

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Bruno Martins Damasceno**

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS  
FOTOVOLTAICOS PARA INDÚSTRIAS DE MICRO E PEQUENO  
PORTE**

**Santa Maria, RS  
2020**

**Bruno Martins Damasceno**

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA  
INDÚSTRIAS DE MICRO E PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Mecânico**.

Orientadora: Prof. Dr. Cristiano Roos

Santa Maria, RS  
2020

**Bruno Martins Damasceno**

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA  
INDÚSTRIAS DE MICRO E PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Mecânico**.

**Aprovado em 14 de janeiro de 2020.**

---

**Cristiano Roos, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Álvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, Dr. (UFSM)**  
(Membro da banca)

---

**Ismael Cristofer Baierle, Dr. (UFSM)**  
(Membro da banca)

Santa Maria, RS  
2020

## RESUMO

### ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INDÚSTRIAS DE MICRO E PEQUENO PORTE

AUTOR: Bruno Martins Damasceno

ORIENTADOR: Cristiano Roos

Este trabalho tem como objetivo dimensionar tecnicamente e analisar economicamente a implantação de sistemas fotovoltaicos em indústrias de micro e pequeno porte. Foi utilizada a demanda energética da indústria a fim de dimensionar os sistemas de energia solar adequados para as mesmas. Para a análise de viabilidade considerou-se 4 faixas de consumo mensal de energia, além de 4 variantes correspondentes às bandeiras tarifárias vigentes. Os métodos de análise econômica utilizados foram o Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, *Payback* Simples e *Payback* Descontado. Utilizou-se também o LCOE, que contabiliza todos os custos esperados ao longo da vida de um sistema. Como principal resultado, o cenário que apresentou o maior grau de atratividade econômica correspondeu à faixa de consumo de 1000 kWh, relacionado ao cenário tarifado pela bandeira vermelha de patamar 2 com VPL de R\$ 137.218,87 e TIR de 2,40% ao mês, PBS de 45 meses, PBD de 51 meses e LCOE de 0,2287 R\$/kWh.

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica. Painéis fotovoltaicos. Engenharia econômica.

## ABSTRACT

### TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS FOR THE INDUSTRY OF MICRO AND SMALL SIZES

AUTHOR: Bruno Martins Damasceno

ADVISOR: Cristiano Roos

This research has as objective to scale technically and analyze economically the implantation of photovoltaic systems for the industry of Micro and Small Companies. It was used the energy demand of the industry in order to size the appropriate solar energy systems for them. For the viability analysis, 4 (four) ranges of monthly energy consumption were considered, besides 4 (four) variants corresponding to the current tariff flags. The methods of analysis economic used were Net Present Value, Internal Rate of Return, Simple Payback, and Discounted Payback. It was also used the LCOE, which accounts for all expected costs over the life of a system. As principal result, the scenario that presented the greatest degree of economic attractiveness corresponds to the consumption range of 1000kWh, related the tariffed scenario in the red flag of landing 2 with NVP of R\$ 137.218,87; IRR of 2,40% per month; SPB of 45 months; DPB of 51 months and LCOE of 0,2287 R\$/kWh.

**Keywords:** Economic viability. Photovoltaic panels. Economic engineering.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Média anual de incidência solar no Brasil .....	16
Figura 2 - Atlas solarimétrico.....	23
Figura 3 - Demanda energética em porcentagem por faixa de consumo .....	28
Figura 4 - Orientação solar no Brasil.....	30
Figura 5 - Custos de manutenção e equipamento.....	36
Figura 6 - LCOE por demanda energética .....	37
Figura 7 - Valores de TIR .....	38
Figura 8 - Valores de VPL .....	39
Figura 9 - Relação PBD e PBS .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de artigos publicados nas bases de dados utilizando palavras-chave listadas em inglês .....	12
Tabela 2 - Relação entre área, quantidade de painéis e potência nominal.....	30
Tabela 3 - Custo de implantação por demanda energética.....	31
Tabela 4 - Plano de manutenções dos painéis fotovoltaicos.....	32
Tabela 5 - Energia ativa em R\$/kWh.....	33
Tabela 6 - Histórico de rendimento da poupança.....	34
Tabela 7 - Histórico da inflação .....	34
Tabela 8 - Cenários de acordo com demanda energética e bandeiras tarifárias .....	35
Tabela 9 - Rendimento anual do sistema .....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CAPES	Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
COGEN	Associação da Indústria de Cogeração de Energia
CRF	Fator de Recuperação de Capital
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gases de efeito estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPC-A	Índice Nacional de Preços ao Consumidos
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
LCOE	<i>Levelized Cost of Energy</i>
PBD	<i>Payback</i> Descontado
PBS	<i>Payback</i> Simples
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VLP	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	9
1.1	DEFINIÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA	9
1.2	JUSTIFICATIVAS	10
1.3	OBJETIVOS	10
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	12
2.1	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	13
2.1.1	Princípios de funcionamento	13
2.1.2	Aplicações de sistemas fotovoltaicos	13
2.1.3	Sistemas fotovoltaicos isolados (off-grid)	14
2.1.4	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede (on-grid)	14
2.1.5	Parâmetros para a utilização dos sistemas fotovoltaicos	15
2.1.6	Cenário brasileiro para a geração fotovoltaica	15
2.2	ENGENHARIA ECONÔMICA	17
2.2.1	Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	17
2.2.2	Valor Presente Líquido (VPL)	18
2.2.3	Taxa Interna de Retorno (TIR)	19
2.2.4	Payback Simples (PBS)	19
2.2.5	Payback Descontado (PBD)	20
2.2.6	Levelized Cost of Energy (LCOE)	21
2.3	ENGENHARIA ECONÔMICA APLICADA	22
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	25
3.1	CENÁRIO	25
3.2	MÉTODOS DE PESQUISA	25
3.3	ETAPAS DE PESQUISA	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES</b>	28
4.1	DIMENSIONAMENTO TÉCNICO	28
4.2	DADOS PARA O ESTUDO ECONÔMICO	31
4.2.1	Tarifa de energia elétrica	32
4.2.2	Taxa de juros do investimento e inflação	33
4.3	CENÁRIOS PARA O ESTUDO ECONÔMICO	34
4.4	MÉTODO LCOE	35
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	41
	<b>REFERÊNCIAS</b>	43
	<b>APÊNDICE A - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 100 KWH</b>	48
	<b>APÊNDICE B - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 200 KWH</b>	49
	<b>APÊNDICE C - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 500 KWH</b>	50
	<b>APÊNDICE D - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 1000 KWH</b>	51

## 1 INTRODUÇÃO

A população é cada vez mais dependente de fatores determinantes da economia, como, por exemplo, a matriz energética (VAINA; TAVARES; LIMA, 2015). Por isso, países necessitam de uma produção elétrica sustentável para o seu desenvolvimento. Segundo estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2017), que aplica a projeção da demanda energética do Brasil levando em consideração a evolução socioeconômica e demografia, para o período de 2017 a 2026 estabelece um crescimento na indústria de 2,9% ao ano, isto é, retrata um salto de 163.605 GWh (2016) para 218.629 GWh (2026) de consumo de eletricidade na rede (BRASIL, 2017).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2019b), o Brasil tem em sua matriz energética uma geração de 60% em hidrelétricas. Além disso, de acordo com Jerez *et al.* (2015), 25% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) são provenientes de centrais elétricas (especialmente a de carvão). Por outro lado, considerando a publicação feita por Sen (2004), as emissões de GEE associadas à geração de energia solar (incluído todo e qualquer tipo de processo de fabricação, instalação, operação e manutenção) são mínimas.

De acordo com a teoria de Blaschke *et al.* (2013), se as tecnologias para a captação da energia solar e suprimento estivessem prontamente disponíveis, a caloría fornecida pelo astro-rei seria capaz de atender adequadamente às demandas de energia. Sendo assim, a energia solar incidente na superfície terrestre é da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial (CRESESB, 2008).

Aliado a isso, o Brasil é um país extremamente propício às implantações, além de ter incentivos à utilização de energias renováveis (VIANA; TAVARES; LIMA, 2015). Pois além de direcionar a produção de energia para a geração distribuída (matriz energética próxima à área de consumo) classifica-se como um país tropical onde a incidência de radiação solar acontece de forma bastante satisfatória.

### 1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA

Apesar da alta incidência solar no Brasil, segundo informações disponibilizadas pela ANEEL (2019a), a energia solar convertida em energia elétrica para as redes de distribuição correspondem a 1,2% da matriz energética, o que se

caracteriza como uma parcela muito baixa. Neste sentido, a implantação de sistemas fotovoltaicos em indústrias caracteriza-se como uma alternativa aos problemas de falta de abastecimento da rede elétrica no Brasil, assim como aos custos elevados das bandeiras tarifárias.

Neste contexto, pode-se estabelecer o tema desta pesquisa: dimensionamento técnico e análise econômica da implantação de projetos fotovoltaicos na indústria. Sabidamente, para qualquer investimento são necessários estudos que comprovem sua rentabilidade. E assim, apresenta-se o problema de pesquisa levantado neste trabalho: atualmente é viável técnica e economicamente instalar um sistema de painéis fotovoltaicos para a geração de energia elétrica em indústrias de micro e pequeno porte?

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

O sistema de geração de energia a partir de placas fotovoltaicas está entre as fontes de energia mais promissoras atualmente. Dados divulgados pelo Ministério de Minas e Energia constataam que o Brasil encontra-se entre os 20 países com maior geração de energia solar (BRASIL, 2015). Tudo isso corrobora com o incentivo à fonte de geração de energia que este trabalho tem propósito de estudar, podendo favorecer assim os colaboradores, investidores e proprietários de indústrias.

A tecnologia fotovoltaica representa uma das fontes mais promissoras a alcançar projetos sustentáveis (MUNARI; ROECKER, 2012). Além disso, segundo a Empresa de Pesquisa Energética, a indústria foi o setor da economia que mais consumiu energia elétrica, acumulando mais de 36% da totalidade (BRASIL, 2017). Assim, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de ampliar os estudos relacionados à viabilidade de implementação de sistemas fotovoltaicos nas indústrias.

## 1.3 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral dimensionar tecnicamente e analisar economicamente a implantação de sistemas fotovoltaicos em indústrias de micro e pequeno porte. Elencam-se assim os objetivos específicos do trabalho, com a finalidade de completar o objetivo geral.

- a) obter dados da demanda energética das indústrias de acordo com seu porte;
- b) dimensionar tecnicamente sistemas fotovoltaicos para as demandas das indústrias abordadas;
- c) coletar informações sobre investimentos necessários através de contatos com empresas fornecedoras de sistemas fotovoltaicos;
- d) aplicar métodos de Engenharia Econômica a fim de verificar viabilidade sobre o projeto.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho divide-se em cinco seções. A primeira delas sendo a introdução, definindo-se o tema, o problema de pesquisa, a importância do desenvolvimento da pesquisa, ainda além dos objetivos gerais e específicos. Em seguida buscou-se estabelecer o referencial teórico, a fim de definir conceitos importantes para o entendimento do estudo. A revisão bibliográfica mostrou-se relevante para a estruturação dos procedimentos metodológicos. Na terceira etapa tratam-se os procedimentos metodológicos que definiram os cenários, as classificações e as etapas de pesquisa. Posteriormente, a quarta seção traz os resultados, os estudos de viabilidade e as análises dos resultados. Então, tem-se a seção com as conclusões do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como demonstração que este é um estudo que aborda um assunto relevante no meio acadêmico e científico, realizou-se uma pesquisa bibliográfica em algumas bases de dados do Portal de Periódicos da Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram considerados artigos publicados nos últimos 10 anos.

Como resultado da pesquisa obteve-se a maior quantidade de artigos referentes ao tema “*Economic Viability*”, porém ainda em conceito amplo de estudo para este trabalho. Utilizou-se então “*Solar Energy Viability Analisis*” para que se imprimisse maior fidelidade ao tema abordado pelo presente trabalho. A Tabela 1 mostra o número de resultados encontrados por base de pesquisa e por palavras-chave.

Tabela 1 - Relação de artigos publicados nas bases de dados utilizando palavras-chave listadas em inglês

<b>Palavras-chave</b>	<b>Emerald</b>	<b>Springer link</b>	<b>Scopus</b>	<b>Science direct</b>	<b>Web of science</b>
“Economic Viability”	24.349	76.827	15.370	185.335	9.157
“Feasibility PV”	395	10.101	3.083	36.516	2.491
“Viability PV System”	278	6.533	590	20.948	521
“PV System”	1796	139.068	50.010	162.194	36.615
“Solar Energy”	3868	210.202	208.169	386.208	147.287
“Solar Energy Viability Analisis”	680	8.311	703	40.349	490
“Photovoltaic System Viability”	157	1.907	714	15.536	501

Fonte: Do autor (2019).

Do total dos achados, utilizou-se 26 artigos da pesquisa realizada na plataforma CAPES, porém sendo esses artigos sobre análises de viabilidade de energia solar. Além disso, utilizam-se outras fontes, como teses e livros.

A presente seção foi dividida em três subseções, sendo elas sistemas fotovoltaicos, Engenharia Econômica e a aplicação de Engenharia Econômica.

## 2.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Segundo Tyagi *et al.* (2013) a energia solar fotovoltaica consiste basicamente na conversão da luz solar, ou a radiação da mesma, em eletricidade. Hoffmann (2006) considera este método como o mais elegante para tal conversão, já que se destaca pela não emissão de gás ou de ruído (MUNDO-HERNANDEZ *et al.*, 2014), o que aliado a sua abundância, torna-se uma atrativa solução para quem deseja investir nesta área.

Para elucidar em valores esta abundância, o nível de radiação representa um ponto de destaque para o crescimento dessa tecnologia em nível nacional, já que a incidência mensal média da região sul, zona de menor valor, foi de  $4.444 \text{ Wh/m}^2$  no ano de 2016 (PEREIRA *et al.*, 2017). Em comparação à Alemanha, um dos países líderes desse mercado, Rüther (2010) concluiu, através de mapas de incidência solar, que a região do país europeu mais ensolarado possui 40% menos incidência que o sul do Brasil.

### 2.1.1 Princípios de funcionamento

O principal fundamento para o funcionamento dos sistemas fotovoltaicos é o efeito fotoelétrico, que ocorre quando a componente luminosa constituída por fótons incide em um material semicondutor, sendo que os elétrons presentes neste material são ativados gerando assim eletricidade (SAMPAIO; GONZÁLEZ, 2017). Este efeito foi essencial para a construção da primeira célula solar de silício (CHAPIN; FULLER; PEARSON, 1954).

A célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, mas estabelece um fluxo de elétrons em um circuito elétrico quando houver incidência de luz sobre a mesma (NASCIMENTO, 2004). Segundo a definição de Severino e Oliveira (2010), a utilização do efeito fotovoltaico (surgimento da tensão elétrica), para a aplicação em células fotovoltaicas, é responsável por ocasionar uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor quando exposto à absorção da luz solar.

### 2.1.2 Aplicações de sistemas fotovoltaicos

Para Pinho e Galdino (2014), os sistemas fotovoltaicos podem atuar em sistemas autônomos, *off-grid*, ou em sistemas conectados à rede elétrica, *on-grid*,

que se classificam como geração centralizada e distribuída. Os objetivos de cada aplicação, assim como a disponibilidade de recursos energéticos, são determinantes na seleção das alternativas, que podem ou não depender apenas da fonte solar.

