43
	Fevereiro	1628,60	555,00	1073,60	R\$821,22
	Março	1199,97	355,00	844,97	R\$639,13
Média		1507,14	516,56	990,58	R\$765,95

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 4



Fonte: Próprio Autor

#### 5.4. ANÁLISE DA ECONOMIA GERADA PELO SISTEMA

Na Tabela 4, analisando a *Economia Gerada pelo Sistema*, pode-se concluir que no mês de novembro, houve uma economia de R\$ 1279,64, sendo o mês de maior economia. Assim como, no mês de março, teve uma economia de R\$ 907,64, sendo o mês menor economia, em comparação aos demais meses.

Portanto, pôde-se definir que a média da *Economia Gerada Pelo Sistema* foi de R\$ 1.166,03.

Tabela 4

Análise da Economia Gerada Pelo Sistema				
Ano	Mês	Produção Total Mensal (kWh)	Preço do kWh (R\$)	Economia Gerada Pelo Sistema (R\$)
2019	Novembro	1600,5	R\$0,7995	R\$1.279,64
	Dezembro	1622,6	R\$0,7695	R\$1.248,50
2020	Janeiro	1484,0	R\$0,7740	R\$1.148,62
	Fevereiro	1628,6	R\$0,7649	R\$1.245,75
	Março	1200,0	R\$0,7564	R\$907,64
Média		1507,14	R\$0,7729	R\$1.166,03

Fonte: Próprio Autor

## 5.5. ANÁLISE DO FINANCIAMENTO DO SISTEMA

Como já mencionado no trabalho, e está exposto na Tabela 5, o investimento total do proprietário na implementação do sistema fotovoltaico, foi de R\$ 65.000,00, sendo pago em parcelas trimestrais, no valor de R\$ 5.762,00. O custo mensal da instalação do sistema, é de R\$ 1920,67, e será completamente liquidado em 33,84 meses, onde para fins de cálculos, foi definido em 34 meses.

Tabela 5

Análise do Financiamento do Sistema	
Valor Total do Sistema	R\$65.000,00
Custo Trimestral do Financiamento	R\$5.762,00
Tempo de Cobrança (meses)	3
Tempo Total de Financiamento (meses)	34
Custo Mensal do Financiamento	R\$1.920,67

Fonte: Próprio Autor

## 5.6. ANÁLISE DE CUSTOS COM O GERADOR

Analisando a Tabela 6 e o Gráfico 5, pode-se observar que o mês de maior *Preço Total da Conta*, foi o mês de março, totalizando R\$ 350,33. Já o mês de menor consumo foi em janeiro, com um total de R\$ 97,82. Quanto ao *Consumo Elétrico Com Gerador*, o mês de maior consumo também foi março, com um total de R\$ 2.271,00, e o de menor consumo foi em janeiro, totalizando R\$ 2.018,49.

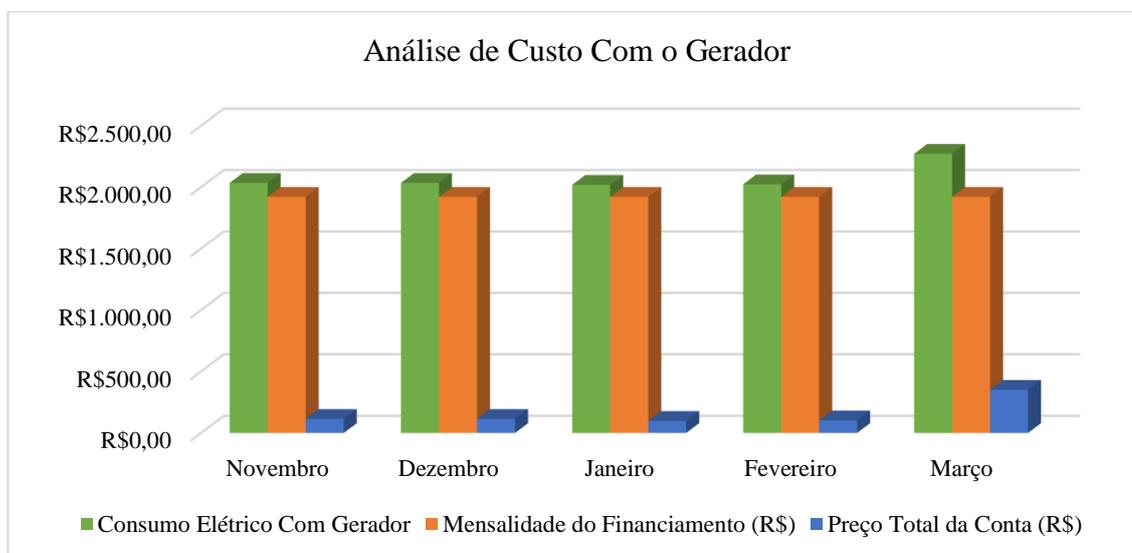
Portanto, a média do *Preço Total da Conta* foi de R\$ 155,63, e do *Consumo Elétrico Com Gerador* foi de R\$ 2.076,30.