De acordo com Sampaio e González (2017), o potencial desse setor energético é obtido através do recente desenvolvimento dos materiais, do *design* de dispositivos, das tecnologias de produção e dos novos conceitos que buscam aumentar a eficiência global das células.

### **2.1.3 Sistemas fotovoltaicos isolados (off-grid)**

Bortoloto *et al.* (2017) declaram que um sistema fotovoltaico isolado é caracterizado por não se conectar à rede elétrica, desta maneira, o sistema abastece diretamente os aparelhos que utilizarão a energia elétrica. Além disso, a energia excedente pode ser armazenada em um sistema de baterias (acumuladores), sendo capaz de alimentar aparelhos elétricos no período em que não há geração de energia.

Os sistemas fotovoltaicos isolados (*off-grid*) são amplamente utilizados em áreas onde o abastecimento através das redes de transmissão de energia elétrica é deficitário ou inexistente, podendo ser observado em áreas rurais, fazendas, praias e regiões pobres (BORTOLOTO *et al.*, 2017).

### **2.1.4 Sistemas fotovoltaicos conectados à rede (on-grid)**

Segundo Pinho e Galdino (2014), um sistema fotovoltaico conectado à rede caracteriza-se pela ligação direta dos painéis fotovoltaicos com a rede elétrica, dispensando assim o uso de baterias (acumuladores), já que a energia gerada pelo sistema pode ser usada diretamente ou ser transmitida à rede elétrica, gerando crédito ao proprietário do sistema fotovoltaico junto à concessionária que abastece a rede.

Pertencente ao sistema há um inversor solar, que transforma a corrente contínua gerada pelos painéis em corrente alternada. Quando a energia gerada pelo sistema não é capaz de alimentar a demanda energética, a rede elétrica transmite o faltante, e essa energia será cobrada pela companhia elétrica que presta serviço ao consumidor (PINHO; GALDINO, 2014).

### **2.1.5 Parâmetros para a utilização dos sistemas fotovoltaicos**

Necessita-se a análise de demanda energética e o período de retorno do montante investido para tais projetos (CAMPOS *et al.*, 2014), assim como considerar a vida-útil e a quantidade de energia gerada para determinar o custo unitário da energia elétrica (VERMA; DONDAPATI, 2017). Conforme Patil *et al.* (2017), esta última despesa corresponde uma das principais referências para indicar a eficiência dos sistemas fotovoltaicos, já que apresenta o custo-benefício da geração estudada. Vale ressaltar a importância de analisar a área de instalação do sistema fotovoltaico, já que se definem taxas de incidência solar, assim como políticas governamentais implicadas (PATIL *et al.*, 2017).

### **2.1.6 Cenário brasileiro para a geração fotovoltaica**

Conforme Marques, Krauter e Lima (2009), o Brasil possui um excelente índice de radiação solar, principalmente no nordeste brasileiro. Os autores citam que na região semi-árida é onde está o melhor índice, com valores constantes entre 200 a 500 W/m<sup>2</sup> de potência contínua, o que equivale a 1752 a 2190 KWh/m<sup>2</sup> por ano de radiação incidente. Esses dados consagram a região nordeste do Brasil entre os locais do mundo com maior potencial de energia solar.

Além disso, Soltermann e Silva (1998) estudaram a possibilidade da produção de energia elétrica e hidrogênio eletrolítico pelo uso de energia fotovoltaica focado no nordeste do Brasil. Eles demonstraram a viabilidade técnica e econômica do estudo quando associado à hidroeletricidade secundária da região. Bione, Vilela e Fraidenaich (2004) compararam a eficiência de sistemas de bombeamento de água fotovoltaico com seguidores solares e houve uma redução na ordem de 19% nos custos destes sistemas quando comparados aos tradicionais, os quais trabalham de forma fixa na absorção da radiação.

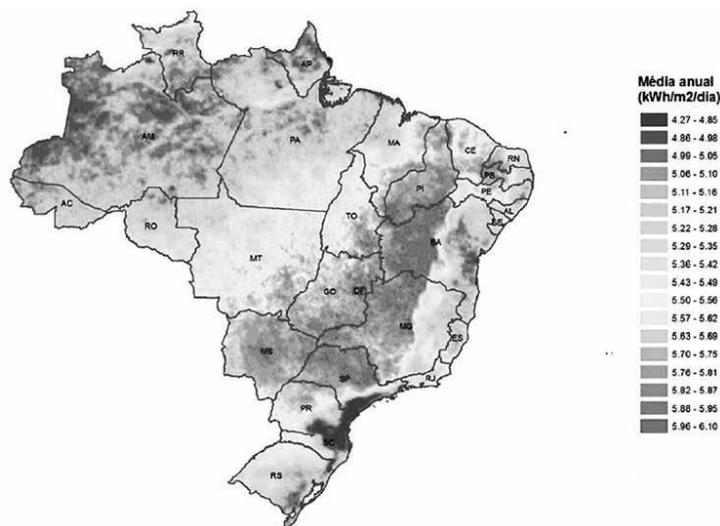
Já de acordo com Martins, Pereira e Echer (2004), como o Brasil tem uma grande potência, pode contribuir com benefícios em longo prazo viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas, reduzindo a conta de energia elétrica para os consumidores, diminuindo também a dependência do petróleo e seus derivados na geração de eletricidade.

Segundo Salomoni e R  ther (2007), comparando o consumo energético da Alemanha e o Brasil, mesmo o país europeu tendo um número considerável menor de habitantes em relação ao país sul-americano, seu consumo   o dobro. Então dados de estudo realizados pelos autores indicam que se o Brasil possuísse a mesma potência fotovoltaica instalada na Alemanha, teria uma gera o energética e um impacto no suprimento da demanda significativamente maior, já que possui, em média, um nível de radia o solar maior.

Entretanto, em um projeto realizado pela Embaixada Italiana (2015) e pela ANEEL (2015), a implanta o de um sistema contando com 405 painéis fotovoltaicos, totalizando uma potência de 49,01 KW, gera uma produ o estimada em 86.162 KWh/ano, em um consumo estimado de 327.209 KWh/ano, gerando uma economia de 19%, além disso possibilita reduzir 7,6 ton/ano de emissões de CO<sub>2</sub>. Mostrando assim que   possível realizar bons investimentos no território brasileiro.

A Associa o da Indústria de Cogera o de Energia (COGEN) (2012) demonstra graficamente a diferença entre a Alemanha, líder mundial na gera o solar fotovoltaica, e o Brasil, cenário de estudo para o presente trabalho. A radia o solar média diária no Brasil varia de 4,27 e 6,1 KWh/m<sup>2</sup>/dia, tendo como a região de pior  ndice uma incidência entre 4,7 e 4,85 KWh/m<sup>2</sup>/dia. Por exemplo, no país europeu estes índices não ultrapassam 3,4 kWh/m<sup>2</sup>/dia, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Média anual de incidência solar no Brasil



Fonte: ResearchGate (2016).

Para Blank e Tarquin (2008), a Engenharia Econômica consiste na formulação, estimativa e avaliação de resultados econômicos. Para isso, utiliza-se um conjunto de técnicas matemáticas que simplifica a comparação econômica. Segundo Sharma (2011), pode-se definir Engenharia Econômica como o estudo da viabilidade de possíveis soluções para problemas de engenharia.

## 2.2 ENGENHARIA ECONÔMICA

De acordo com Hirschfeld (2000), o conhecimento de matemática financeira, ciência exata que expõe as relações do binômio tempo e dinheiro é a base para os métodos utilizados em Engenharia Econômica. E conforme Torres (2004), o nome Engenharia Econômica justifica-se pela maior parte das análises de investimentos dependerem de questões técnicas, e quando aplicada às organizações cabe ao engenheiro formular as alternativas com base nas recomendações de engenharia. Para melhor entendimento, esta subseção foi dividida nos seguintes itens: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* Simples (PBS), *Payback* Descontado (PBD), *Levelized Cost of Energy* (LCOE) e Engenharia Econômica aplicada.

### 2.2.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Blank e Tarquin (2008), para obter lucro em um investimento, espera-se receber uma quantia maior de dinheiro do que o capital investido, ou seja, o retorno do que foi aplicado. Além disso, os autores ainda constataram que as alternativas que a engenharia utiliza são consideradas em função de estimativas de que uma taxa de retorno pode ser prevista. Esta taxa é chamada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

De acordo com Blank e Tarquin (2008), a TMA é o um importante critério para aprovação de uma alternativa que corresponde a um investimento seguro, que represente um risco mínimo ao investimento, e deve possuir um valor mais alto que uma taxa esperada de um banco. Já Ávila (2013) a define como a menor rentabilidade requerida para a remuneração de um projeto, ou seja, a remuneração correspondente de cada alternativa de investimento analisada.

E para que as propostas sugeridas sejam consideradas, devem apresentar pelo menos valor igual à TMA. Já para a realidade das indústrias, esse valor deve ser maior que o custo médio ponderado do capital que a companhia deve superar para obter os investimentos necessários (BLANK; TARQUIN, 2008).

### 2.2.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) é definido pela diferença de determinados valores, sendo eles, o presente e o futuro do fluxo de caixa, considerando-se a TMA (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2010). E com base nas taxas e retornos, o VPL compara o valor de um investimento hoje com o valor futuro do capital investido. Para o estudo de viabilidade de um projeto em longo prazo, o VPL é um dos métodos mais efetivos de avaliação.

De acordo com Torres (2004), para o estudo do método, baseado no somatório do fluxo de caixa trazido ao presente, resulta-se em um valor positivo, negativo ou nulo, quando se considera entradas e saídas de caixa. É de extremo interesse do investidor que os valores obtidos como resultados sejam positivos, ou ao menos nulos, sendo que quanto maior o valor, mais atrativo economicamente é o projeto (TORRES, 2014). Além disso, Ávila (2013) conclui que este método é justificado pela representação do valor atual de dinheiro que será ganho com a equivalência da quantidade de riqueza que poderá gerar, em medidas e valores monetários referentes à data de análise.

Thuesen e Fabrycky (2001) descrevem que o VPL é um valor absoluto na unidade considerada, seja ela qual for e apresentam a Equação 1.

$$VPL(i) = \sum_{t=0}^n \frac{F(t)}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Onde:

$i$  é a taxa de desconto;

$t$  é o período que está sendo avaliado;

$F(t)$  é o fluxo genérico para  $t = (0... n)$  que pode ser positivo ou negativo;

$VPL(i)$  é o valor presente líquido descontado de uma taxa  $i$ ;

$n$  é o número de períodos.

### 2.2.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Newnan, Lavelle e Eschenbach (2014) definem a Taxa Interna de Retorno (TIR) como a taxa de juros no qual as entradas são equivalentes às saídas. Ardível (2015) propõe que seja calculada a taxa que zere o valor presente encontrado para o fluxo de caixa, sendo considerados projetos rentáveis aqueles com a TIR com valor superior a TMA.

Deste modo, a atratividade de um investimento tem direta relação com o valor da TIR, ou seja, uma TIR alta indica que a oportunidade de investimento é favorável ao empreendedor (RODRIGUES *et al.*, 2016). É de suma importância diferenciar os conceitos financeiros entre a TIR e a TMA, já que esta segunda corresponde à remuneração desejada, previamente definida ao investimento do capital.

Thuesen e Fabrycky (2001) descrevem a TIR como um índice que mensura a eficiência do investimento para uma unidade de tempo. Calcula-se pela Equação 2.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{F(t)}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

Onde:

$i$  é a taxa de retorno, ou TIR;

$F(t)$  é o fluxo de caixa genérico para cada período  $t$ .

Ainda segundo os autores, a tomada de decisão da TIR é dada através de: se  $TIR > TMA$ , o projeto é economicamente viável; se  $TIR < TMA$ , o projeto é economicamente inviável; se  $TIR = TMA$ , é indiferente investir os recursos.

### 2.2.4 Payback Simples (PBS)

O *Payback* define-se como o período de tempo necessário para a recuperação do capital inicialmente investido em um determinado projeto. Utiliza-se para avaliar a atratividade econômica de um investimento. Ou seja, a partir de que período de tempo o investidor liquida os seus investimentos e começa a gerar lucros com o projeto (THUESEN; FABRYCKY, 2001).

O *Payback Simples* (PBS) um método de utilização particular, pois considera a capitalização do investimento de modo que as taxas de juros sejam consideradas

nulas (HIRSCHFELD, 2000). O autor ainda diz que essa análise não condiz com a realidade, visto que o valor do dinheiro investido não é supostamente o mesmo em qualquer ocasião do período de avaliação.

Thuesen e Fabrycky (2001) define *Payback* simples como o menor valor de  $n$  que satisfaça a Equação 3.

$$\sum_{t=0}^n F(t) \geq 0 \quad (3)$$

Onde:

$F(t)$  é o valor do fluxo de caixa para cada período  $t$ .

$n$  é o número total de períodos avaliados.

Tem-se um PBS viável quando o valor do tempo necessário para o *payback* é igual ou menor ao fixado pelo investidor.

### 2.2.5 Payback Descontado (PBD)

O *Payback* Descontado (PBD) leva em consideração parâmetros reais e então mais confiáveis para a análise de investimentos, pois utiliza a taxa de juros para determinar o tempo necessário para recuperar o capital investido em determinado projeto.

Autores utilizam deste método como forma de correção à falha indicada no método anterior (método de *Payback* simples), a partir de procedimentos semelhantes de cálculos, porém transpondo o fluxo de caixa para o valor presente, conforme a taxa de desconto ou a TMA definida (VILELA *et al.*, 2013).

Thuesen e Fabrycky (2001) apresentam a Equação 4.

$$\sum_{t=0}^n \frac{F(t)}{(1+i)^t} \geq 0 \quad (4)$$

Onde:

$n$  é o número total de períodos;

$t$  é o período que está sendo avaliado;

$F(t)$  é o fluxo de caixa para cada período  $t$ ;  
 $i$  é taxa de juros utilizada.

### 2.2.6 Levelized Cost of Energy (LCOE)

De acordo com Branker, Pathak e Pearce (2011), é de extrema importância o conhecimento prévio quanto ao custo real da energia gerada para a compreensão do custo-eficácia em projetos de instalação de painéis fotovoltaicos. Sendo assim, o método do *Levelized Cost of Energy* (LCOE) é uma ferramenta essencial de avaliação comparativa da relação custo-benefício de diferentes tecnologias para a geração de energia. Segundo De Andres *et al.* (2017), o setor energético utiliza como prática padrão o método LCOE, servindo como critério de referência ao qual a maioria dos projetos são julgados.

De acordo com Pawel (2014), este método é definido como uma relação entre o custo de vida útil de um investimento pela energia acumulada gerada pelo mesmo. A variação deste método é de acordo com a tecnologia, com o país, com o projeto realizado com base nos recursos de energia renovável, com o capital, com os custos operacionais e da eficiência da tecnologia utilizada conforme divulgação realizada pela *Internacional Renewable Energy Agency* (IRENA) no ano de 2012. Em contraponto, o método não inclui os riscos e nem os métodos de financiamento disponíveis para a tecnologia utilizada (BRANKER; PATHAK; PEARCE, 2011).