Tabela 6

Análise de Custo Com o Gerador				
Ano	Mês	Custo Mensal do Financiamento (R\$)	Preço Total da Conta (R\$)	Consumo Elétrico Com Gerador (R\$)
2019	Novembro	R\$1.920,67	R\$113,96	R\$2.034,63
	Dezembro	R\$1.920,67	R\$113,68	R\$2.034,35
2020	Janeiro	R\$1.920,67	R\$97,82	R\$2.018,49
	Fevereiro	R\$1.920,67	R\$102,35	R\$2.023,02
	Março	R\$1.920,67	R\$350,33	R\$2.271,00
Média		R\$1.920,67	R\$155,63	R\$2.076,30

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 5



Fonte: Próprio Autor

### 5.7. ANÁLISE DA ESTIMATIVA DE CUSTO SEM O GERADOR

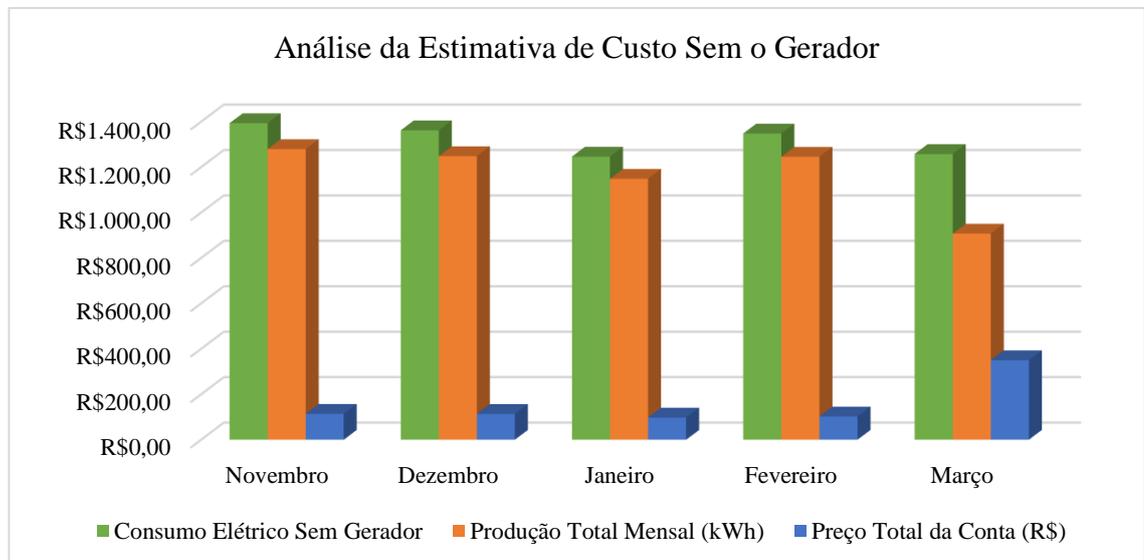
Realizando-se a “Análise da Estimativa de Custo Sem Gerador” (Tabela 7 e Gráfico 6), pode-se observar o *Consumo Elétrico Sem Gerador*, teve um maior valor no mês novembro, com um total de R\$ 1.393,61, e o menor valor em janeiro totalizando R\$ 1.246,44. Portanto, a média do *Consumo Elétrico Sem Gerador* foi de R\$ 1.321,66.

Tabela 7

Análise da Estimativa de Custo Sem o Gerador				
Ano	Mês	Economia Gerada Pelo Sistema (kWh)	Preço Total da Conta (R\$)	Consumo Elétrico Sem Gerador (R\$)
2019	Novembro	R\$1.279,64	R\$113,96	R\$1.393,61
	Dezembro	R\$1.248,50	R\$113,68	R\$1.362,18
2020	Janeiro	R\$1.148,62	R\$97,82	R\$1.246,44
	Fevereiro	R\$1.245,75	R\$102,35	R\$1.348,10
	Março	R\$907,64	R\$350,33	R\$1.257,97
Média		R\$1.166,03	R\$155,63	R\$1.321,66

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 6



Fonte: Próprio Autor

## 5.8. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DURANTE O FINANCIAMENTO

É notório, na Tabela 8 e no Gráfico 7, que a presença do Sistema Fotovoltaico promove um aumento significativo, visível na coluna de *Consumo Elétrico Com Gerador*, em relação à despesa com *Consumo Elétrico Sem Gerador*. Onde a maior despesa por possuir o sistema, foi observada em março, com a *Comparação de Custos Durante Financiamento* de - R\$ 1.013,03, e a menor no mês de novembro, com - R\$ 641,03.

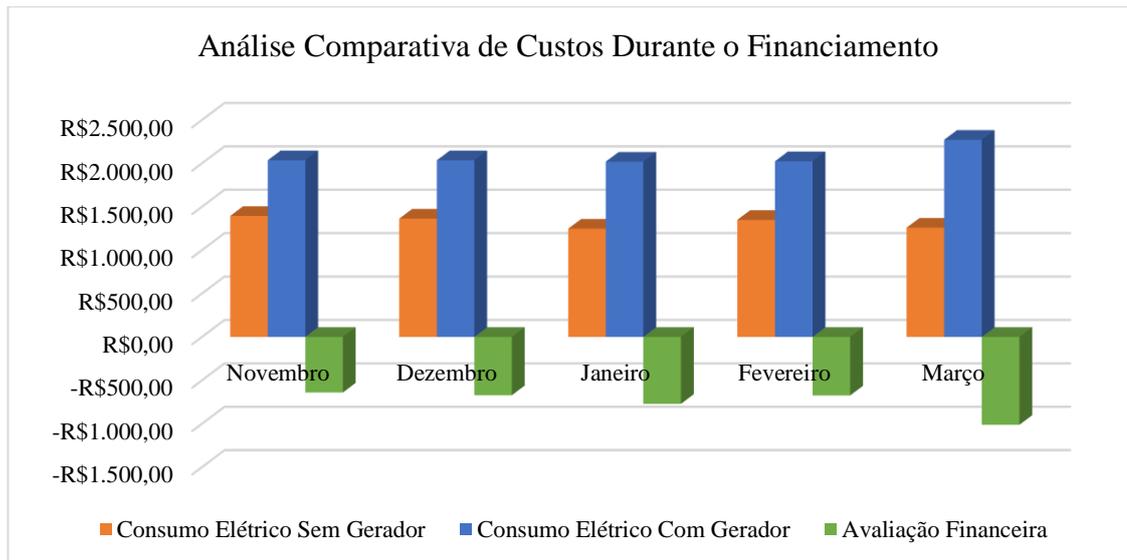
Portanto, a *Comparação de Custos Durante Financiamento* fica em média de - R\$ 754,64. Isto é, com base nos dados coletados, o *Consumo Elétrico Com Gerador* está ocasionando mais gastos, comparado ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*. Sendo essa diferença, cerca de R\$ 754,64 por mês, despesa essa que permanecerá até o 34º mês, sendo este o tempo necessário para se pagar o financiamento realizado para implementação do sistema.