Para a determinação do LCOE para a instalação de sistemas fotovoltaicos é necessário (sigla em inglês para *Capital Recovery Factor*) para o período cálculo do fator de recuperação do capital (CRF analisado, obtido pela Equação 5 descrita por (RAMADHAN; NASEEB, 2011).

$$CRF = \frac{(i * (1 + i)^n)}{[(1 + i)^n - 1]}$$

5)

Onde:

$i$  é a taxa de juros aplicada [% ao período];

$n$  é o período de análise [períodos]. Após a definição deste fator é possível obter o LCOE segundo a Equação 6.

$$LCOE = \frac{(CI * CRF) + \sum_n CM}{\sum_n PT} \quad (6)$$

Onde:

**CI** é o custo de instalação [R\$];

**CRF** é o fator de recuperação do capital;

**n** é o número de períodos [períodos];

**CM** é o custo de manutenção ao longo do período [R\$];

**PT** é a produtividade total [KWh].

### 2.3 ENGENHARIA ECONÔMICA APLICADA

Hobmeir e Trindade (2015) desenvolveram uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão quanto à utilização de sistemas fotovoltaicos na indústria através do estudo de energias renováveis, bem como os critérios estabelecidos para a instalação de sistemas fotovoltaicos em indústrias que estejam de acordo com a Resolução 482/2012 da ANEEL (HOBMEIR; TRINDADE, 2015).

Hobmeir e Trindade (2015) contemplam a aplicação da energia fotovoltaica, considerando os valores envolvidos para a sua instalação, com o desenvolvimento de uma ferramenta para calcular a viabilidade econômica da utilização da energia solar fotovoltaica em instalações industriais.

Primeiramente foram realizadas pesquisas em sites de fornecedores, utilizando informações referentes a módulos e inversores, os quais apresentavam maiores números de informações sobre suas características técnicas.

Hobmeir e Trindade (2015) ainda utilizaram o Atlas Solarimétrico, que foi desenvolvido sob a coordenação do Centro de Pesquisas de Eletricidade da ELETROBRÁS. Foi criado um Grupo de Trabalho em Energia Solar Fotovoltaica que fizeram uma análise e descreveram a solarimetria no Brasil, colocando a quantidade média de insolação das regiões brasileiras, conforme a Figura 2.

Os autores utilizaram-se da área disponível que a indústria tem para a instalação de placas fotovoltaicas, seja em telhado ou no chão. Além disso, programam o módulo dos painéis conforme sua capacidade, mesmo que suas dimensões e volumetria sejam bastante parecidas. O valor comercial é alterado de acordo com sua capacidade.



curso. Como demonstração tem-se os índices financeiros utilizados na trabalho de pesquisa, são eles: PBS, VPL, TIR.

Portanto, fez-se necessário o preenchimento da alíquota para a realização dos cálculos. Tal tributo refere-se à média anual. Estipularam-se comparações entre Poupança, CDB e SELIC, sempre com as alíquotas atualizadas de acordo com o momento do estudo de viabilidade. A partir destes dados, tem-se a viabilidade do projeto baseado em informações contábeis (HOBMEIR; TRINDADE, 2015).

Além de Hobmeir e Trindade (2015) e Harder e Gisbon (2011) desenvolveram um estudo avaliativo de custos e benefícios para produzir energia solar em larga escala em Abu Dhabi a partir de painéis fotovoltaicos. Além de considerar a previsão de produção de energia elétrica, estes autores também avaliaram o impacto ambiental e a viabilidade econômico-financeira do projeto. Para o estudo desta última foram necessários estudos referentes aos métodos VPL, PBS e TIR. Além destes métodos, os autores ainda utilizaram a Análise de Sensibilidade para observar qual a influência de determinados parâmetros no resultado do projeto em Abu Dhabi.

Em trabalho semelhante Khalid e Junaidi (2013) procuraram determinar a melhor localização para a implantação de uma usina fotovoltaica no Paquistão, para isso, em alguns fatores, determinaram a viabilidade econômica do projeto. Considerando todos os fatores de cálculo de origem da engenharia econômica, determinaram os valores de cada método: VPL, PBS, TIR.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção subdivide-se em três subseções. A primeira constitui-se da apresentação do cenário onde o presente trabalho de pesquisa será aplicado. A segunda traz as classificações do método de pesquisa que será aplicado. A terceira resume as etapas da pesquisa realizada.

#### 3.1 CENÁRIO

Com base em informações sobre o porte das indústrias observam-se variações nos parâmetros considerados para a determinação do tamanho das mesmas. Em específico, se levou em consideração parâmetros do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) para o esclarecimento dos portes das indústrias. Segundo o SEBRAE, os negócios empresariais são formados pelas micro e pequenas empresas (MPE). As MPE's respondem por 52% dos empregados com carteira assinada no setor privado (16,1 milhões).

De acordo com o Portal do Empregador, no Brasil existem 3,7 milhões de MEI (dados de dezembro de 2013). As micro e pequenas empresas podem ser classificadas de acordo com o número de empregados e com o faturamento bruto anual. O objeto e cenário de pesquisa do presente trabalho serão indústrias de micro e pequeno porte.

#### 3.2 MÉTODOS DE PESQUISA

Segundo Fonseca (2002), metodologia consiste no estudo de caminhos a serem percorridos e dos instrumentos utilizados para o cumprimento da pesquisa científica. Gil (2008) define pesquisa como o procedimento racional e sistemático que visa proporcionar respostas aos problemas que são propostos.

A pesquisa realizada neste trabalho classifica-se como de natureza aplicada. A pesquisa aplicada tem como principal objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigindo-se à solução de problemas específicos (GERHARDT *et al.*, 2005). Baseando-se em Gil (2008), quanto aos objetivos este trabalho classifica-se como uma pesquisa descritiva, sendo uma pesquisa com relação de parâmetros diversos, sendo realizado um estudo detalhado, com levantamento de dados, análise e interpretação dos mesmos.

Quanto aos procedimentos técnicos esta pesquisa é definida como de modelagem e simulação. Segundo Miguel (2006), estes procedimentos de pesquisa utilizam variáveis em um modelo matemático com a simulação efetuada de cenários a fim de solucionar um problema proposto. Já em relação ao método de pesquisa, é denominada axiomática quantitativa, onde se procura encontrar soluções para o modelo em questão, assegurando que as mesmas ajudem no esclarecimento do problema, sendo que esse tipo de pesquisa produz conhecimento sobre certos parâmetros do modelo, baseada em premissas sobre o comportamento de outros parâmetros do modelo (MIGUEL, 2006).

### 3.3 ETAPAS DE PESQUISA

A fim de melhor esclarecer os procedimentos metodológicos da pesquisa este estudo foi dividido em etapas. Para a realização do dimensionamento técnico fez-se uso de quatro demandas energéticas obtidas através de dados fornecidos pelo SEBRAE. A distribuição da amostra planejada foi composta por 150 empresas industriais, 150 de comércio e 150 de serviços. Os dados divulgados neste relatório para o conjunto das MPEs são obtidos a partir da média ponderada dos três setores de atividade. Os ponderadores (16,5% para indústria, 48% para comércio e 35,5% para serviços) seguem a mesma participação relativa destes setores no universo das MPEs do Estado de São Paulo, obtidos a partir de dezembro de 1999, excluídas as empresas sem empregados.

Para estabelecer a TMA utilizada no estudo de viabilidade econômica, utilizou-se o rendimento médio mensal da poupança dos últimos sete anos, através da ferramenta Calculadora do Cidadão do Banco Central do Brasil. Para a inflação foi utilizado a taxa média dos últimos dez anos, retirada da Calculadora do Cidadão para o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPC-A) disponibilizado pelo IBGE.

Depois se contatou uma empresa especializada em energia solar situada em Santa Maria, no Rio Grande do Sul, que forneceu orçamentos dos sistemas fotovoltaicos, bem como da instalação e da manutenção dos mesmos.

Foram simulados dezesseis cenários possíveis, sendo estes dezesseis resultados dos cruzamentos de quatro faixas de consumo de energia com quatro bandeiras tarifárias incidentes. As quatro diferentes tarifas de energia elétrica foram obtidas através do endereço eletrônico da Companhia Estadual de Energia Elétrica

(CEEE). Após a coleta e organização dos dados foi possível aplicar os métodos de Engenharia Econômica, sendo eles: VPL, TIR, Payback Simples e Payback Descontado, calculados com o auxílio do software Microsoft Excel e relacionados com o método LCOE. Por fim, foram desenvolvidas as conclusões.

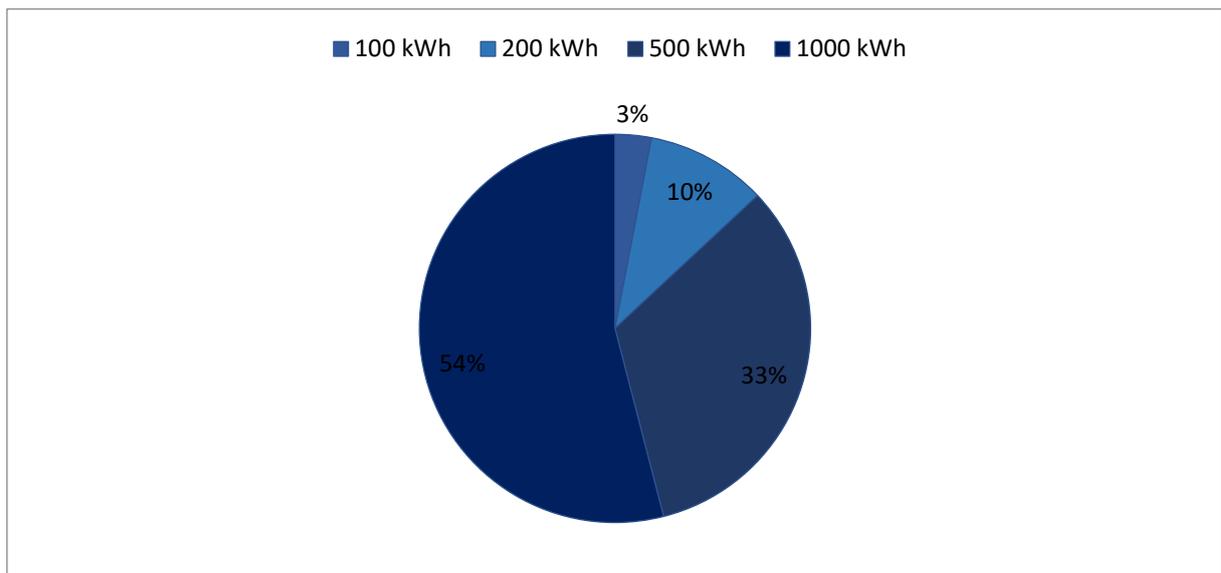
## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

A presente seção de resultados e análises será subdividida em cinco subseções. A primeira trata de assuntos referentes ao dimensionamento técnico dos sistemas fotovoltaicos. A segunda traz dados para o estudo de viabilidade econômica. A terceira subseção aborda os cenários de cálculo modelados. Na quarta realizam-se cálculos pelo método LCOE. Na quinta subseção os resultados obtidos são analisados.

### 4.1 DIMENSIONAMENTO TÉCNICO

De acordo com a demanda energética disponibilizada pelo SEBRAE (2001) foi possível estabelecer 4 faixas de consumo diferentes para este estudo, como se observa na Figura 3. Vale destacar aqui uma grande limitação desta pesquisa. O ideal seria a utilização de dados de consumo de energia elétrica apenas das indústrias e, claro, dados atualizados. Contudo, estes foram os dados mais recentes encontrados onde se relacionam as demandas energéticas das indústrias brasileiras.

Figura 3 - Demanda energética em porcentagem por faixa de consumo



Fonte: SEBRAE (2001).

Tomou-se como base o consumo mensal de energia em KWh. Observa-se na Figura 3 que apenas 3% das MPEs consomem até 100 KWh. Entretanto, 54% das indústrias analisadas consomem mensalmente mais de 500 KWh. O dimensionamento técnico levou em consideração a demanda energética apresentada na Figura 3, ou seja, quatro sistemas fotovoltaicos. Empregam-se no dimensionamento técnico do sistema, além dos painéis fotovoltaicos, inversores de corrente elétrica, estruturas de fixação, cabeamentos e *stringboxes*, assim como o projeto e a instalação. Todos esses valores foram incluídos posteriormente nos cálculos de viabilidade econômica.

Os inversores, equipamentos responsáveis pela transformação da corrente contínua proveniente das placas fotovoltaicas em corrente alternada para o uso industrial, têm sua potência alterada conforme a potência exigida pelo sistema. Para as demandas de até 100 kWh e de até 200 kWh a potência do inversor é de 1,5 kW. Já para a demanda de até 500 kWh a potência do inversor é de 5 kW. Por fim, para a demanda de até 1000 kWh a potência do inversor é de 7,5 kW.

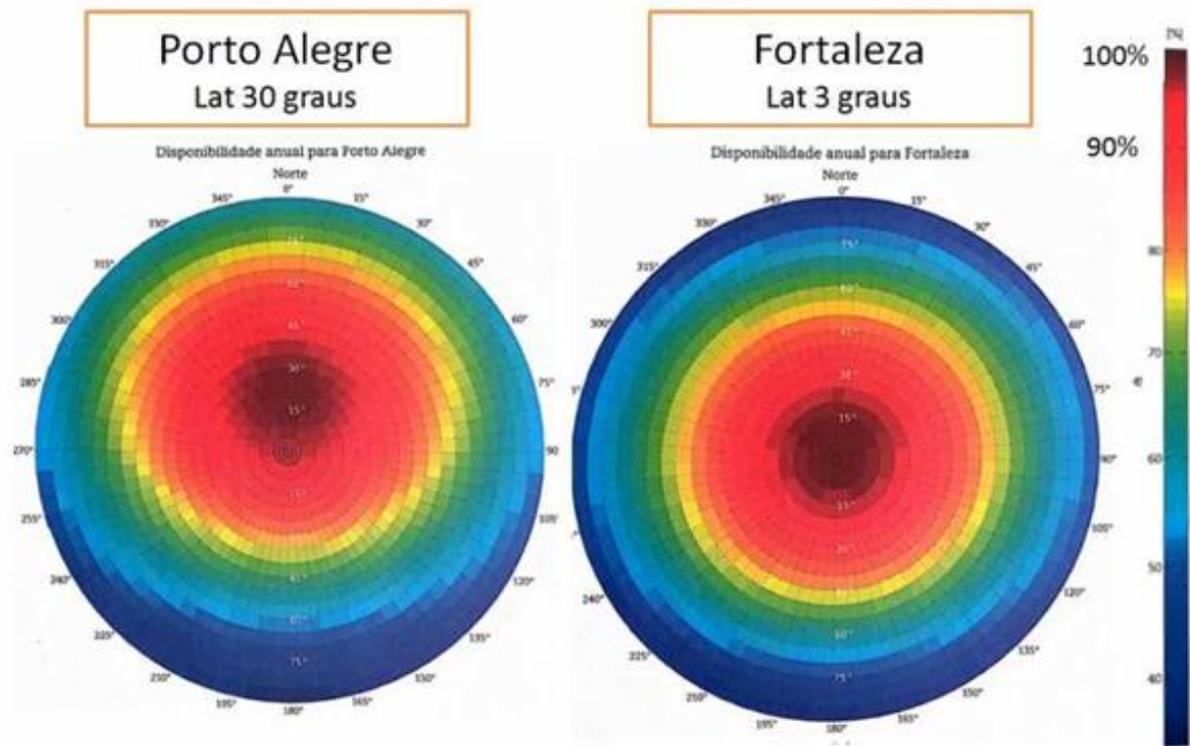
Pode-se observar o dimensionamento dos inversores conforme a demanda, não sendo preciso acrescentar o número dos mesmos, mas sim instalá-los levando em consideração o consumo exato, pois o mercado disponibiliza inversores de até 27 kW.