Tabela 8

Análise Comparativa de Custos Durante o Financiamento				
Ano	Mês	Consumo Elétrico Sem Gerador (R\$)	Consumo Elétrico Com Gerador (R\$)	Comparação de Custos Durante Financiamento (R\$)
2019	Novembro	R\$1.393,61	R\$2.034,63	-R\$641,03
	Dezembro	R\$1.362,18	R\$2.034,35	-R\$672,17
2020	Janeiro	R\$1.246,44	R\$2.018,49	-R\$772,05
	Fevereiro	R\$1.348,10	R\$2.023,02	-R\$674,92
	Março	R\$1.257,97	R\$2.271,00	-R\$1.013,03
Média		R\$1.321,66	R\$2.076,30	-R\$754,64

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 7



Fonte: Próprio Autor

### 5.9. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS APÓS O FINANCIAMENTO

A tabela seguinte, é utilizada nos cálculos de *Valores Acumulados Mensalmente* apenas após o 34º mês, onde os gastos totais com o sistema são expressos apenas pelo *Preço Total da Conta*, visto que a *Custo Mensal do Financiamento*, deixou de pertencer às despesas após o valor do financiamento ser quitado.

Na seguinte simulação, onde é comparado a estimativa de custos que o usuário teria com o sistema tradicional de energia elétrica, e os custos com o sistema solar (excluso do financiamento), a melhor *Comparação de Custos Após Financiamento*, foi obtida no mês de novembro, com uma diferença positiva de R\$ 1.279,64. Já o mês com maior desvantagem foi em março, com uma diferença positiva de R\$ 907,64. Portanto, o resultado da média, utilizado na tabela de *Valores Acumulados Mensalmente* após o 34º mês, será de R\$ 1.166,03, para *Comparação de Custos Após Financiamento*, e R\$ 155,63 para o *Preço Total da Conta*, enquanto o *Consumo Elétrico Sem Gerador* permanece com o mesmo valor.

De outro modo, a partir do 34º mês, o investimento passa a gerar R\$ 1.166,03 de economia, em comparação ao sistema de energia elétrica tradicional. Enquanto os gastos totais com o sistema de geração de energia passam a ser somente o valor do *Preço Total da Conta* de R\$ 155,63 mensalmente.

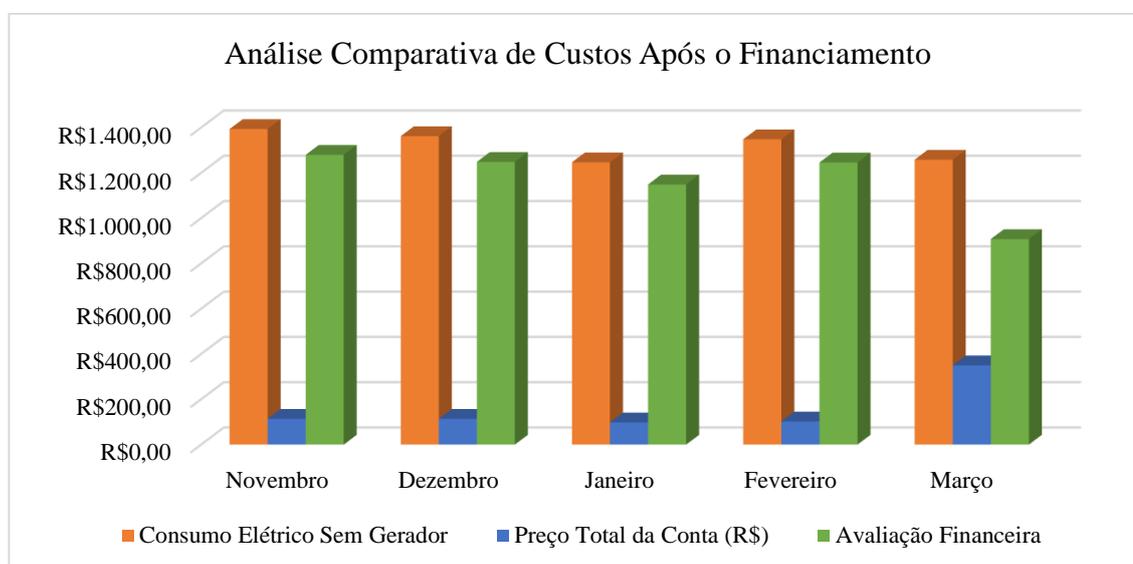
Tabela 9

Análise Comparativa de Custos Após o Financiamento				
Ano	Mês	Consumo Elétrico Sem Gerador (R\$)	Preço Total da Conta (R\$)	Comparação de Custos Após Financiamento (R\$)
2019	Novembro	R\$1.393,61	R\$113,96	R\$1.279,64
	Dezembro	R\$1.362,18	R\$113,68	R\$1.248,50
2020	Janeiro	R\$1.246,44	R\$97,82	R\$1.148,62
	Fevereiro	R\$1.348,10	R\$102,35	R\$1.245,75
	Março	R\$1.257,97	R\$350,33	R\$907,64
Média		R\$1.321,66	R\$155,63	R\$1.166,03

Fonte: Próprio Autor

Segue abaixo, uma representação gráfica da Tabela 9.

Gráfico 8



Fonte: Próprio Autor

## 5.10. VALORES ACUMULADOS MENSALMENTE

Com base na análise da tabela abaixo (Tabela 10), nota-se que o *Consumo Elétrico Com Gerador* em comparação ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*, foi superior até o 56º mês. O *Consumo Elétrico Com Gerador*, tornou-se mais econômico a partir do 57º mês, com uma diferença positiva mensal de R\$ 1.166,03, em relação ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*.

Isto é, no 57º mês, a economia gerada irá saldar o valor investido inicialmente, e a partir disso o proprietário irá dispor de uma economia de R\$ 1.166,03 mensalmente, em custos com energia elétrica. Assim como, no 75º mês, nota-se uma economia total de R\$ 22.149,71 gerada pelo sistema fotovoltaico, em comparação ao sistema convencional, informações, tais quais podem-se observar nos demais meses, mostrando a economia gerada pelo investimento no sistema fotovoltaico.

Tabela 10

Valores Acumulados Mensalmente			
Mês	Consumo Elétrico Sem Gerador	Consumo Elétrico Com Gerador	Diferença Entre os Consumos
0	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
1	-R\$1.393,61	-R\$2.034,63	-R\$641,03
2	-R\$2.755,79	-R\$4.068,98	-R\$1.313,19
3	-R\$4.002,23	-R\$6.087,47	-R\$2.085,24
4	-R\$5.350,34	-R\$8.110,49	-R\$2.760,16
5	-R\$6.608,31	-R\$10.381,49	-R\$3.773,18
6	-R\$7.929,97	-R\$12.457,79	-R\$4.527,82
7	-R\$9.251,63	-R\$14.534,09	-R\$5.282,46
8	-R\$10.573,30	-R\$16.610,39	-R\$6.037,09
9	-R\$11.894,96	-R\$18.686,69	-R\$6.791,73
10	-R\$13.216,62	-R\$20.762,99	-R\$7.546,37
11	-R\$14.538,28	-R\$22.839,29	-R\$8.301,00
12	-R\$15.859,94	-R\$24.915,58	-R\$9.055,64
13	-R\$17.181,61	-R\$26.991,88	-R\$9.810,28
14	-R\$18.503,27	-R\$29.068,18	-R\$10.564,91
15	-R\$19.824,93	-R\$31.144,48	-R\$11.319,55
16	-R\$21.146,59	-R\$33.220,78	-R\$12.074,19
17	-R\$22.468,25	-R\$35.297,08	-R\$12.828,82
18	-R\$23.789,92	-R\$37.373,38	-R\$13.583,46
19	-R\$25.111,58	-R\$39.449,68	-R\$14.338,10
20	-R\$26.433,24	-R\$41.525,97	-R\$15.092,73
21	-R\$27.754,90	-R\$43.602,27	-R\$15.847,37
22	-R\$29.076,56	-R\$45.678,57	-R\$16.602,01
23	-R\$30.398,23	-R\$47.754,87	-R\$17.356,65