Para que a estrutura metálica tenha seu peso reduzido e suporte as intempéries, como por exemplo, a corrosão, estas são fabricadas em alumínio liga 6063 e 6005, que oferecem maior resistência frente a outras ligas de mesma matéria prima (LAURITO et al., 2012). A composição química do alumínio e suas ligas são expressas em porcentagem, obedecendo à Norma ABNT NBR 6834, que abrange o sistema de classificação e a densidade nominal das ligas trabalháveis.

Afim de um maior aproveitamento solar, e considerando o fato de que o estudo aplicado realiza-se no hemisfério sul do globo terrestre, os painéis fotovoltaicos devem ser instalados na orientação norte considerando os pontos cardeais.

Na escolha da estrutura de fixação para os sistemas fotovoltaicos levou-se em consideração este posicionamento solar, ou seja, com 20° de inclinação à latitude norte, pois a direção estabelecida confere maior aproveitamento dos raios solares, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Orientação solar no Brasil



Fonte: Pereira, Cataldi e Miranda (2017).

Aliado a isso, através do número de placas instaladas, e suas respectivas áreas, pode-se configurar a potência gerada em cada um dos sistemas. Para esclarecer este preceito, a Tabela 2 foi elaborada.

Tabela 2 - Relação entre quantidade de painéis e potência nominal

	Demanda de até 100 kWh	Demanda de até 200 kWh	Demanda de até 500 kWh	Demanda de até 1000 kWh
<b>Número de Painéis</b>	3	5	12	23
<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	6	10	24	46
<b>Potência nominal (kWp)</b>	1,02	1,7	4,08	7,82
<b>Potência Efetiva (kWp)</b>	131	218	523	1003

Fonte: Do autor (2019).

Na Tabela 2 pode-se observar a relação entre as quantidades e áreas de painéis fotovoltaicos instalados e a potência nominal do sistema, podendo-se extrair assim a potência efetiva mensal de cada demanda. Para o sistema de até 100 kWh com os painéis utilizando 6m<sup>2</sup>, a potência nominal é de 1,02 kWp, ou seja, 131 kWh. Para o sistema de 1000 kWh, com a utilização de 46m<sup>2</sup> de área pelos painéis, a potência nominal é de 7,82 kWp, ou seja, 1003 kWh. Pode-se inferir que todas as potências geradas pelos sistemas dimensionados tecnicamente ultrapassam a demanda necessária.

A estrutura metálica que sustenta os painéis fotovoltaicos é dimensionada para suportar ventos de até 186 km/h de acordo com a NBR6123, que define as forças devidas ao vento em edificações, seguindo assim a ABNT.

Para todo o projeto são utilizados painéis de 340W de potência, que são amplamente comercializados, assim como sua estrutura policristalina que é mais acessível que outras estruturas físicas de cristalinização do mesmo material. São resistentes a granizo e suportam cargas de até 2400 Pa/m<sup>2</sup>.

#### 4.2 DADOS PARA O ESTUDO ECONÔMICO

Para o estudo econômico dos sistemas fotovoltaicos fez-se necessário buscar orçamentos com uma empresa especializada. Para os quatro dimensionamentos técnicos realizados na subseção anterior buscaram-se os orçamentos dos componentes, instalação e manutenção.

O custo total de instalação dos sistemas para cada uma das demandas analisadas foi apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo de implantação por demanda energética

	<b>Demanda de até 100 kWh</b>	<b>Demanda de até 200 kWh</b>	<b>Demanda de até 500 kWh</b>	<b>Demanda de até 1000 kWh</b>
<b>Implantação (R\$)</b>	7.700,00	10.015,00	21.949,82	35.435,00

Fonte: Do autor (2019).

Na Tabela 3 é possível observar o custo para cada sistema de acordo com sua demanda energética. Pode-se extrair que o custo de implantação para o sistema

de demanda de até 100 kWh é de R\$ 7.000,00. Já o investimento para a implantação do equipamento para a demanda de até 1000 kWh é de R\$ 35.435,00.

A manutenção dos equipamentos compreende a limpeza das placas e a troca dos inversores. O período de limpeza para as placas é recomendado a cada seis meses. A troca do inversor é estabelecida em dez anos pelo fabricante. As informações referentes à manutenção de cada dimensionamento encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Plano de manutenções dos painéis fotovoltaicos

	<b>Demanda de até 100 kWh</b>	<b>Demanda de até 200 kWh</b>	<b>Demanda de até 500 kWh</b>	<b>Demanda de até 1000 kWh</b>
<b>Inversor (R\$)</b>	2.528,14	2.528,14	5.804,98	7.069,69
<b>Limpeza (R\$)</b>	36,00	60,00	150,00	300,00

Fonte: Do autor (2019).

A partir da Tabela 4 observa-se a manutenção indicada pelo fabricante do material para a limpeza dos painéis e para a troca de inversor.

#### 4.2.1 Tarifa de energia elétrica

As tarifas referentes à energia elétrica são regulamentadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e homologadas através de resolução. A partir de 2015 as contas de eletricidade de todo Brasil ajustaram-se ao Sistema de Bandeiras Tarifárias, que são classificadas da seguinte maneira: verde, amarela e vermelha. Estas cores têm como objetivo indicar se haverá ou não acréscimo no valor destinado ao consumidor final, devido às condições de geração de energia (ANEEL, 2019a). Cada classificação subdivide-se da seguinte forma:

- a) bandeira verde – condições favoráveis à geração de energia – não resultando em acréscimos ao consumidor;
- b) bandeira amarela – condições de geração menos favoráveis – a conta de energia elétrica sofre um acréscimo de R\$ 0,010 para cada kWh consumido;

- c) bandeira vermelha Patamar 1 – condições mais custosas de geração de energia elétrica – a tarifa sofre um acréscimo de R\$ 0,030 para cada kWh consumido;
- d) bandeira vermelha Patamar 2 – condições que agravam ainda mais os custos de geração de energia elétrica no Brasil – a tarifa é acrescida de R\$ 0,050 para cada kWh consumido.

As MPE's pertencem à tarifa horária azul, subgrupo A4, que engloba unidades consumidoras com fornecimento em tensão superior a 2,3 kV e inferior a 25 kV (SEBRAE, 2001). Na Tabela 5 é possível verificar os valores pagos por kWh de 2016 até o ano de 2019 (valores isentos de ICMS, PIS, COFINS, adicionais de bandeiras e outras taxas).

Tabela 5 - Energia ativa em R\$/kWh

<b>Subgrupo A4 (2,3 kV a 25 kV)</b>	<b>Ponta (R\$/kWh)</b>	<b>Fora de Ponta (R\$/kWh)</b>
2019	0,54892	0,37209
2018	0,46620	0,32048
2017b	0,34693	0,24853
2017a	0,35276	0,25435
2016	0,47623	0,33274

Fonte: Do autor (2019).

Em maio de 2017 entrou em vigência uma nova tarifa regulamentada pela Resolução Homologatória ANEEL nº 2.214/2017. Por isso há uma divisão no quadro em 2017a e 2017b. A partir destes valores foram acrescentados nos cálculos os respectivos tributos e bandeiras tarifárias para chegar-se ao valor final pago por kWh.

#### **4.2.2 Taxa de juros do investimento e inflação**

Para os cálculos de viabilidade econômica do presente trabalho foram utilizadas como bases para a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) o histórico dos últimos seis anos da poupança na variação 51, que totalizaram um rendimento de 56,30%, de 2012 a 2018. Adota-se o período de seis anos, pois a partir do dia 4 de maio de 2012, conforme Lei nº 12.703, não é possível realizar depósitos em outra variação da poupança (BRASIL, 2012). Utilizando a Taxa de Juros Equivalente foi

possível calcular o rendimento mensal, que foi de 0,53306%. A Tabela 6 apresenta os valores referentes ao período de 2012 a 2018.

Tabela 6 - Histórico de rendimento da poupança

<b>Ano</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Rendimento da Poupança (% ao ano)	6,47	6,37	7,16	8,15	8,30	6,61	4,62

Fonte: Do autor (2019).

Para estabelecer a correção monetária foi realizada a análise de dados dos últimos 10 anos, condicionando os anos de 2008 até 2018, sendo utilizado como modelo de correção o Índice Nacional de Preços ao Consumidos (IPC-A) do IBGE. A Tabela 7 apresenta os valores referentes à inflação neste período.

Tabela 7 - Histórico da inflação

<b>Ano</b>	<b>Inflação pelo IPC-A (% ao ano)</b>
2018	3,7455
2017	2,9473
2016	6,2881
2015	10,6735
2014	6,4076
2013	5,9108
2012	5,8386
2011	6,5031
2010	5,9091
2009	4,3120
2008	5,9023

Fonte: Do autor (2019).

Durante o período de 2008 a 2018 é possível calcular a inflação total de 86,74%. A partir do cálculo pela equação da Taxa de Juros Equivalente, obtém-se uma média anual de 5,448%.

#### 4.3 CENÁRIOS PARA O ESTUDO ECONÔMICO

Para a base de cálculos foi considerado o custo de investimento dos sistemas fotovoltaicos, os custos de manutenção, o preço da tarifa de energia elétrica

(acrescidos os preços das bandeiras tarifárias e do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) de alíquota de 30%), a correção monetária e a TMA.

A Tabela 8 apresenta os 16 cenários considerados nos cálculos de viabilidade econômica.

Tabela 8 - Cenários de acordo com demanda energética e bandeiras tarifárias

<b>Bandeira Tarifária</b>	<b>Demanda Energética (kWh)</b>	<b>Cenário</b>
Verde	100	1
Verde	200	2
Verde	500	3
Verde	1000	4
Amarela	100	5
Amarela	200	6
Amarela	500	7
Amarela	1000	8
Vermelha Patamar 1	100	9
Vermelha Patamar 1	200	10
Vermelha Patamar 1	500	11
Vermelha Patamar 1	1000	12
Vermelha Patamar 2	100	13
Vermelha Patamar 2	200	14
Vermelha Patamar 2	500	15
Vermelha Patamar 2	1000	16

Fonte: Do autor (2019).

A partir disso, para calcular a receita gerada por cada sistema multiplicou-se o rendimento médio mensal do respectivo sistema fotovoltaico pela tarifa de energia elétrica acrescida do custo tarifário da bandeira no período, bem como, do ICMS incidente. Os custos de manutenção e a tarifa de energia elétrica foram corrigidos pela inflação média anual. O horizonte da análise foi estipulado em 300 meses, conforme a vida útil do sistema fotovoltaico. Este horizonte de análise foi estipulado pelo fabricante dos sistemas fotovoltaicos.

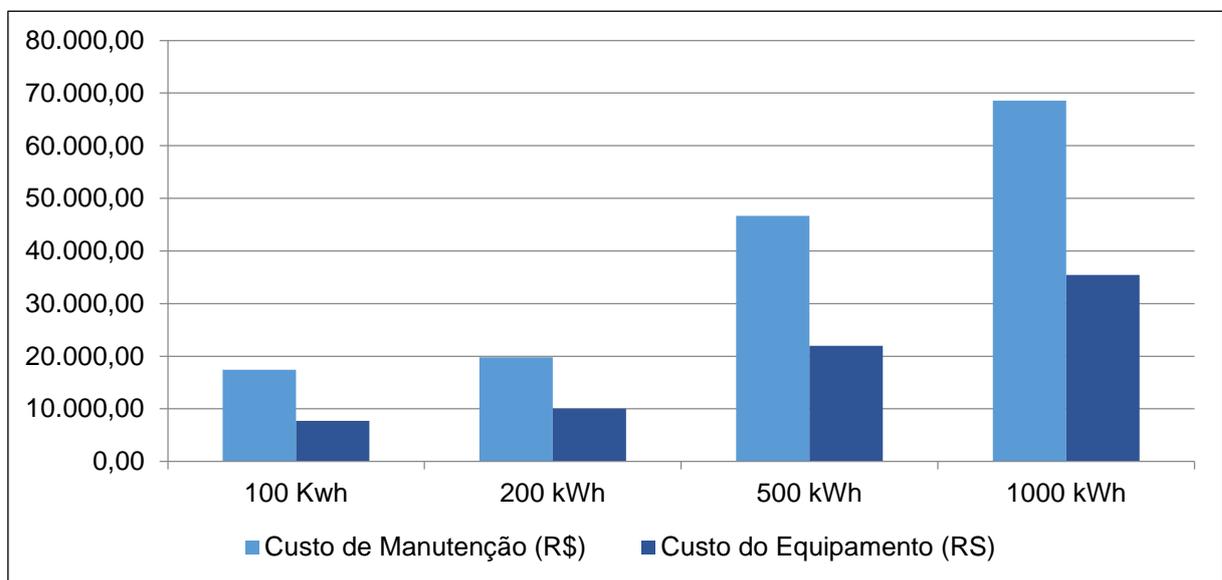
#### 4.4 MÉTODO LCOE

Um método de cálculo aplicado inicialmente neste trabalho foi o LCOE (*Levelized Cost of Energy*). Como explicado anteriormente são cálculos importantes

ao precificar o investimento, pois contemplam em valor presente todos os custos esperados ao longo do projeto, ou seja, investimento, operação e manutenção.

Para realizar estes cálculos é necessário estipular o valor do fator de recuperação de capital (CRF), que é demonstrada na Equação 5. Foi considerada a TMA de 0,5331% ao mês e o tempo de vida útil do equipamento, determinado em 300 meses. Utilizando CRF de 0,006687909 podem-se observar os custos de manutenção e equipamento para cada demanda analisada, ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Custos de manutenção e equipamento



Fonte: Do autor (2019).

Pode-se extrair da Figura 5 os valores referentes aos custos do sistema para cada demanda, podendo observar o custo do equipamento para demanda de até 100 kWh de R\$ 7.700,00 e o custo de manutenção configurado em R\$ 17.410,80. Por fim, para a demanda de até 1000 kWh extrai-se o custo do equipamento de R\$ 35.435,00 e o custo de manutenção estabelecido em R\$ 68.577,42.

Também se deve considerar o rendimento anual ofertado pelo sistema, calculado pela planilha eletrônica e ilustrado na Tabela 9.