24	-R\$31.719,89	-R\$49.831,17	-R\$18.111,28
25	-R\$33.041,55	-R\$51.907,47	-R\$18.865,92
26	-R\$34.363,21	-R\$53.983,77	-R\$19.620,56
27	-R\$35.684,87	-R\$56.060,07	-R\$20.375,19
28	-R\$37.006,54	-R\$58.136,36	-R\$21.129,83
29	-R\$38.328,20	-R\$60.212,66	-R\$21.884,47
30	-R\$39.649,86	-R\$62.288,96	-R\$22.639,10
31	-R\$40.971,52	-R\$64.365,26	-R\$23.393,74
32	-R\$42.293,18	-R\$66.441,56	-R\$24.148,38
33	-R\$43.614,85	-R\$68.517,86	-R\$24.903,01
34	-R\$44.936,51	-R\$70.594,16	-R\$25.657,65
35	-R\$46.258,17	-R\$70.749,79	-R\$24.491,62
36	-R\$47.579,83	-R\$70.905,41	-R\$23.325,58
37	-R\$48.901,49	-R\$71.061,04	-R\$22.159,55
38	-R\$50.223,16	-R\$71.216,67	-R\$20.993,52
39	-R\$51.544,82	-R\$71.372,30	-R\$19.827,48
40	-R\$52.866,48	-R\$71.527,93	-R\$18.661,45
41	-R\$54.188,14	-R\$71.683,56	-R\$17.495,42
42	-R\$55.509,80	-R\$71.839,19	-R\$16.329,38
43	-R\$56.831,47	-R\$71.994,82	-R\$15.163,35
44	-R\$58.153,13	-R\$72.150,44	-R\$13.997,32
45	-R\$59.474,79	-R\$72.306,07	-R\$12.831,28
46	-R\$60.796,45	-R\$72.461,70	-R\$11.665,25
47	-R\$62.118,11	-R\$72.617,33	-R\$10.499,22
48	-R\$63.439,78	-R\$72.772,96	-R\$9.333,18
49	-R\$64.761,44	-R\$72.928,59	-R\$8.167,15
50	-R\$66.083,10	-R\$73.084,22	-R\$7.001,12
51	-R\$67.404,76	-R\$73.239,85	-R\$5.835,08
52	-R\$68.726,42	-R\$73.395,47	-R\$4.669,05
53	-R\$70.048,09	-R\$73.551,10	-R\$3.503,02
54	-R\$71.369,75	-R\$73.706,73	-R\$2.336,98
55	-R\$72.691,41	-R\$73.862,36	-R\$1.170,95
56	-R\$74.013,07	-R\$74.017,99	-R\$4,92
57	-R\$75.334,73	-R\$74.173,62	R\$1.161,12
58	-R\$76.656,40	-R\$74.329,25	R\$2.327,15
59	-R\$77.978,06	-R\$74.484,88	R\$3.493,18

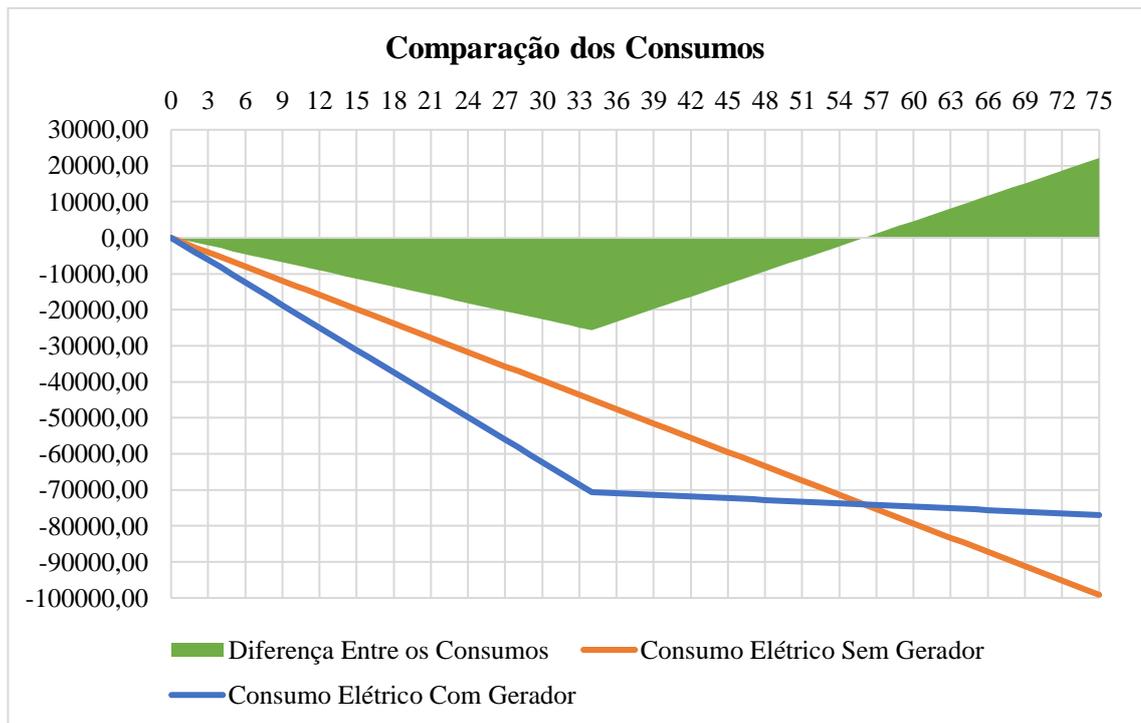
60	-R\$79.299,72	-R\$74.640,50	R\$4.659,22
61	-R\$80.621,38	-R\$74.796,13	R\$5.825,25
62	-R\$81.943,04	-R\$74.951,76	R\$6.991,28
63	-R\$83.264,71	-R\$75.107,39	R\$8.157,32
64	-R\$84.586,37	-R\$75.263,02	R\$9.323,35
65	-R\$85.908,03	-R\$75.418,65	R\$10.489,38
66	-R\$87.229,69	-R\$75.574,28	R\$11.655,41
67	-R\$88.551,35	-R\$75.729,91	R\$12.821,45
68	-R\$89.873,02	-R\$75.885,53	R\$13.987,48
69	-R\$91.194,68	-R\$76.041,16	R\$15.153,51
70	-R\$92.516,34	-R\$76.196,79	R\$16.319,55
71	-R\$93.838,00	-R\$76.352,42	R\$17.485,58
72	-R\$95.159,66	-R\$76.508,05	R\$18.651,61
73	-R\$96.481,33	-R\$76.663,68	R\$19.817,65
74	-R\$97.802,99	-R\$76.819,31	R\$20.983,68
75	-R\$99.124,65	-R\$76.974,94	R\$22.149,71

Fonte: Próprio Autor

Nota-se que a partir do 35º mês, as despesas com *Consumo Elétrico Com Gerador*, passam a ser acumuladas, de forma menos expressiva, pois o *Custo Mensal do Financiamento* deixa de fazer parte das despesas do proprietário.

Apresenta-se abaixo, o gráfico que exhibe de forma mais objetiva os resultados da tabela de *Valores Acumulados Mensalmente* (Tabela 10). Os números dispostos em coluna (na vertical), representam os valores em Reais, já os números em linha horizontal, representam os meses.