Com a Tabela 9 podem-se observar os valores dos rendimentos anuais das demandas analisadas. Para a demanda de até 100 kWh o rendimento anual obtido é de 1572 kWh. E para a demanda de até 1000 kWh o rendimento anual é

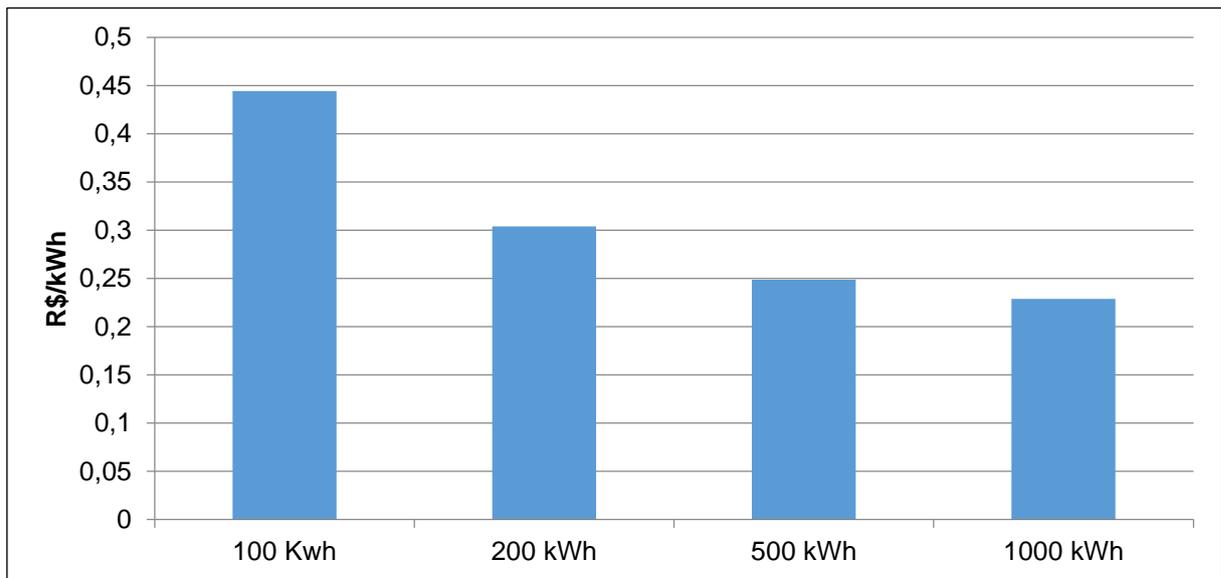
estabelecido em 12036 kWh. Com isso, é possível obter o LCOE conforme a Equação 6. A Figura 6 discrimina os valores de LCOE obtidos nos estudo de cada caso.

Tabela 9 - Rendimento anual do sistema

	<b>Demanda de até 100 kWh</b>	<b>Demanda de até 200 kWh</b>	<b>Demanda de até 500 kWh</b>	<b>Demanda de até 1000 kWh</b>
<b>Rendimento anual do sistema (kWh)</b>	1.572	2.616	6.276	12.036

Fonte: Do autor (2019).

Figura 6 - LCOE por demanda energética



Fonte: Do autor (2019).

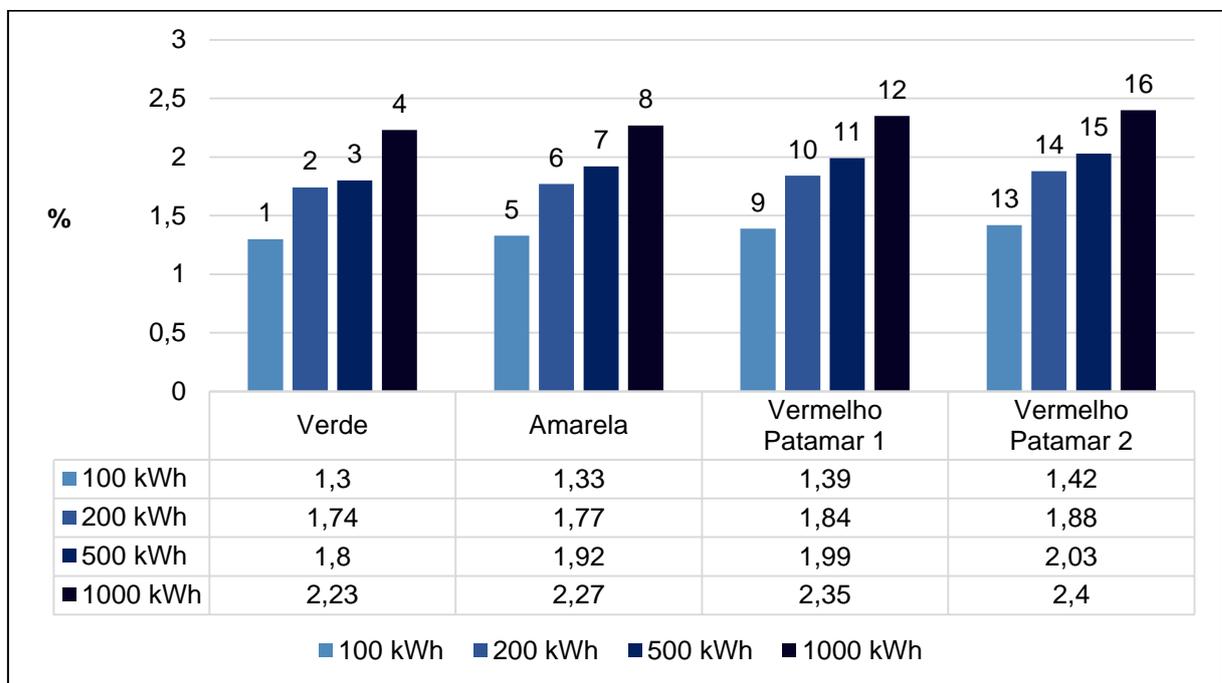
Da Figura 6 pode-se extrair o valor do LCOE correspondente a cada demanda energética. O valor para a demanda de até 100 kWh estabelece-se em 0,4443 R\$/kWh. E por fim para a demanda de até 1000 kWh o valor de LCOE estabelece-se em 0,2287 R\$/kWh.

Com esses dados é possível inferir que os sistemas fotovoltaicos para todas as demandas são economicamente viáveis, pois o seu valor de R\$/KWH é inferior às quatro tarifas de energia elétrica vigentes no Brasil.

#### 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o estudo de viabilidade econômica neste trabalho calculou-se o *Payback* Simples, *Payback* Descontado, VPL e TIR em função dos cenários estipulados e a vida útil de 300 meses dos sistemas. Das planilhas (Apêndices A, B, C e D) de cálculo podem-se extrair as porcentagens da TIR dispostos na Figura 7.

Figura 7 - Valores de TIR



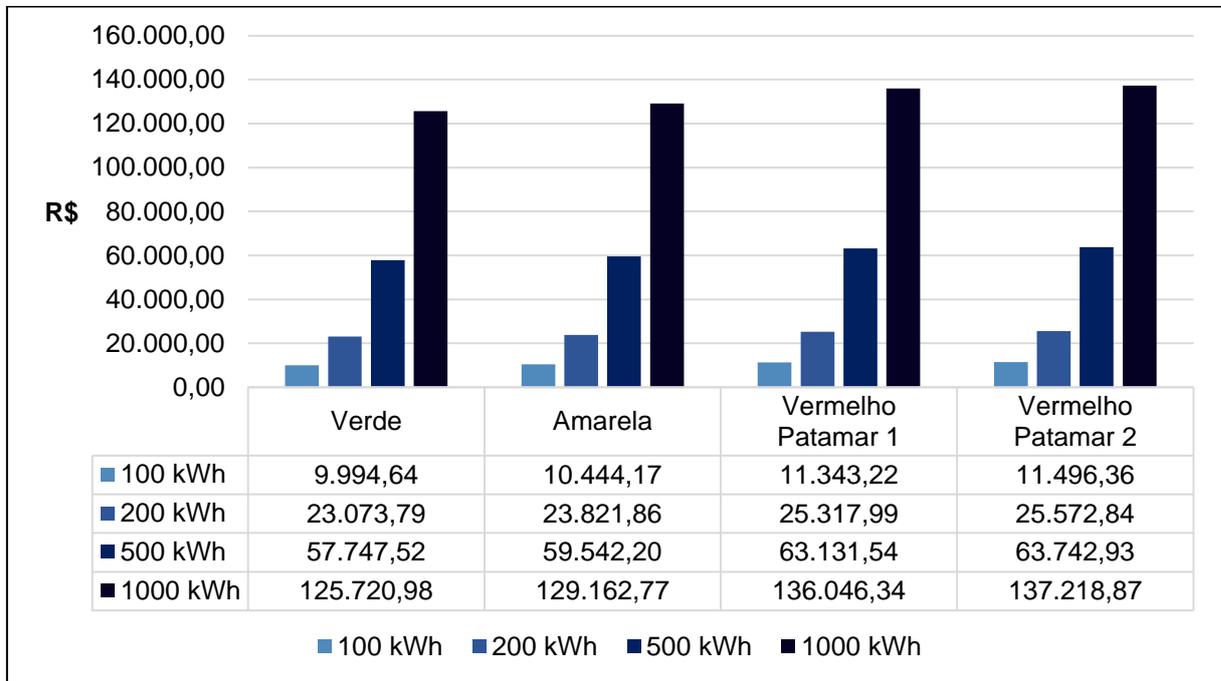
Fonte: Do autor (2019).

Na Figura 7 é possível verificar que todos os cenários da demanda energética são economicamente viáveis, pois a TIR resultante para os dezesseis cenários ficaram acima da TMA previamente definida.

Também se podem extrair os valores de VPL para os dezesseis cenários. Estes valores estão dispostos na Figura 8.

Na Figura 8 é possível observar que para a demanda de 100 kWh sob regime da bandeira tarifária verde o VPL é de R\$ 9.994,64. E para a demanda de 1000 kWh sob regime da bandeira tarifária vermelha patamar 2 o VPL é de R\$ 137.218,87.

Figura 8 - Valores de VPL



Fonte: Do autor (2019).

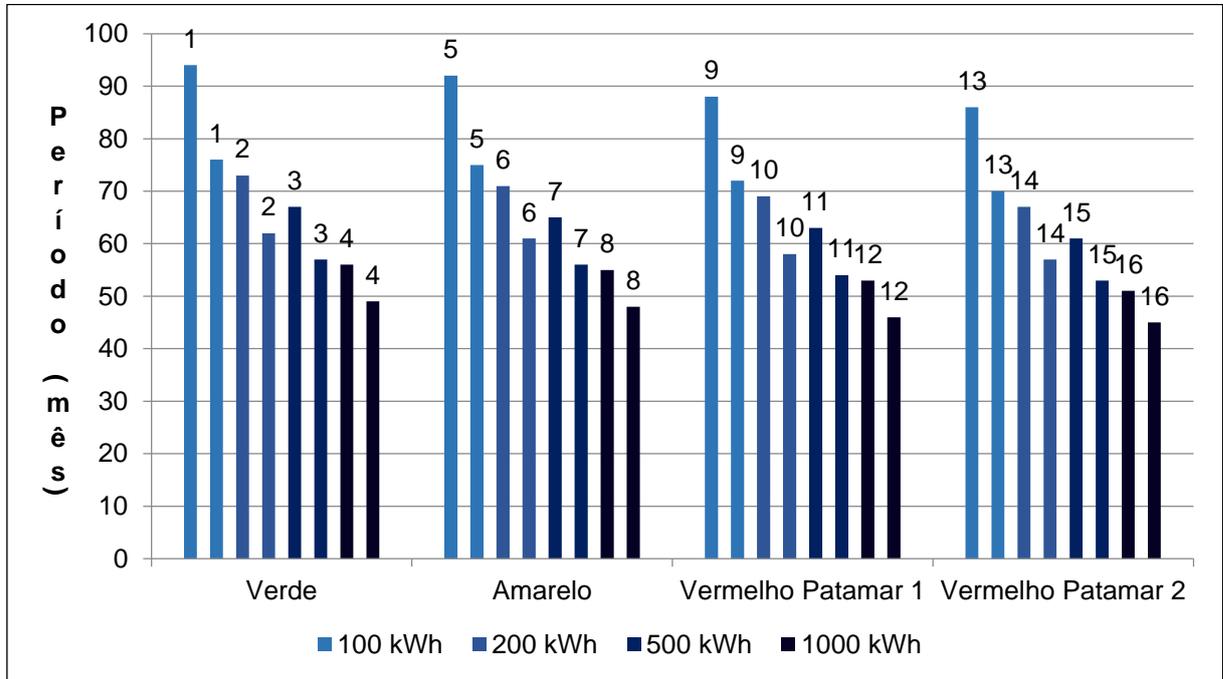
Nota-se também que os valores para os dezesseis cenários da TIR e VPL são superiores a zero, comprovando o potencial econômico do investimento. Também é possível analisar o crescimento entre ambos os parâmetros do gráfico, seguindo o crescimento do preço da tarifa em função das bandeiras tarifárias.

Outro parâmetro considerado na análise foi o *Payback* Simples (PBS) e o *Payback* Descontado (PBD). Visualiza-se novamente a diferença que as bandeiras tarifárias acarretam nos resultados. Para isso, o resultado entre a relação de *Payback* Simples e o *Payback* Descontado é ilustrado na Figura 9.

É possível inferir através da Figura 9 que para a demanda de até 100 kWh o maior PBD é de 94 meses, e o menor PBD é de 86 meses. Já o maior PBS é de 76 meses e o menor de 70 meses. Finalmente, pode-se observar através da Figura 9 que para a demanda de até 1000 kWh o maior PBD é de 56 meses, e o menor PBD é de 51 meses. Já para o PBS é de 49 meses e o menor de 45 meses.

Os valores obtidos nos dezesseis cenários tornam-se atrativos decorrentes da vida útil do sistema utilizado e do valor investido.

Figura 9 - Relação PBD e PBS



Fonte: Do autor (2019).

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso visou à implantação de painéis fotovoltaicos em indústrias de Micro e Pequeno Porte. Foi realizado o dimensionamento de quatro sistemas fotovoltaicos, que nas análises foram divididos em um total de dezesseis cenários a fim de calcular a viabilidade econômica desses investimentos.

Os sistemas de geração de energia foram dimensionados utilizando-se as demandas de quatro faixas distintas de consumo de eletricidade, para depois calcular quantos painéis fotovoltaicos seriam necessários para que os sistemas atendessem as demandas das Micro e Pequenas Empresas. Para isso foram usados métricas de Engenharia Econômica, sendo elas, VPL, TIR, *Payback* Simples e *Payback* Descontado, juntamente com o método LCOE de custo de geração de energia. Todos os cenários mostraram-se economicamente viáveis.

Os indicadores mais significativos foram obtidos a partir dos cenários sob regime da bandeira vermelha de patamar 2 (13, 14, 15, 16), resultado já esperado, visto que é a tarifa com maior valor pago por kWh consumido. O maior VPL para a demanda de até 100 kWh é de R\$ 11.496,36, superior 15,06% ao VPL mínimo. A diferença da TIR encontra-se em 0,12%, o índice LCOE (R\$/kWh) é inferior em 80,94% se comparado à bandeira verde, com o menor custo do kWh consumido.

O maior VPL para a demanda de até 200 kWh é de R\$ 25.572,84, superior 10,83% ao VPL mínimo. A diferença da TIR encontra-se em 0,14%, o índice LCOE (R\$/kWh) é inferior em 55,36% se comparado à bandeira verde, com o menor custo do kWh consumido.

Já o maior VPL para a demanda de até 500 kWh é de R\$ 63.742,63, superior 10,38% ao VPL mínimo. A diferença da TIR encontra-se em 0,14%, o índice LCOE (R\$/kWh) é inferior em 45,29% se comparado à bandeira verde, com o menor custo do kWh consumido.

Por fim, o maior VPL para a demanda de até 1000 kWh é de R\$ 137.218,87, superior 9,15% ao VPL mínimo. A diferença da TIR encontra-se em 0,17%, o índice LCOE (R\$/kWh) é inferior em 41,66% se comparado com a bandeira verde, com o menor custo do kWh consumido.

O R\$/Watt produzido alterou conforme as demandas, sendo de R\$ 7,55/W para a demanda de até 100 kWh. R\$ 5,89/W para a demanda de até 200 kWh. De

R\$ 5,38/W para a demanda de até 500 kWh. E por fim uma relação de R\$ 4,53/W para a demanda de até 1000 kWh. Os valores estimados de custo mínimo não incluem os valores de ICMS e taxas municipais.

Por fim, no desenvolvimento deste trabalho encontraram-se algumas dificuldades, como a mudança de tema por falta de informações necessárias a conclusão, assim como limitações referentes a consumo energético das indústrias de micro e pequeno porte na atualidade brasileira. Entretanto é possível desenvolver temas relacionados ao abordado, buscando outros recursos energéticos para a indústria no Brasil.

Além disso, o ideal para o embasamento do tema seria dados de consumo energético apenas das indústrias e com informações atualizadas, porém estes foram os dados mais recentes encontrados onde relacionava demanda energética das indústrias brasileiras.

Este trabalho aplicou os conhecimentos dispostos de Engenharia Econômica para a indústria, também demonstrando alguns conhecimentos de Engenharia Mecânica. Investimentos futuros podem ser embasados nos dados resultantes deste trabalho a fim de viabilizar determinados projetos industriais. Por fim, vale ressaltar que o presente trabalho de conclusão de curso cumpriu com o estudo de viabilidade inicialmente estabelecido.

## REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**. Brasília, 2019a. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf). Acesso em: 01 abr. 2019.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz de Energia Elétrica**. Brasília, 2019b. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>. Acesso em: 30 mai. 2019.
- ARDIVEL, B. V. S. Diretrizes para a análise de viabilidade econômico-financeira de empreendimentos imobiliários. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, n. 10, p. 1-15, 2015.
- ÁVILA, A. V. **Matemática financeira e engenharia econômica**. Florianópolis: Programa de Educação Tutorial de Engenharia Civil – UFSC, 2013.
- BIONE, J.; VILELA, O. C.; FRAIDENRAICH, N. Comparison of the performance of PV water pumping systems driven by fixed, tracking and V-through generators. **Solar Energy**, London, v. 76, n. 6 p. 703-711, 2004.
- BLANK, L. T.; TARQUIN, A. **Engineering economy**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2008.
- BLASCHKE T. *et al.* 'Energy landscapes': Meeting energy demands and human aspirations. **Biomass and Bioenergy**, v. 55, p. 3-16, 2013.
- BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. **Classificação de porte dos clientes**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/quem-pode-ser-cliente/>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- BORTOLOTO, V. A. *et al.* Geração de energia solar *on-grid* e *off-grid*. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA FATEC DE BOTUCATU, 6., 2017, Botucatu. **Anais** [...]. Botucatu: FATEC, 2017.
- BRANKER, K.; PATHAK, M. J. M.; PEARCE, J. M. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, p. 4470-4482, 2011.
- BRASIL. Lei nº 12.703, de 7 de agosto de 2012. Altera o art. 12 da Lei nº 8.177, de 1º de março de 1991, que estabelece regras para a desindexação da economia e dá outras providências, [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 46, 08 ago. 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Energia Solar no Brasil e no Mundo**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c?version=1.3>. Acesso em: 13 dez. 2019.

BRASIL. **Projeção da demanda energética elétrica**: para os próximos 10 anos (2017-2026). Rio de Janeiro: EPE; Ministério de Minas e Energia, 2017. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001\\_2017%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026\\_VF\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026_VF[1].pdf). Acesso em: 30 abr. 2019.

CAMPOS, H. *et al.* Study of technical feasibility and the payback period of the invested capital for the installation of a grid-connected photovoltaic system at the library of the Technological Federal University of Paraná. **International Journal of Energy & Environment**, v. 5, n. 6, p. 643-654, 2014.

CEPEL. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. **Atlas solatimétrico do Brasil**. 2010. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/469429961141515569/>. Acesso em: 13 dez 2019.

CHAPIN, D. M.; FULLER, C. S.; PEARSON, G. L. A new silicon p-n junction photocell for converting solar radiation into electrical power. **Journal of Applied Physics**, v. 25, p. 676, 1954.

COGEN. Associação da Indústria de Cogeração de Energia. **GT COGEN Solar**: inserção da energia solar no Brasil. São Paulo, 2012.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. **Energia Solar**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&lang=pt&cid=301](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=301). Acesso em 13 dez. 2019.

DE ANDRES, A. D. *et al.* On the Reversed LCOE calculation: design constraints for wave energy commercialization. **International Journal of Marine Energy**, v. 18, p. 88-108, 2017.

EMBAIXADA ITALIANA. **Projeto embaixada verde: rumo à Rio +20**. Brasília, 2015. Disponível em: [https://ambbrasil.esteri.it/resource/2012/05/ProjetoEmbaixadaVerde\\_PT\\_.pdf](https://ambbrasil.esteri.it/resource/2012/05/ProjetoEmbaixadaVerde_PT_.pdf). Acesso em: 26 abr. 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Apostila. Fortaleza: UEC, 2002.

GERHARDT, T. E. *et al.* A construção e a utilização do diário de campo em pesquisas científicas. **International Journal of Qualitative Methods**. 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HARDER, E.; GIBSON, J. M. The costs and benefits of largescale solar photovoltaic power production in Abu Dhabi, United Arab Emirates. **Renewable Energy**, v. 36, n. 2, p. 789-796, 2011.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

HOBMEIR, L.; TRINDADE, E. M. Ferramenta para estudo de viabilidade econômica de implantação de painéis fotovoltaicos em indústrias. **Administração de Empresas em Revista**, v. 14, n. 15, p. 1-19, 2015.

HOFFMANN, W. PV solar electricity industry: market growth and perspective. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 90, n. 18-19, p. 3285-3311, 2006.

JEREZ S. *et al.* The impact of climate change on photovoltaic power generation in Europe. **Nature Communications**, v. 6, 2015.

KHALID, A.; JUNAIDI, H. Study of economic viability of photovoltaic electric power for Quetta–Pakistan. **Renewable Energy**, v. 50, p. 253-258, 2013.

LAURITO, D. F.; SILVA, A.M.B.; POLANCO, E. S. V.; BAPTISTA, C. A. R. P. **Comportamento em fadiga de baixo ciclo das ligas de alumínio AA6005, AA6031 E AA6063**. 20º CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 2012.

MARQUES, R.; KRAUTER, S.; LIMA, L. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. **Revista Tecnol Fortaleza**, v. 30, n. 2, p. 153-162, 2009.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; ECHER, M. P. S. O aproveitamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geoestacionário: o projeto SWERA. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 145-159, 2004.

MIGUEL, A. Pesquisa em Educação Matemática e mentalidade bélica. **Bolema**, Rio Claro, n. 25, p. 1-16, 2006.

MUNARI, M. C.; ROECKER, C. **Solar Energy Systems in Architecture - integration criteria and guidelines**. Cedar: International Energy Agency – Solar Heating and Cooling Programme, 2012.

MUNDO-HERNÁNDEZ, J. *et al.* An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. **Renew Sustain Energy Reviews**, v. 31, p. 639-649, 2014.

NASCIMENTO, C. A. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. 2004. 21f. Monografia (Pós-Graduação em Fontes Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

NEWNAN, D. G.; LAVELLE, J. P.; ESCHENBACH, T. G. **Engineering economic analysis**. 12. ed. New York: Oxford University Press, 2014.

PATIL, V. R. *et al.* Techno-economic comparison of solar organic Rankine cycle (ORC) and photovoltaic (PV) systems with energy storage. **Renewable Energy**, v. 113, p. 1250-1260, 2017.

PAWEL, I. The cost of storage – how to calculate the levelized cost of stored energy (LCOE) and applications to renewable energy generation. **Energy Procedia**, v. 46, p. 68-77, 2014.

PEREIRA, E. B. *et al.* **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017.

PEREIRA, J. W. C.; CATALDI, M.; MIRANDA, N. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 9., 2017, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: AMEA, 2017.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014.

RAMADHAM, M.; NASEEB, A. The cost benefit analysis of implementing photovoltaic solar system in the state of Kuwait. **Renewable Energy**, v. 36, n. 4, p. 1272-1276, 2011.

RESEARCHGATE. **Radiação Solar Total no Brasil, em kWh/m<sup>2</sup>/dia, em plano cuja inclinação é igual a latitude do local**. 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-8-Radiacao-solar-total-no-Brasil-kWh-m-dia-em-plano-cuja-inclinacao-e-igual-a\\_fig6\\_309295766](https://www.researchgate.net/figure/Figura-8-Radiacao-solar-total-no-Brasil-kWh-m-dia-em-plano-cuja-inclinacao-e-igual-a_fig6_309295766). Acesso em: 13 dez. 2019.

RODRIGUES, S. *et al.* Economic feasibility analysis of small scale PV systems in different countries. **Solar Energy**, v. 131, p. 81-95, 2016.

ROSS, S.; WESTERFIELD, R.; JORDAN, B. **Fundamentals of corporate finance**. 9. ed. New York: The McGraw-Hill, 2010.

RÜTHER, R. **Potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil e projetos vitrine estádios solares e aeroportos solares**. Florianópolis: UFSC; IDEAL, 2010.

SALAMONI, I. T.; RÜTHER, R. O potencial brasileiro da geração solar fotovoltaica conectada à rede elétrica: análise de paridade de rede. *In*: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 9., 2007, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: UFSC, 2007. p. 1658-1667.

SAMPAIO, P. G. V.; GONZÁLEZ, M. O. A. Photovoltaic solar energy: conceptual framework. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, v. 74, n. 8, p. 590-601, 2017.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Crterios de classificação de empresas**: MEI - ME - EPP. 2019. Disponível em:

<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>. Acesso em: 13 dez. 2019.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **A questão da Energia Elétrica e as MPEs Paulistas**. São Paulo: SEBRAE, 2001. Disponível em: [https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/questao\\_energia\\_eletrica.pdf](https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/questao_energia_eletrica.pdf). Acesso em: 13 dez. 2019.

SEN, Z. Solar energy in progress and future research trends. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 30, n. 4, p. 367-416, 2004.

SEVERINO, M.; OLIVEIRA, M. Fontes e tecnologias de geração distribuída para atendimento a comunidades isoladas. **Revista Energia, economia, Rotas Tecnológicas: Textos Selecionados**, v. 7, n. 9, p. 265-322, 2010.

SHARMA, K. **Fundamentals of Engineering Economics**. San Diego: Cognella, 2011.

SOLTERMANN, O. E.; SILVA, E. P. Comparative study between the hysolar project and a hypothetical international project in Brazil for hydrogen production and exportation (BHP) from photovoltaic energy and secondary hydroelectricity combined supply. **International Journal of Hydrogen Energy**, London, v. 23, n. 9, p. 735-739, 1998.

THUESEN, G.J.; FABRYCKY, W.J. **Engineering Economy**. 9. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

TORRES, R. **Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática**. 2004. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Matemática) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

TYAGI, V. *et al.* Progress in solar PV technology research and achievement. **Renewable and Sustain Energy Reviews**, v. 20, p. 443-461, 2013.

VERMA, J. K.; DONDAPATI, R. S. Techno-economic sizing analysis of solar PV system for domestic refrigerators. **Revista Energy Procedia**, v. 6, n. 5, p. 286-292, 2017.

VIANA, Maurício B.; TAVARES, Wagner M.; LIMA, Paulo César R. **Sustentabilidade e as principais fontes de energia**. Consultoria Legislativa. Brasília, 2015. Disponível em < [https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/sustentabilidade-e-as-fontes-de-energia\\_varios-autores\\_politicas-setoriais](https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/sustentabilidade-e-as-fontes-de-energia_varios-autores_politicas-setoriais) > . Acesso em 15 jan. 2020

VILELA, M. C. *et al.* Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. **Custos e Agronegócio on line**, v. 9, n. 3, p. 154-173, 2013.

## APÊNDICE A - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 100 KWH

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW	Cenário 4						
			Manutenção	Receita	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0	R\$ -		-R\$ 7.700,00	-R\$ 7.700,00	-R\$ 7.700,00		-R\$ 7.700,00
1	0	100	R\$ -	R\$ 102,00	R\$ 102,00	-R\$ 7.598,54	-R\$ 7.598,00	-98,68%	-R\$ 7.598,54
2	0	100	R\$ -	R\$ 102,00	R\$ 102,00	-R\$ 7.497,63	-R\$ 7.496,01	-87,81%	-R\$ 7.497,63
3	0	100	R\$ -	R\$ 102,00	R\$ 102,00	-R\$ 7.397,25	-R\$ 7.394,01	-73,99%	-R\$ 7.397,25
4	0	100	R\$ -	R\$ 102,00	R\$ 102,00	-R\$ 7.297,40	-R\$ 7.292,02	-61,96%	-R\$ 7.297,40
5	0	100	R\$ -	R\$ 102,00	R\$ 102,00	-R\$ 7.198,08	-R\$ 7.190,02	-52,30%	-R\$ 7.198,08
40	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 4.002,31	-R\$ 3.572,10	-2,69%	-R\$ 4.002,31
41	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 3.906,03	-R\$ 3.452,38	-2,51%	-R\$ 3.906,03
42	3	100	R\$ 42,26	R\$ 119,73	R\$ 77,47	-R\$ 3.844,06	-R\$ 3.374,91	-2,40%	-R\$ 3.844,06
43	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 3.748,80	-R\$ 3.255,18	-2,24%	-R\$ 3.748,80
44	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 3.654,05	-R\$ 3.135,45	-2,09%	-R\$ 3.654,05
45	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 3.559,80	-R\$ 3.015,73	-1,94%	-R\$ 3.559,80
46	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 3.466,05	-R\$ 2.896,00	-1,81%	-R\$ 3.466,05
47	3	100	R\$ -	R\$ 119,73	R\$ 119,73	-R\$ 3.372,79	-R\$ 2.776,27	-1,68%	-R\$ 3.372,79
48	3	100	R\$ 42,26	R\$ 119,73	R\$ 77,47	-R\$ 3.312,77	-R\$ 2.698,80	-1,60%	-R\$ 3.312,77
49	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 3.215,44	-R\$ 2.572,50	-1,48%	-R\$ 3.215,44
50	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 3.118,63	-R\$ 2.446,21	-1,37%	-R\$ 3.118,63
51	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 3.022,33	-R\$ 2.319,91	-1,26%	-R\$ 3.022,33
52	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.926,53	-R\$ 2.193,61	-1,16%	-R\$ 2.926,53
53	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.831,25	-R\$ 2.067,31	-1,06%	-R\$ 2.831,25
54	4	100	R\$ 44,58	R\$ 126,30	R\$ 81,72	-R\$ 2.769,93	-R\$ 1.985,59	-1,00%	-R\$ 2.769,93
55	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.675,65	-R\$ 1.859,29	-0,91%	-R\$ 2.675,65
56	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.581,87	-R\$ 1.733,00	-0,83%	-R\$ 2.581,87
57	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.488,60	-R\$ 1.606,70	-0,75%	-R\$ 2.488,60
58	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.395,81	-R\$ 1.480,40	-0,67%	-R\$ 2.395,81
59	4	100	R\$ -	R\$ 126,30	R\$ 126,30	-R\$ 2.303,52	-R\$ 1.354,10	-0,60%	-R\$ 2.303,52
60	4	100	R\$ 44,58	R\$ 126,30	R\$ 81,72	-R\$ 2.244,12	-R\$ 1.272,38	-0,56%	-R\$ 2.244,12
61	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 2.147,79	-R\$ 1.139,15	-0,48%	-R\$ 2.147,79
62	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 2.051,98	-R\$ 1.005,92	-0,42%	-R\$ 2.051,98
63	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.956,67	-R\$ 872,69	-0,35%	-R\$ 1.956,67
64	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.861,86	-R\$ 739,46	-0,29%	-R\$ 1.861,86
65	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.767,56	-R\$ 606,23	-0,23%	-R\$ 1.767,56
66	5	100	R\$ 47,02	R\$ 133,23	R\$ 86,21	-R\$ 1.706,87	-R\$ 520,03	-0,20%	-R\$ 1.706,87
67	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.613,57	-R\$ 386,80	-0,14%	-R\$ 1.613,57
68	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.520,76	-R\$ 253,57	-0,09%	-R\$ 1.520,76
69	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.428,45	-R\$ 120,34	-0,04%	-R\$ 1.428,45
70	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.336,62	R\$ 12,89	0,00%	-R\$ 1.336,62
71	5	100	R\$ -	R\$ 133,23	R\$ 133,23	-R\$ 1.245,28	R\$ 146,12	0,05%	-R\$ 1.245,28
72	5	100	R\$ 47,02	R\$ 133,23	R\$ 86,21	-R\$ 1.186,49	R\$ 232,32	0,08%	-R\$ 1.186,49
73	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 1.091,16	R\$ 372,86	0,12%	-R\$ 1.091,16
74	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 996,33	R\$ 513,40	0,17%	-R\$ 996,33
75	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 902,01	R\$ 653,95	0,21%	-R\$ 902,01
76	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 808,18	R\$ 794,49	0,25%	-R\$ 808,18
77	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 714,86	R\$ 935,03	0,28%	-R\$ 714,86
78	6	100	R\$ 49,60	R\$ 140,54	R\$ 90,94	-R\$ 654,79	R\$ 1.025,96	0,31%	-R\$ 654,79
79	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 562,45	R\$ 1.166,50	0,34%	-R\$ 562,45
80	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 470,60	R\$ 1.307,05	0,38%	-R\$ 470,60
81	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 379,24	R\$ 1.447,59	0,41%	-R\$ 379,24
82	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 288,36	R\$ 1.588,13	0,44%	-R\$ 288,36
83	6	100	R\$ -	R\$ 140,54	R\$ 140,54	-R\$ 197,96	R\$ 1.728,67	0,47%	-R\$ 197,96
84	6	100	R\$ 49,60	R\$ 140,54	R\$ 90,94	-R\$ 139,78	R\$ 1.819,60	0,49%	-R\$ 139,78
85	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	-R\$ 45,43	R\$ 1.967,86	0,52%	-R\$ 45,43
86	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 48,42	R\$ 2.116,11	0,55%	R\$ 48,42
87	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 141,77	R\$ 2.264,37	0,58%	R\$ 141,77
88	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 234,63	R\$ 2.412,62	0,60%	R\$ 234,63
89	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 326,99	R\$ 2.560,87	0,63%	R\$ 326,99
90	7	100	R\$ 52,33	R\$ 148,25	R\$ 95,93	R\$ 386,44	R\$ 2.656,80	0,64%	R\$ 386,44
91	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 477,82	R\$ 2.805,05	0,67%	R\$ 477,82
92	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 568,73	R\$ 2.953,31	0,69%	R\$ 568,73
93	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 659,15	R\$ 3.101,56	0,71%	R\$ 659,15
94	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 749,09	R\$ 3.249,82	0,74%	R\$ 749,09
95	7	100	R\$ -	R\$ 148,25	R\$ 148,25	R\$ 838,55	R\$ 3.398,07	0,76%	R\$ 838,55
295	24	100	R\$ -	R\$ 367,67	R\$ 367,67	R\$ 11.145,68	R\$ 35.684,73	1,41%	R\$ 11.145,68
296	24	100	R\$ -	R\$ 367,67	R\$ 367,67	R\$ 11.221,89	R\$ 36.052,41	1,41%	R\$ 11.221,89
297	24	100	R\$ -	R\$ 367,67	R\$ 367,67	R\$ 11.297,69	R\$ 36.420,08	1,42%	R\$ 11.297,69
298	24	100	R\$ -	R\$ 367,67	R\$ 367,67	R\$ 11.373,09	R\$ 36.787,75	1,42%	R\$ 11.373,09
299	24	100	R\$ -	R\$ 367,67	R\$ 367,67	R\$ 11.448,09	R\$ 37.155,42	1,42%	R\$ 11.448,09
300	24	100	R\$ 129,77	R\$ 367,67	R\$ 237,90	R\$ 11.496,36	R\$ 37.393,32	1,42%	R\$ 11.496,36

## APÊNDICE B - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 200 KWH

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW	Cenário 4						
			Manutenção	Receita	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0	R\$ -		-R\$ 10.015,00	-R\$ 10.015,00	-R\$ 10.015,00		-R\$ 10.015,00
1	0	200	R\$ -	R\$ 169,73	R\$ 169,73	-R\$ 9.846,17	-R\$ 9.845,27	-98,31%	-R\$ 9.846,17
2	0	200	R\$ -	R\$ 169,73	R\$ 169,73	-R\$ 9.678,23	-R\$ 9.675,53	-86,11%	-R\$ 9.678,23
3	0	200	R\$ -	R\$ 169,73	R\$ 169,73	-R\$ 9.511,18	-R\$ 9.505,80	-71,50%	-R\$ 9.511,18
4	0	200	R\$ -	R\$ 169,73	R\$ 169,73	-R\$ 9.345,02	-R\$ 9.336,06	-59,15%	-R\$ 9.345,02
5	0	200	R\$ -	R\$ 169,73	R\$ 169,73	-R\$ 9.179,74	-R\$ 9.166,33	-49,40%	-R\$ 9.179,74
40	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 3.862,10	-R\$ 3.146,26	-1,68%	-R\$ 3.862,10
41	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 3.701,89	-R\$ 2.947,02	-1,52%	-R\$ 3.701,89
42	3	200	R\$ 70,43	R\$ 199,24	R\$ 128,81	-R\$ 3.598,86	-R\$ 2.818,21	-1,42%	-R\$ 3.598,86
43	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 3.440,33	-R\$ 2.618,96	-1,28%	-R\$ 3.440,33
44	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 3.282,65	-R\$ 2.419,72	-1,14%	-R\$ 3.282,65
45	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 3.125,81	-R\$ 2.220,48	-1,02%	-R\$ 3.125,81
46	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 2.969,79	-R\$ 2.021,24	-0,90%	-R\$ 2.969,79
47	3	200	R\$ -	R\$ 199,24	R\$ 199,24	-R\$ 2.814,61	-R\$ 1.822,00	-0,78%	-R\$ 2.814,61
48	3	200	R\$ 70,43	R\$ 199,24	R\$ 128,81	-R\$ 2.714,81	-R\$ 1.693,19	-0,71%	-R\$ 2.714,81
49	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 2.552,84	-R\$ 1.483,02	-0,61%	-R\$ 2.552,84
50	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 2.391,73	-R\$ 1.272,84	-0,51%	-R\$ 2.391,73
51	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 2.231,47	-R\$ 1.062,66	-0,41%	-R\$ 2.231,47
52	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 2.072,06	-R\$ 852,49	-0,32%	-R\$ 2.072,06
53	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 1.913,49	-R\$ 642,31	-0,23%	-R\$ 1.913,49
54	4	200	R\$ 74,30	R\$ 210,18	R\$ 135,88	-R\$ 1.811,53	-R\$ 506,43	-0,18%	-R\$ 1.811,53
55	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 1.654,64	-R\$ 296,26	-0,10%	-R\$ 1.654,64
56	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 1.498,59	-R\$ 86,08	-0,03%	-R\$ 1.498,59
57	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 1.343,36	R\$ 124,09	0,04%	-R\$ 1.343,36
58	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 1.188,96	R\$ 334,27	0,11%	-R\$ 1.188,96
59	4	200	R\$ -	R\$ 210,18	R\$ 210,18	-R\$ 1.035,37	R\$ 544,44	0,17%	-R\$ 1.035,37
60	4	200	R\$ 74,30	R\$ 210,18	R\$ 135,88	-R\$ 936,60	R\$ 680,32	0,21%	-R\$ 936,60
61	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	-R\$ 776,30	R\$ 902,03	0,27%	-R\$ 776,30
62	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	-R\$ 616,85	R\$ 1.123,74	0,33%	-R\$ 616,85
63	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	-R\$ 458,25	R\$ 1.345,45	0,39%	-R\$ 458,25
64	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	-R\$ 300,49	R\$ 1.567,16	0,44%	-R\$ 300,49
65	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	-R\$ 143,56	R\$ 1.788,87	0,49%	-R\$ 143,56
66	5	200	R\$ 78,37	R\$ 221,71	R\$ 143,34	-R\$ 42,64	R\$ 1.932,21	0,52%	-R\$ 42,64
67	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	R\$ 112,62	R\$ 2.153,92	0,57%	R\$ 112,62
68	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	R\$ 267,07	R\$ 2.375,63	0,61%	R\$ 267,07
69	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	R\$ 420,69	R\$ 2.597,34	0,65%	R\$ 420,69
70	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	R\$ 573,50	R\$ 2.819,05	0,69%	R\$ 573,50
71	5	200	R\$ -	R\$ 221,71	R\$ 221,71	R\$ 725,50	R\$ 3.040,76	0,73%	R\$ 725,50
72	5	200	R\$ 78,37	R\$ 221,71	R\$ 143,34	R\$ 823,25	R\$ 3.184,09	0,76%	R\$ 823,25
73	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 981,90	R\$ 3.417,97	0,80%	R\$ 981,90
74	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 1.139,70	R\$ 3.651,85	0,83%	R\$ 1.139,70
75	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 1.296,67	R\$ 3.885,72	0,87%	R\$ 1.296,67
76	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 1.452,80	R\$ 4.119,60	0,90%	R\$ 1.452,80
77	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 1.608,11	R\$ 4.353,48	0,93%	R\$ 1.608,11
78	6	200	R\$ 82,67	R\$ 233,88	R\$ 151,20	R\$ 1.707,99	R\$ 4.504,68	0,95%	R\$ 1.707,99
79	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 1.861,65	R\$ 4.738,56	0,98%	R\$ 1.861,65
80	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 2.014,50	R\$ 4.972,44	1,01%	R\$ 2.014,50
81	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 2.166,54	R\$ 5.206,31	1,04%	R\$ 2.166,54
82	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 2.317,77	R\$ 5.440,19	1,06%	R\$ 2.317,77
83	6	200	R\$ -	R\$ 233,88	R\$ 233,88	R\$ 2.468,21	R\$ 5.674,07	1,09%	R\$ 2.468,21
84	6	200	R\$ 82,67	R\$ 233,88	R\$ 151,20	R\$ 2.564,94	R\$ 5.825,27	1,11%	R\$ 2.564,94
85	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 2.721,95	R\$ 6.071,98	1,13%	R\$ 2.721,95
86	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 2.878,13	R\$ 6.318,70	1,16%	R\$ 2.878,13
87	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 3.033,48	R\$ 6.565,41	1,18%	R\$ 3.033,48
88	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 3.188,00	R\$ 6.812,12	1,20%	R\$ 3.188,00
89	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 3.341,71	R\$ 7.058,83	1,22%	R\$ 3.341,71
90	7	200	R\$ 87,21	R\$ 246,71	R\$ 159,50	R\$ 3.440,55	R\$ 7.218,33	1,24%	R\$ 3.440,55
91	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 3.592,63	R\$ 7.465,05	1,26%	R\$ 3.592,63
92	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 3.743,90	R\$ 7.711,76	1,28%	R\$ 3.743,90
93	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 3.894,37	R\$ 7.958,47	1,29%	R\$ 3.894,37
94	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 4.044,04	R\$ 8.205,19	1,31%	R\$ 4.044,04
95	7	200	R\$ -	R\$ 246,71	R\$ 246,71	R\$ 4.192,92	R\$ 8.451,90	1,33%	R\$ 4.192,92
295	24	200	R\$ -	R\$ 611,85	R\$ 611,85	R\$ 24.989,34	R\$ 71.350,91	1,88%	R\$ 24.989,34
296	24	200	R\$ -	R\$ 611,85	R\$ 611,85	R\$ 25.116,15	R\$ 71.962,76	1,88%	R\$ 25.116,15
297	24	200	R\$ -	R\$ 611,85	R\$ 611,85	R\$ 25.242,29	R\$ 72.574,61	1,88%	R\$ 25.242,29
298	24	200	R\$ -	R\$ 611,85	R\$ 611,85	R\$ 25.367,77	R\$ 73.186,47	1,88%	R\$ 25.367,77
299	24	200	R\$ -	R\$ 611,85	R\$ 611,85	R\$ 25.492,58	R\$ 73.798,32	1,88%	R\$ 25.492,58
300	24	200	R\$ 216,29	R\$ 611,85	R\$ 395,57	R\$ 25.572,84	R\$ 74.193,88	1,88%	R\$ 25.572,84

## APÊNDICE C - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 500 KWH

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW	Cenário 4						
			Manutenção	Receita	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0	R\$ -		-R\$ 21.949,82	-R\$ 21.949,82	-R\$ 21.949,82		-R\$ 21.949,82
1	0	500	R\$ -	R\$ 407,21	R\$ 407,21	-R\$ 21.544,77	-R\$ 21.542,61	-98,14%	-R\$ 21.544,77
2	0	500	R\$ -	R\$ 407,21	R\$ 407,21	-R\$ 21.141,87	-R\$ 21.135,41	-85,42%	-R\$ 21.141,87
3	0	500	R\$ -	R\$ 407,21	R\$ 407,21	-R\$ 20.741,11	-R\$ 20.728,20	-70,51%	-R\$ 20.741,11
4	0	500	R\$ -	R\$ 407,21	R\$ 407,21	-R\$ 20.342,48	-R\$ 20.321,00	-58,05%	-R\$ 20.342,48
5	0	500	R\$ -	R\$ 407,21	R\$ 407,21	-R\$ 19.945,95	-R\$ 19.913,79	-48,28%	-R\$ 19.945,95
40	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 7.222,80	-R\$ 5.509,50	-1,31%	-R\$ 7.222,80
41	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 6.838,42	-R\$ 5.031,50	-1,15%	-R\$ 6.838,42
42	3	500	R\$ 176,08	R\$ 478,00	R\$ 301,92	-R\$ 6.596,93	-R\$ 4.729,58	-1,06%	-R\$ 6.596,93
43	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 6.216,62	-R\$ 4.251,59	-0,92%	-R\$ 6.216,62
44	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 5.838,33	-R\$ 3.773,59	-0,79%	-R\$ 5.838,33
45	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 5.462,04	-R\$ 3.295,60	-0,67%	-R\$ 5.462,04
46	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 5.087,75	-R\$ 2.817,60	-0,55%	-R\$ 5.087,75
47	3	500	R\$ -	R\$ 478,00	R\$ 478,00	-R\$ 4.715,45	-R\$ 2.339,61	-0,45%	-R\$ 4.715,45
48	3	500	R\$ 176,08	R\$ 478,00	R\$ 301,92	-R\$ 4.481,53	-R\$ 2.037,69	-0,38%	-R\$ 4.481,53
49	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 4.092,95	-R\$ 1.533,46	-0,28%	-R\$ 4.092,95
50	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 3.706,43	-R\$ 1.029,23	-0,18%	-R\$ 3.706,43
51	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 3.321,95	-R\$ 525,01	-0,09%	-R\$ 3.321,95
52	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 2.939,52	-R\$ 20,78	0,00%	-R\$ 2.939,52
53	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 2.559,11	R\$ 483,45	0,08%	-R\$ 2.559,11
54	4	500	R\$ 185,74	R\$ 504,23	R\$ 318,49	-R\$ 2.320,11	R\$ 801,94	0,13%	-R\$ 2.320,11
55	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 1.943,73	R\$ 1.306,17	0,20%	-R\$ 1.943,73
56	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 1.569,34	R\$ 1.810,39	0,27%	-R\$ 1.569,34
57	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 1.196,94	R\$ 2.314,62	0,34%	-R\$ 1.196,94
58	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 826,51	R\$ 2.818,85	0,40%	-R\$ 826,51
59	4	500	R\$ -	R\$ 504,23	R\$ 504,23	-R\$ 458,05	R\$ 3.323,08	0,46%	-R\$ 458,05
60	4	500	R\$ 185,74	R\$ 504,23	R\$ 318,49	-R\$ 226,55	R\$ 3.641,57	0,50%	-R\$ 226,55
61	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 158,03	R\$ 4.173,47	0,56%	R\$ 158,03
62	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 540,56	R\$ 4.705,37	0,61%	R\$ 540,56
63	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 921,07	R\$ 5.237,27	0,66%	R\$ 921,07
64	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 1.299,55	R\$ 5.769,17	0,71%	R\$ 1.299,55
65	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 1.676,03	R\$ 6.301,07	0,76%	R\$ 1.676,03
66	5	500	R\$ 195,93	R\$ 531,90	R\$ 335,97	R\$ 1.912,57	R\$ 6.637,03	0,79%	R\$ 1.912,57
67	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 2.285,07	R\$ 7.168,93	0,84%	R\$ 2.285,07
68	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 2.655,59	R\$ 7.700,83	0,88%	R\$ 2.655,59
69	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 3.024,15	R\$ 8.232,73	0,92%	R\$ 3.024,15
70	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 3.390,76	R\$ 8.764,63	0,96%	R\$ 3.390,76
71	5	500	R\$ -	R\$ 531,90	R\$ 531,90	R\$ 3.755,42	R\$ 9.296,53	0,99%	R\$ 3.755,42
72	5	500	R\$ 195,93	R\$ 531,90	R\$ 335,97	R\$ 3.984,53	R\$ 9.632,50	1,02%	R\$ 3.984,53
73	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 4.365,13	R\$ 10.193,59	1,05%	R\$ 4.365,13
74	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 4.743,72	R\$ 10.754,68	1,09%	R\$ 4.743,72
75	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 5.120,30	R\$ 11.315,77	1,12%	R\$ 5.120,30
76	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 5.494,88	R\$ 11.876,87	1,15%	R\$ 5.494,88
77	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 5.867,47	R\$ 12.437,96	1,18%	R\$ 5.867,47
78	6	500	R\$ 206,69	R\$ 561,09	R\$ 354,41	R\$ 6.101,57	R\$ 12.792,36	1,20%	R\$ 6.101,57
79	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 6.470,23	R\$ 13.353,45	1,23%	R\$ 6.470,23
80	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 6.836,93	R\$ 13.914,54	1,25%	R\$ 6.836,93
81	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 7.201,68	R\$ 14.475,63	1,28%	R\$ 7.201,68
82	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 7.564,50	R\$ 15.036,73	1,30%	R\$ 7.564,50
83	6	500	R\$ -	R\$ 561,09	R\$ 561,09	R\$ 7.925,40	R\$ 15.597,82	1,33%	R\$ 7.925,40
84	6	500	R\$ 206,69	R\$ 561,09	R\$ 354,41	R\$ 8.152,14	R\$ 15.952,22	1,34%	R\$ 8.152,14
85	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 8.528,82	R\$ 16.544,10	1,36%	R\$ 8.528,82
86	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 8.903,50	R\$ 17.135,99	1,39%	R\$ 8.903,50
87	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 9.276,19	R\$ 17.727,87	1,41%	R\$ 9.276,19
88	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 9.646,91	R\$ 18.319,76	1,43%	R\$ 9.646,91
89	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 10.015,66	R\$ 18.911,64	1,45%	R\$ 10.015,66
90	7	500	R\$ 218,03	R\$ 591,88	R\$ 373,86	R\$ 10.247,34	R\$ 19.285,50	1,46%	R\$ 10.247,34
91	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 10.612,19	R\$ 19.877,38	1,48%	R\$ 10.612,19
92	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 10.975,11	R\$ 20.469,26	1,50%	R\$ 10.975,11
93	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 11.336,10	R\$ 21.061,15	1,52%	R\$ 11.336,10
94	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 11.695,17	R\$ 21.653,03	1,53%	R\$ 11.695,17
95	7	500	R\$ -	R\$ 591,88	R\$ 591,88	R\$ 12.052,35	R\$ 22.244,91	1,55%	R\$ 12.052,35
295	24	500	R\$ -	R\$ 1.467,88	R\$ 1.467,88	R\$ 62.347,49	R\$ 174.093,78	2,03%	R\$ 62.347,49
296	24	500	R\$ -	R\$ 1.467,88	R\$ 1.467,88	R\$ 62.651,73	R\$ 175.561,66	2,03%	R\$ 62.651,73
297	24	500	R\$ -	R\$ 1.467,88	R\$ 1.467,88	R\$ 62.954,36	R\$ 177.029,54	2,03%	R\$ 62.954,36
298	24	500	R\$ -	R\$ 1.467,88	R\$ 1.467,88	R\$ 63.255,38	R\$ 178.497,43	2,03%	R\$ 63.255,38
299	24	500	R\$ -	R\$ 1.467,88	R\$ 1.467,88	R\$ 63.554,81	R\$ 179.965,31	2,03%	R\$ 63.554,81
300	24	500	R\$ 540,72	R\$ 1.467,88	R\$ 927,17	R\$ 63.742,93	R\$ 180.892,48	2,03%	R\$ 63.742,93

## APÊNDICE D - PLANILHA DE CÁLCULOS PARA CONSUMO DE 1000 KWH

VERMELHA PATAMAR 2									
Período (meses)	Período (anos)	Consumo KW	Cenário 4						
			Manutenção	Receita	Líquido	PD	Payback	TIR	VPL
0	0	0	R\$ -		-R\$ 35.435,00				
1	0	1000	R\$ -	R\$ 780,93	R\$ 780,93	-R\$ 34.658,21	-R\$ 34.654,07	-97,80%	-R\$ 34.658,21
2	0	1000	R\$ -	R\$ 780,93	R\$ 780,93	-R\$ 33.885,54	-R\$ 33.873,14	-84,01%	-R\$ 33.885,54
3	0	1000	R\$ -	R\$ 780,93	R\$ 780,93	-R\$ 33.116,96	-R\$ 33.092,20	-68,53%	-R\$ 33.116,96
4	0	1000	R\$ -	R\$ 780,93	R\$ 780,93	-R\$ 32.352,46	-R\$ 32.311,27	-55,86%	-R\$ 32.352,46
5	0	1000	R\$ -	R\$ 780,93	R\$ 780,93	-R\$ 31.592,02	-R\$ 31.530,34	-46,06%	-R\$ 31.592,02
40	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 7.261,60	-R\$ 3.984,18	-0,55%	-R\$ 7.261,60
41	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 6.524,45	-R\$ 3.067,49	-0,41%	-R\$ 6.524,45
42	3	1000	R\$ 352,15	R\$ 916,69	R\$ 564,54	-R\$ 6.072,90	-R\$ 2.502,95	-0,33%	-R\$ 6.072,90
43	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 5.343,55	-R\$ 1.586,26	-0,20%	-R\$ 5.343,55
44	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 4.618,07	-R\$ 669,57	-0,08%	-R\$ 4.618,07
45	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 3.896,44	R\$ 247,12	0,03%	-R\$ 3.896,44
46	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 3.178,63	R\$ 1.163,81	0,13%	-R\$ 3.178,63
47	3	1000	R\$ -	R\$ 916,69	R\$ 916,69	-R\$ 2.464,63	R\$ 2.080,51	0,23%	-R\$ 2.464,63
48	3	1000	R\$ 352,15	R\$ 916,69	R\$ 564,54	-R\$ 2.027,25	R\$ 2.645,04	0,29%	-R\$ 2.027,25
49	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	-R\$ 1.282,03	R\$ 3.612,04	0,38%	-R\$ 1.282,03
50	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	-R\$ 540,77	R\$ 4.579,04	0,47%	-R\$ 540,77
51	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 196,57	R\$ 5.546,04	0,55%	R\$ 196,57
52	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 930,00	R\$ 6.513,04	0,63%	R\$ 930,00
53	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 1.659,53	R\$ 7.480,04	0,71%	R\$ 1.659,53
54	4	1000	R\$ 371,48	R\$ 967,00	R\$ 595,52	R\$ 2.106,43	R\$ 8.075,56	0,75%	R\$ 2.106,43
55	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 2.828,25	R\$ 9.042,56	0,82%	R\$ 2.828,25
56	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 3.546,24	R\$ 10.009,56	0,88%	R\$ 3.546,24
57	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 4.260,43	R\$ 10.976,56	0,94%	R\$ 4.260,43
58	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 4.970,83	R\$ 11.943,55	1,00%	R\$ 4.970,83
59	4	1000	R\$ -	R\$ 967,00	R\$ 967,00	R\$ 5.677,46	R\$ 12.910,55	1,05%	R\$ 5.677,46
60	4	1000	R\$ 371,48	R\$ 967,00	R\$ 595,52	R\$ 6.110,33	R\$ 13.506,07	1,08%	R\$ 6.110,33
61	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 6.847,85	R\$ 14.526,14	1,13%	R\$ 6.847,85
62	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 7.581,47	R\$ 15.546,21	1,18%	R\$ 7.581,47
63	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 8.311,20	R\$ 16.566,28	1,23%	R\$ 8.311,20
64	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 9.037,05	R\$ 17.586,35	1,28%	R\$ 9.037,05
65	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 9.759,06	R\$ 18.606,42	1,32%	R\$ 9.759,06
66	5	1000	R\$ 391,87	R\$ 1.020,07	R\$ 628,20	R\$ 10.201,35	R\$ 19.234,62	1,34%	R\$ 10.201,35
67	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 10.915,72	R\$ 20.254,69	1,38%	R\$ 10.915,72
68	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 11.626,30	R\$ 21.274,76	1,42%	R\$ 11.626,30
69	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 12.333,12	R\$ 22.294,82	1,45%	R\$ 12.333,12
70	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 13.036,18	R\$ 23.314,89	1,49%	R\$ 13.036,18
71	5	1000	R\$ -	R\$ 1.020,07	R\$ 1.020,07	R\$ 13.735,52	R\$ 24.334,96	1,52%	R\$ 13.735,52
72	5	1000	R\$ 391,87	R\$ 1.020,07	R\$ 628,20	R\$ 14.163,92	R\$ 24.963,16	1,54%	R\$ 14.163,92
73	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 14.893,84	R\$ 26.039,21	1,57%	R\$ 14.893,84
74	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 15.619,88	R\$ 27.115,26	1,60%	R\$ 15.619,88
75	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 16.342,08	R\$ 28.191,31	1,63%	R\$ 16.342,08
76	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 17.060,45	R\$ 29.267,36	1,66%	R\$ 17.060,45
77	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 17.775,00	R\$ 30.343,41	1,68%	R\$ 17.775,00
78	6	1000	R\$ 413,37	R\$ 1.076,05	R\$ 662,68	R\$ 18.212,72	R\$ 31.006,09	1,70%	R\$ 18.212,72
79	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 18.919,72	R\$ 32.082,14	1,72%	R\$ 18.919,72
80	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 19.622,97	R\$ 33.158,19	1,75%	R\$ 19.622,97
81	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 20.322,49	R\$ 34.234,24	1,77%	R\$ 20.322,49
82	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 21.018,30	R\$ 35.310,29	1,79%	R\$ 21.018,30
83	6	1000	R\$ -	R\$ 1.076,05	R\$ 1.076,05	R\$ 21.710,43	R\$ 36.386,34	1,81%	R\$ 21.710,43
84	6	1000	R\$ 413,37	R\$ 1.076,05	R\$ 662,68	R\$ 22.134,41	R\$ 37.049,02	1,82%	R\$ 22.134,41
85	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 22.856,79	R\$ 38.184,13	1,84%	R\$ 22.856,79
86	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 23.575,34	R\$ 39.319,23	1,86%	R\$ 23.575,34
87	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 24.290,08	R\$ 40.454,33	1,88%	R\$ 24.290,08
88	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 25.001,04	R\$ 41.589,44	1,90%	R\$ 25.001,04
89	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 25.708,22	R\$ 42.724,54	1,92%	R\$ 25.708,22
90	7	1000	R\$ 436,06	R\$ 1.135,10	R\$ 699,05	R\$ 26.141,42	R\$ 43.423,59	1,93%	R\$ 26.141,42
91	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 26.841,13	R\$ 44.558,69	1,94%	R\$ 26.841,13
92	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 27.537,12	R\$ 45.693,80	1,96%	R\$ 27.537,12
93	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 28.229,42	R\$ 46.828,90	1,97%	R\$ 28.229,42
94	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 28.918,05	R\$ 47.964,01	1,99%	R\$ 28.918,05
95	7	1000	R\$ -	R\$ 1.135,10	R\$ 1.135,10	R\$ 29.603,03	R\$ 49.099,11	2,00%	R\$ 29.603,03
295	24	1000	R\$ -	R\$ 2.815,08	R\$ 2.815,08	R\$ 134.551,74	R\$ 361.555,70	2,40%	R\$ 134.551,74
296	24	1000	R\$ -	R\$ 2.815,08	R\$ 2.815,08	R\$ 135.135,20	R\$ 364.370,78	2,40%	R\$ 135.135,20
297	24	1000	R\$ -	R\$ 2.815,08	R\$ 2.815,08	R\$ 135.715,58	R\$ 367.185,86	2,40%	R\$ 135.715,58
298	24	1000	R\$ -	R\$ 2.815,08	R\$ 2.815,08	R\$ 136.292,87	R\$ 370.000,94	2,40%	R\$ 136.292,87
299	24	1000	R\$ -	R\$ 2.815,08	R\$ 2.815,08	R\$ 136.867,10	R\$ 372.816,02	2,40%	R\$ 136.867,10
300	24	1000	R\$ 1.081,43	R\$ 2.815,08	R\$ 1.733,65	R\$ 137.218,87	R\$ 374.549,67	2,40%	R\$ 137.218,87