Gráfico 9



Fonte: Próprio Autor

A partir do Gráfico 9, pode-se observar como os consumos se comportam, onde fica expresso que o *Consumo Elétrico Sem Gerador* ocasiona um gasto mensal constante, gerando grandes despesas a longo prazo, ao ponto que o *Consumo Elétrico Sem Gerador* inicialmente gera um custo maior em comparação ao sistema tradicional. Entretanto, após o pagamento do financiamento que ocorre no 34º mês, os gastos com energia elétrica reduzem, até que os custos com os dois tipos de energia sejam equivalentes, ocorrendo aproximadamente no 56º mês, representando que o sistema foi pago. E apenas a partir do 57º mês o *Consumo Elétrico Com Gerador*, passa a ser rentável.

Por fim, a área do gráfico representada na cor verde, refere-se a *Diferença Entre os Consumos*, onde os valores negativos expressam um maior custo do *Consumo Elétrico Com Gerador* em comparação ao *Consumo Elétrico Sem Gerador*, enquanto um valor positivo representa uma economia gerada pelo investimento.

## 6. CONCLUSÃO

Com a evolução da tecnologia, tem-se buscado fontes de energias renováveis e limpas, e a Energia Solar possui um grande potencial para ser utilizada em larga escala no Brasil, levando em consideração a posição geográfica privilegiada do país, sendo essa uma fonte inesgotável de energia. O que geram questionamentos, é com relação ao custo-benefício da implementação do Sistema Fotovoltaico para geração de energia particular.

O presente estudo utilizou-se de diversos cálculos, tabelas e gráficos, onde foi possível concluir que inicialmente, o investimento ocasionou um custo maior para o proprietário, e após saldar o financiamento, o mesmo passará a ser mais econômico, comparado ao sistema tradicional.

Segundo os cálculos desenvolvidos, no 57º mês, a economia obtida pela geração de energia solar, será capaz de recuperar o valor investido inicialmente. Desse modo, 57 meses após a instalação do sistema, o proprietário pode usufruir de uma economia de R\$ 1.166,03 a cada mês. Assim como, no 75º mês, o usuário acumulará uma economia total de R\$ 22.149,71, ficando evidente que o Sistema Fotovoltaico se torna mais econômico que o sistema tradicional, com o passar do tempo. Portanto, pode-se concluir que o Sistema de Energia Solar traz um custo-benefício notável à longo prazo.

## 7. REFERÊNCIAS

- ANEEL. (13 de Abril de 2012). RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 482. Brasil.
- Ferreira, R. D. (Abril de 2016). METODOLOGIA DE APLICAÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIAS . RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL.
- Granziera, M. L., & Rei, F. (2015). ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Contribuições para o necessário diálogo. *Editora Universitária Leopoldianum*.
- Marques, R. C. (2009). Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. *Tecnologia de Fortaleza*, 154.
- Nascimento, R. L. (MARÇO de 2017). ENERGIA SOLAR NO BRASIL: SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS .
- Silva, N. H. (2017). DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PARA APROVEITO DE ENERGIA SOLAR NUMA ESCOLA PÚBLICA DE BRASÍLIA . Brasília, DF, Brasil.
- Solar, P. (2019). *Tipos de Painel Solar Fotovoltaico*. Fonte: Portal Solar: <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>
- Tipos de Painel Solar Fotovoltaico*. (s.d.). Fonte: Portal Solar: <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>
- Toledo, L. A., & Shiaishi, G. d. (2009). Estudo de caso em pesquisas exploratórias qualitativas: um ensaio para a proposta de protocolo do estudo de caso. *Revista FAE*, 103-119.



## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Johnny Carlos de Almeida Júnior

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 11.09.2020

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: 2,54%

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ▲

Suspeitas confirmadas: 2,54%

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ▲

Texto analisado: 75,97%

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: 100%

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11  
sexta-feira, 11 de setembro de 2020 11:26

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **JOHNNY CARLOS DE ALMEIDA JÚNIOR**, n. de matrícula **42765**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 2,54%. Devendo o aluno fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)  
**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
Bibliotecária CRB 1114/11  
Biblioteca Júlio Bordignon  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente