

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO–USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

GABRIEL GONSAGA RAMADAN

**Análise de Viabilidade Econômica para
a Instalação de Painéis Fotovoltaicos em
Postos de Combustíveis**

São Carlos
2018

GABRIEL GONSAGA RAMADAN

**Análise de Viabilidade Econômica para
a Instalação de Painéis Fotovoltaicos em
Postos de Combustíveis**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia
de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

Curso de Engenharia Elétrica com Ênfase em
Sistemas de Energia e Automação

Orientadora: Profa. Dra. Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto

São Carlos
2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

R165a	Ramadan, Gabriel Gonsaga Análise da Viabilidade Econômica da Instalação de Painéis Fotovoltaicos em Postos de Combustíveis / Gabriel Gonsaga Ramadan; orientadora Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto. São Carlos, 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2018. 1. Energia Fotovoltaica. 2. Postos de Combustíveis. 3. Viabilidade Econômica. I. Título.
-------	---

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Gabriel Gonsaga Ramadan

Título: "Análise de viabilidade econômica para a instalação de painéis fotovoltaicos em postos de combustíveis"

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado
em 25/06/2018,

com NOTA 10,0 (dez), pela Comissão Julgadora:

*Profa. Associada Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto -
Orientadora - SEP/EESC/USP*

Prof. Associado Dennis Brandão - SEL/EESC/USP

Mestre Diogo Ferraz - Doutorando - SEP/EESC/USP

Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica - EESC/USP:
Prof. Associado Rogério Andrade Flauzino

Este trabalho é dedicado à minha família, que sempre apoiou minhas decisões.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família, por todo apoio em minhas escolhas e pelo suporte nos momentos mais difíceis.

A todas amizades construídas em minha vida, e por todos os momentos compartilhados que auxiliaram o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

À minha orientadora Dra. Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto, pelo interesse em auxiliar o desenvolvimento de um trabalho muito importante para minha vida e pelos ensinamentos sobre Análises de investimentos.

Ao Me. Diogo Ferraz por toda sua disponibilidade e suporte no desenvolvimento do trabalho, dando sugestões e críticas construtivas que tornaram o trabalho possível.

Resumo

RAMADAN, GABRIEL GONSAGA **Análise de Viabilidade Econômica para a Instalação de Painéis Fotovoltaicos em Postos de Combustíveis**. 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2018.

O objetivo deste trabalho, a partir das especificações da resolução N° 482 da ANEEL, é analisar a viabilidade econômica para instalação de painéis fotovoltaicos em postos de combustíveis no Brasil. Assim, são definidos três diferentes perfis de investidores presentes no mercado de postos de combustíveis, que variam de acordo com o padrão de consumo de energia, a localidade geográfica e a expectativa de ganho financeiro. Por meio de métodos determinísticos de análise de investimento como a Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback, é possível concluir que para investidores em uma mesma localização, o que apresenta a melhor viabilidade econômica é o perfil do investidor com o maior consumo de energia e com preferências de investimento de menor risco. Conclui-se ainda que as cidades que possuem taxas de iluminação pública dependentes do consumo elétrico geram maiores economias nas contas de energia após a instalação do projeto, impactando de forma positiva a viabilidade do investimento.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica. Postos de Combustíveis. Viabilidade Econômica.

Abstract

RAMADAN, GABRIEL GONSAGA **Economic Viability Analysis for the Installation of Photovoltaic Panels at Fuel Stations.** 92 p. Undergraduate Final Project – São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, 2018.

The objective of this work, based on the specifications of ANEEL Resolution No. 482, is to analyze the economic viability for the installation of photovoltaic panels for gas stations in Brazil. Thus, three different profiles of investors in the fuels market are defined, which vary according to the energy consumption pattern, the geographic location and the expected financial gain. Through deterministic methods of investment analysis such as Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV) and Payback, it is possible to conclude that for investors in the same location, the one that presents the best economic viability is the investor profile with the highest energy consumption and investment preferences with the lowest risk. It is also concluded that cities that have public lighting rates dependent on electric consumption generate greater savings in energy bills after the installation of the project, positively impacting the viability of the investment.

Keywords: Photovoltaics. Fuel stations. Economic viability.

Lista de ilustrações

Figura 1	Consumo de Energia elétrica mundial	28
Figura 2	Oferta Interna de Energia 2016	29
Figura 3	Sistema de Transmissão Brasileiro	31
Figura 4	Consumo de Energia elétrica	32
Figura 5	Elementos de Placa Fotovoltaica	33
Figura 6	Célula de silício monocristalino	33
Figura 7	Célula de silício policristalino	34
Figura 8	Célula de silício amorfo	34
Figura 9	Incidência Solar Alemanha (SOLARGIS, 2014)	36
Figura 10	Incidência Solar Brasil (SOLARGIS, 2014)	36
Figura 11	Sistema Energético até consumidor cativo	39
Figura 12	Encargo Total na Receita das Empresas Distribuidoras de Energia . . .	39
Figura 13	Unidades Consumidoras com Geração Fotovoltaica	41
Figura 14	Consumo de Combustíveis no Setor de Transportes (mil toneladas) . .	43
Figura 15	Variação de Vendas de Combustíveis e Crescimento do PIB	43
Figura 16	Demonstração ilustrativa de um Fluxo de Caixa	45
Figura 17	Comportamento esperado entre TIR e TMA	47
Figura 18	Fluxo de caixa do exemplo	48
Figura 19	Comparação do fundo com taxa CDI	53
Figura 20	Consumo de energia do Posto de combustível ao longo de um ano . . .	55
Figura 21	Consumo energético do Posto de combustível do Investidor 1	56
Figura 22	Temperatura Anual Curitiba - PR	57
Figura 23	Consumo energético do Posto de combustível do Investidor 2	58
Figura 24	Temperatura Anual Fortaleza - CE	59
Figura 25	Consumo energético do Posto de combustível do Investidor 3	60
Figura 26	Fluxo de caixa do primeiro investidor - Cenário 1	70

Figura 27	Fluxo de caixa do primeiro investidor - Cenário 2	71
Figura 28	Fluxo de caixa do segundo investidor - Cenário 1	71
Figura 29	Fluxo de caixa do segundo investidor - Cenário 2	72
Figura 30	Fluxo de caixa do terceiro investidor - Cenário 1	72
Figura 31	Fluxo de caixa do terceiro investidor - Cenário 2	73
Figura 32	Programa Fluxo de caixa Fotovoltaico - Parte 1	91
Figura 33	Programa Fluxo de caixa Fotovoltaico - Parte 2	92
Figura 34	Programa Fluxo de caixa Fotovoltaico - Parte 3	92

Lista de tabelas

Tabela 1	Componentes dos sistemas fotovoltaicos	35
Tabela 2	10 países com maior capacidade instalada de geração fotovoltaica . . .	37
Tabela 3	Frota de Veículos no Brasil	42
Tabela 4	Representatividade das classes econômicas frente à população brasileira	52
Tabela 5	Renda média domiciliar	52
Tabela 6	Rendimento acumulado para o fundo Itaú Renda Fixa Simples em 2017	53
Tabela 7	Equipamentos comuns em postos de combustíveis e suas respectivas potências	54
Tabela 8	Rendimento (%) por mês do fundo Uniclass Renda Fixa LP FICFI . .	58
Tabela 9	Resumo dos investidores	60
Tabela 10	Alíquota ICMS no Estado de São Paulo	63
Tabela 11	Valor da CIP de acordo com a faixa de consumo de energia	65
Tabela 12	Inversores dos Projetos	66
Tabela 13	Variação da Tarifa de Energia e Acumulado do IPCA	69
Tabela 14	Resultados para o Primeiro Investidor	74
Tabela 15	Resultados para o Segundo Investidor	74
Tabela 16	Resultados para o Terceiro Investidor	75

Lista de siglas

ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento
CDB - Certificado de Depósito Bancário
CDI - Certificado de Depósito Interbancário
CIP - Custeio do Serviço de Iluminação Pública
CNDL - Confederação Nacional dos Dirigentes Lojistas
COBEI - Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações
COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ - Conselho Nacional de Política Fazendária
CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz
CVM - Comissão de Valores Mobiliários
DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
FINAME - Programa de Financiamento de Máquinas e Equipamentos
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA - Agência Internacional de Energia
IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IR - Imposto de Renda
LC - Letra de Câmbio
LCA - Letra de Crédito do Agronegócio
LCI - Letra de Crédito Imobiliário
MME - Ministério de Minas e Energia
NREL - Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos
ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
PASEP - Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIB - Produto Interno Bruto
PIS - Programa de Integração Social

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

SPC - Serviço de Proteção ao Crédito

SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

SUDECO - Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TE - Tarifa de Energia

TIR - Taxa Interna de Retorno

TMA - Taxa Mínima de Atratividade

TR - Taxa Referencial

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TUST - Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

VPL - Valor Presente Líquido

Sumário

1	Introdução	23
1.1	Considerações Preliminares	23
1.2	Objetivos	24
1.2.1	Objetivo Geral	24
1.2.2	Objetivos Específicos	24
1.3	Estrutura do Trabalho	25
2	Revisão Bibliográfica	27
2.1	Fontes renováveis de Energia	27
2.2	Contexto Energético Mundial	27
2.3	Geração Distribuída	30
2.4	Energia Fotovoltaica	32
2.4.1	Tipos de Células Fotovoltaicas	33
2.4.2	Componentes dos sistemas fotovoltaicos	34
2.5	Cenário da Energia Fotovoltaica no Brasil	35
2.5.1	Potencial brasileiro	35
2.5.2	Incentivos	37
2.6	Tarifas de energia no Brasil	38
2.7	Repercussão dos Incentivos	40
2.8	Mercado de Combustíveis	41
3	Método	45
3.1	Fluxo de Caixa	45
3.2	Métodos para a Análise Financeira dos Investimentos	46
3.2.1	Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	46
3.2.2	Valor Presente Líquido (VPL)	46
3.2.3	Taxa Interna de Retorno (TIR)	46
3.2.4	Método Payback	47

3.3	Exemplo que relaciona os conceitos	48
4	Perfis de Investidores	51
4.1	Investidor 1	52
4.1.1	Perfil Econômico	52
4.1.2	Perfil de Consumo Energético	54
4.2	Investidor 2	56
4.2.1	Perfil Econômico	56
4.2.2	Perfil de Consumo Energético	57
4.3	Investidor 3	58
4.3.1	Perfil Econômico	58
4.3.2	Perfil de Consumo Energético	59
4.4	Resumo dos investidores	60
5	Viabilidade do Investimento	61
5.1	Custos do Projeto	61
5.1.1	Custos Tarifários	61
5.1.2	Custo de Disponibilidade	62
5.1.3	Custo de Instalação dos Equipamentos	65
5.1.4	Custo de Manutenção	66
5.1.5	Custo do local de instalação	67
5.2	Receita do Projeto	67
5.2.1	Investidor 1	67
5.2.2	Investidor 2	68
5.2.3	Investidor 3	68
5.3	Fluxo de Caixa dos Projetos	69
5.3.1	Fluxo de Caixa Investidor 1	70
5.3.2	Fluxo de Caixa Investidor 2	71
5.3.3	Fluxo de Caixa Investidor 3	72
5.4	Análise dos Cenários Apresentados	73
5.4.1	Investidor 1	74
5.4.2	Investidor 2	74
5.4.3	Investidor 3	75
5.4.4	Considerações sobre os Investidores	75
6	Impactos da Adoção do Investimento	77
6.1	Reinvestimento no Negócio	77
6.2	Aumento da Produtividade	77
6.3	Aumento da Visibilidade	78
	Considerações Finais	79

Referências bibliográficas	83
Anexo	89
ANEXO A Programa em Excel - Fluxo de Caixa Fotovoltaico	91

Introdução

1.1 Considerações Preliminares

No Brasil, até 2012, era possível encontrar obstáculos em relação à implementação de sistemas fotovoltaicos. Contudo, esta realidade já havia sido superada em países desenvolvidas, que possuíam uma estrutura de implementação desses sistemas há décadas. Até mesmo os países que sofrem com menor incidência da luz solar apresentavam participação da energia solar na matriz energética (VILLALVA, 2015).

Em 2004 foi criado o Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), um programa do governo federal que promovia o uso de fontes alternativas de energia, mas que não incluía a energia fotovoltaica, impossibilitando assim o desenvolvimento deste tipo de energia no cenário nacional. Diversos fatores dificultam a utilização da energia solar fotovoltaica; dentre estes fatores, encontra-se a questão de que até o ano de 2012 a principal restrição ao seu desenvolvimento era o fato de não existirem regulamentações e normas para esse setor (VILLALVA, 2015).

Nesse contexto, no ano de 2011, ocorreram diversos avanços no setor fotovoltaico em uma conferência entre o Grupo Setorial de Energia Fotovoltaica da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) e a comissão de estudos CE-03:082.01 do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei), o qual é responsável pelas normas de inserção de inversores fotovoltaicos à rede elétrica. As discussões envolveram universidades e empresas e abordaram desde a promoção da energia fotovoltaica quanto regras para a inserção de painéis fotovoltaicos na matriz energética brasileira (VILLALVA, 2015).

Em 2012, foi aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) a resolução normativa número 482, que passou a permitir a micro e mini geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e alternativas, com sistemas de geração distribuída conectados às redes elétricas de baixa tensão (ANEEL, 2012b).

Com o consumo de energia elétrica mundial crescendo (IEA, 2009) não é possível depender apenas de poucas formas de geração de energia, já que muitos recursos estão se

esgotando, ou possuem limitação por área, ou possuem uma grande variação sazonal de disponibilidade. Por esse motivo, é necessária uma diversificação da matriz energética, sobretudo, da energia solar fotovoltaica, dado que essa alternativa não depende da criação de grandes usinas afastadas dos centros populacionais (VILLALVA, 2015) e possui um grande potencial de exploração (SOLARGIS, 2014).

Como o foco deste trabalho recai sobre os investimentos em energia fotovoltaica para postos de combustíveis é importante considerar que em 2017, o Brasil contava com 18 refinarias de petróleo e 383 usinas de etanol; possuía também, 164 distribuidoras de combustíveis líquidos e 16.343 postos de abastecimento (ANP, 2017a). Em abril de 2014 o número de postos de abastecimento era de 12.006 (ANP, 2014), o que aponta para uma variação de 36,12%, se comparado com o número de postos de abastecimento de 2017. Isso representa o crescimento desse mercado no período e uma grande influência sobre o setor comercial brasileiro, já que a frota de veículos no Brasil em 2017 ultrapassou 90 milhões de veículos (DENATRAN, 2016).

Em virtude da regulamentação e do interesse de empresas do setor de distribuição de combustíveis em estabelecer uma matriz energética mais renovável, neste trabalho será feita a análise de viabilidade econômica para a instalação de painéis fotovoltaicos em postos de combustíveis. Para isso, serão analisados os componentes, os princípios de funcionamento e o desempenho das placas, o investimento necessário e os gastos energéticos em postos de combustíveis antes e após a implementação do projeto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é analisar a viabilidade econômica para a instalação de painéis fotovoltaicos sobre a estrutura de postos de combustíveis.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com intuito de atingir o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram destacados:

- ❑ Estudar o cenário brasileiro para esse tipo de instalação, além das normas e limitações que a energia fotovoltaica em postos de combustíveis pode encontrar;
- ❑ Analisar os componentes e os princípios de funcionamento dos painéis fotovoltaicos;
- ❑ Analisar os gastos com energia elétrica dos postos de combustíveis;
- ❑ Mensurar o investimento necessário para a implementação dos painéis fotovoltaicos;
- ❑ Elaborar fluxo de caixa para esse tipo de projeto;

- Avaliar a viabilidade econômica de acordo com os perfis de investidores.

1.3 Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo deste trabalho apresenta uma introdução sobre o tema painéis fotovoltaicos no Brasil. No segundo capítulo se encontra a Revisão Bibliográfica, no qual são discutidos os principais temas e conceitos da energia fotovoltaica no Brasil e no mundo. Além disso, discorre-se sobre o desempenho das placas fotovoltaicas e sobre o mercado de combustíveis no Brasil.

No terceiro capítulo se apresenta o método utilizado neste trabalho, descrevendo conceitos teóricos para a realização de análise financeira. O quarto capítulo apresenta os diferentes tipos de perfis de investidores, que variam de acordo com a localização geográfica, tamanho dos postos e demais aspectos relevantes para a análise.

No quinto capítulo encontram-se os resultados por meio do método adotado neste trabalho. No sexto capítulo discute-se o impacto destes resultados para os postos de combustíveis. Finalmente, o sétimo capítulo apresenta as considerações finais.

Revisão Bibliográfica

2.1 Fontes renováveis de Energia

Para iniciar toda a abordagem teórica do trabalho vale, inicialmente, definir o conceito de fonte renovável de energia. O sol é a maior fonte de energia existente na terra, e todo seu potencial é ainda pouco explorado (VILLALVA, 2015).

O sol é responsável pela energia da biomassa, que torna possível a manutenção da vida da matéria orgânica pela fotossíntese, no caso das hidrelétricas a água que move turbinas só existe por eventos como a evaporação, chuvas e degelo causados pelo sol (VILLALVA, 2015).

Dessa forma, as fontes renováveis de energia são inesgotáveis pelos padrões de utilização humana, por mais que sejam utilizadas podem ser repostas a curto ou médio prazo, espontaneamente ou por intervenção humana. Assim, não podemos classificar, os combustíveis fósseis como renováveis, pois apesar de se renovarem a longo prazo, suas reservas podem ser esgotadas pela ação humana (VILLALVA, 2015).

2.2 Contexto Energético Mundial

Com o desenvolvimento das civilizações e dos meios tecnológicos, a sociedade mundial fica cada vez mais dependente do consumo de energia elétrica. Na Figura 1 é apresentado um gráfico que demonstra o crescimento do consumo da energia elétrica mundial.

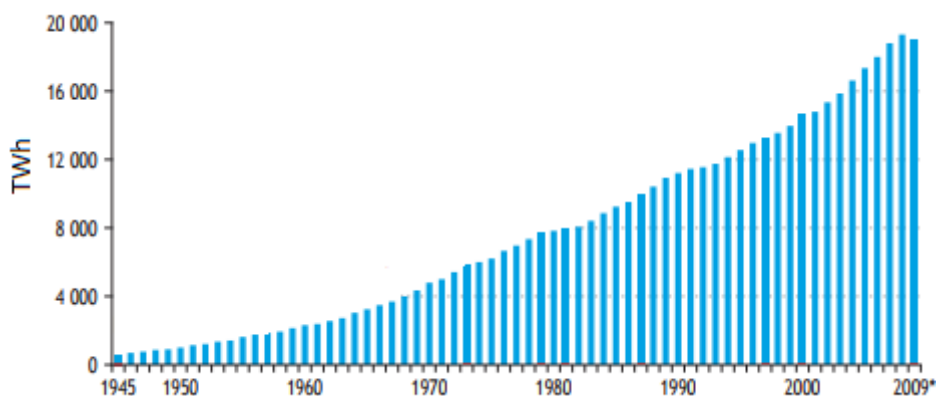


Figura 1 – Consumo de Energia elétrica mundial

Fonte: (IEA, 2009)

É possível notar que o consumo de energia tem crescido, pois nos anos 70 o mundo consumia aproximadamente 6000 TWh (Terawatts-hora) de energia. Trinta anos depois, nos anos 2000, o consumo de energia observado era superior a 14000 TWh. Dito em outros termos, a evolução do consumo energético nas últimas três décadas mais que dobrou. Segundo previsões da IEA (International Energy Agency) em 2030 o consumo de energia chegará a quase 30000 TWh (IEA, 2009).

Uma residência comum no Brasil consome em média aproximadamente 300 kWh de energia no mês, cerca de 10 vezes menos do que uma residência de um país desenvolvido. Por este motivo, para garantir o mesmo padrão de vida aos habitantes no mundo, o consumo de energia iria ter que ser maior que o previsto em 2030 (VILLALVA, 2015).

Para que se atenda a previsão de 30000 TWh ao ano em 2030, seria necessário construir aproximadamente 230 usinas hidrelétricas iguais a Itaipu (VILLALVA, 2015). Considerando a usina hidrelétrica de Ilha Solteira, no estado de São Paulo, que possui uma capacidade instalada de aproximadamente 3200 MW (THEMAG, 2004), ela produz aproximadamente 27,6 TWh de energia ao ano, o que torna necessária a construção de 1000 usinas desse porte para abastecer a previsão da demanda mundial para o ano de 2030.

Entretanto, não existem recursos naturais (rios) suficientes para atender a demanda prevista para 2030 (VILLALVA, 2015). Dessa forma, é importante a diversificação das formas de geração de energia, sobretudo, para fontes energéticas renováveis e que tenham baixo impacto no meio ambiente.

A maior parte da energia elétrica produzida no mundo tem origem na queima de combustíveis fósseis, sendo que a energia renovável corresponde a uma pequena parcela (VILLALVA, 2015). O cenário energético mundial no ano de 1980 era composto por 69,6% de combustíveis fósseis e 21,9% de fontes de energia renováveis, com um consumo de energia total de 8.027 TWh. No ano de 2008, o consumo de energia chegou a 19.157

TWh, e a matriz energética nesse ano era composta por 67% de combustíveis fósseis e 19,5% de fontes renováveis. Assim, é possível constatar que esses dados apresentam características bem similares apesar de estarem defasados em 28 anos. Mesmo pelo fato do consumo de energia ter mais que dobrado nesse período, não houve mudança expressiva na proporção de utilização de combustíveis fósseis e de fontes renováveis de energia no cenário mundial (EPE, 2016).

As fontes de energia renováveis ainda são pouco exploradas. Com o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, o incentivo dos governos, empenho de empresas e cidadãos é possível intensificar significativamente o uso deste tipo de energia. Previsões indicam que, a partir de 2050, as fontes de energia solar e eólica, que apresentam baixa expressão no ano de 2017, sejam as principais fontes de energia no futuro da humanidade (VILLALVA, 2015).

Em 2015, a matriz energética brasileira já era composta por 42,5% de fontes de energia renováveis, e existe uma previsão de que em 2024 esta composição chegue a 45%. Entre os anos de 2004 e 2014, houve um crescimento de 30% na utilização desse tipo de fonte energética. Em relação a energia solar, existe uma previsão de que no ano de 2024 existam 700 mil consumidores residenciais e comerciais com esse tipo de instalação, e que no ano de 2050 13% do abastecimento residencial seja oriundo dos raios solares (MME, 2015).

Na Figura 2 é possível observar um aumento da participação das fontes de energia renováveis, que estão representando 43,5% de toda forma de geração de energia. Apesar deste cenário de crescimento, é possível observar que sua maior expressividade vem da biomassa, do etanol e de sistemas hidrelétricos, sendo ainda pouco expressiva em relação a sistemas eólicos e solares (MME, 2017c).

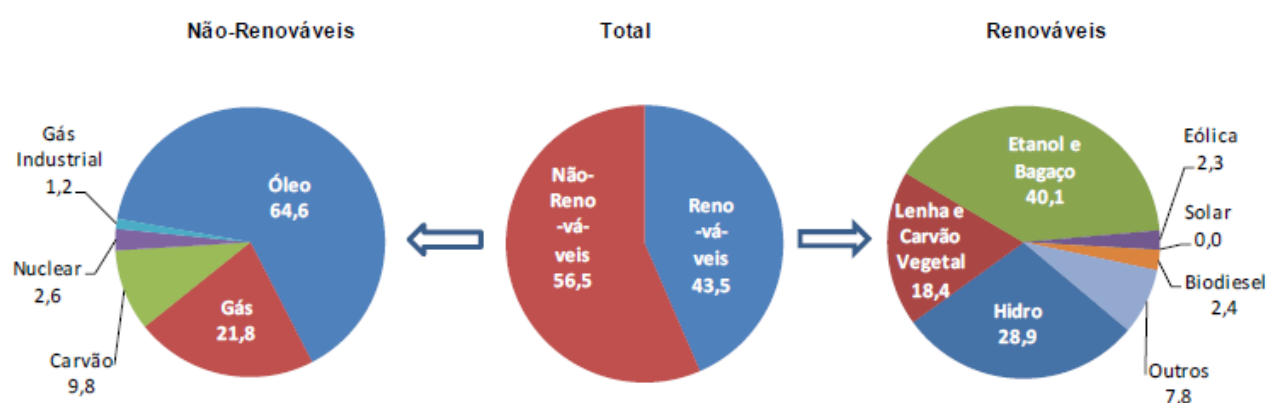


Figura 2 – Oferta Interna de Energia 2016

Fonte: (MME, 2017c)

2.3 Geração Distribuída

Com o domínio do petróleo na matriz energética mundial e com a demanda sempre crescente de energia, fatores políticos, ambientais e econômicos estimulam o crescimento da utilização de fontes renováveis de energia (BARROS, 2007). Apesar do Brasil ser um dos países com a matriz energética mais limpa do mundo, este apresenta uma grande dependência de usinas hidrelétricas, estando assim suscetível a diminuição da potência gerada em épocas de estiagem, nas quais os reservatórios dessas usinas ficam em níveis críticos. Dessa forma, é de grande interesse das concessionárias de energia uma ampliação das formas de geração de energia, de forma a conseguir atingir a demanda de consumidores, para isso se faz necessário a exploração de novas fontes renováveis (VILLALVA, 2015).

Entre as formas renováveis de energia, pode-se destacar a solar, eólica, biomassa e biocombustível. Em relação a geração solar, observa-se que não é necessário criar grandes usinas para o abastecimento de grandes cidades, uma vez que os recursos solares estão disponíveis a todos. O mesmo não ocorre no caso das hidrelétricas, pois os rios estão distantes dos centros consumidores (VILLALVA, 2015).

Assim cria-se o conceito de geração distribuída, isso é, a geração de energia elétrica junto ou próxima ao consumidor, diminuindo gastos com a transmissão e a distribuição de energia, além de diminuir as perdas no sistema e melhorar a estabilidade do serviço de energia elétrica (DIAS, 2005). Graças a esse conceito e a aprovação da resolução normativa número 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) em 2012, criou-se um incentivo e foi regulamentada a geração de eletricidade com fontes renováveis de energia em sistemas conectados à rede elétrica de distribuição (ANEEL, 2012b).

Na Figura 3, é possível observar o quanto o Brasil depende de formas de geração de energia em regiões afastadas das grandes cidades.

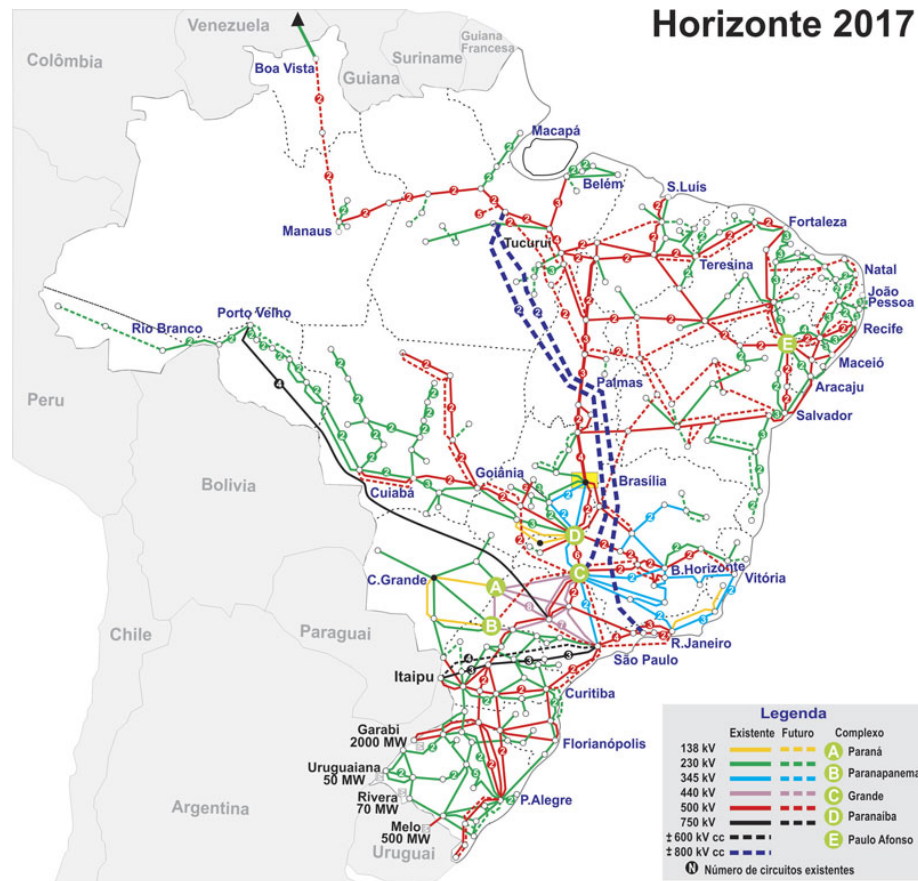


Figura 3 – Sistema de Transmissão Brasileiro

Fonte: (ONS, 2017)

Se houvesse uma ampla geração distribuída, existiria menos linhas de transmissão, tendo em vista que a energia seria gerada diretamente nos próprios centros consumidores.

O interesse por parte de consumidores residenciais é bem justificado pelo gráfico representado na Figura 4.

Consumo de Energia Elétrica em Julho/2017 Consumo de Energia Elétrica em 12 meses

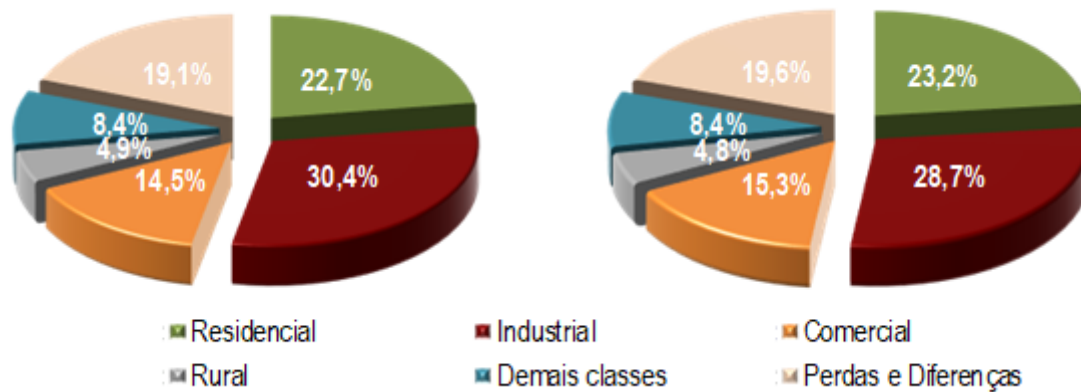


Figura 4 – Consumo de Energia elétrica

Fonte: (MME, 2017a)

Observa-se que os setores que mais aumentaram o consumo de energia elétrica foram os setores comerciais e residenciais. Isto é, setores que estão presentes nos centros urbanos, justificando o quão interessante é a possibilidade de geração de energia nesses locais, uma vez que atenderia essa demanda crescente de consumidores e reduziria as perdas com transmissão e distribuição, que representam 19,6% no consumo de energia em 2017.

2.4 Energia Fotovoltaica

Nesta seção, discorre-se sobre a forma de geração de energia por meio da utilização de placas fotovoltaicas. Este sistema produz energia por meio da luz solar, a partir do efeito fotovoltaico (VILLALVA, 2015).

O efeito fotovoltaico foi observado por Edmond Becquerel em 1839, quando ao incidir luz solar sobre um material semicondutor, observou-se uma diferença de potencial sobre ele (NASCIMENTO, 2004). Um material semicondutor é aquele que possui características intermédias entre um condutor e um isolante (NASCIMENTO, 2004). Um exemplo é o silício, material utilizado em cerca de 95 % das placas fotovoltaicas do mundo (VILLALVA, 2015). Esse material não possui, em cristais puros, elétrons livres e depende da inserção de outros elementos para a mudança de sua característica, procedimento denominado dopagem. Quando o silício é dopado com fósforo ele se torna um material com elétrons livres, isso é, com carga negativa (Material tipo N). Ao dopar com Boro, ele se torna um material com ausência de elétrons, isso é, um material com cargas positivas (Material tipo P) (NASCIMENTO, 2004).

Todas placas fotovoltaicas possuem materiais do tipo P e N conforme a Figura 5.

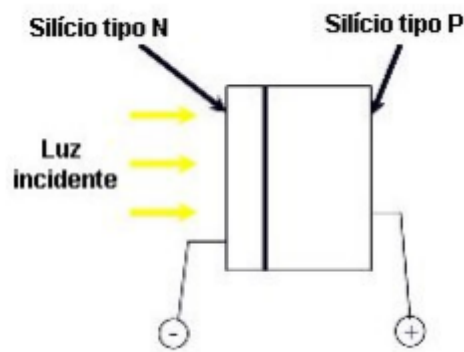


Figura 5 – Elementos de Placa Fotovoltaica

Fonte: (NASCIMENTO, 2004)

Ao unir os dois tipos de materiais forma-se um campo elétrico, isso pelo fato de existir elétrons livres no material N e ausência de elétrons no material P. Dessa forma, ao incidir luz sobre a célula fotovoltaica, os fótons (partículas da luz) se chocam com os elétrons, fornecendo energia para eles e possibilitando o surgimento de uma corrente elétrica (NASCIMENTO, 2004).

2.4.1 Tipos de Células Fotovoltaicas

Uma placa fotovoltaica possui, em sua estrutura, pequenas células que são responsáveis pela conversão de luz em energia elétrica. Será visto a seguir diferentes tipos de células e suas respectivas eficiências (NASCIMENTO, 2004).

2.4.1.1 Células de silício monocristalino

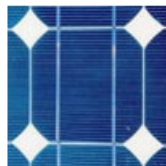


Figura 6 – Célula de silício monocristalino

Fonte: (NASCIMENTO, 2004)

A Figura 6 exibe uma célula de silício monocristalino, que possui uma eficiência entre 15% e 18% de conversão de luz solar em energia elétrica. São as células com o maior custo de produção (VILLALVA, 2015).

2.4.1.2 Células de silício policristalino

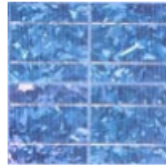


Figura 7 – Célula de silício policristalino

Fonte: (NASCIMENTO, 2004)

A Figura 7 exibe uma célula de silício policristalino, que possui uma eficiência entre 13% e 15% de conversão de luz solar em energia elétrica. São as células com custo de produção menor que as monocristalinas (VILLALVA, 2015).

2.4.1.3 Células de silício amorfo

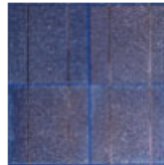


Figura 8 – Célula de silício amorfo

Fonte: (NASCIMENTO, 2004)

A Figura 8 exibe uma célula de silício amorfo, que possui uma eficiência entre 5% e 8% de conversão de luz solar em energia elétrica. Trata-se de uma tecnologia de filmes finos, que apesar de utilizar a mesma matéria prima (Silício), possui um processo de fabricação que consome pouco material e gasta pouca energia, fazendo com que o custo de fabricação seja muito baixo (VILLALVA, 2015).

2.4.2 Componentes dos sistemas fotovoltaicos

Além dos módulos fotovoltaicos, descritos anteriormente, são necessários outros equipamentos para a montagem de um projeto de geração fotovoltaica. Esses são listados

na Tabela 1, com a descrição e os correspondentes valores baseados em portais comerciais de produtos solares (NeoSolar, AtacadoSolar).

Tabela 1 – Componentes dos sistemas fotovoltaicos

Equipamento	Descrição	Preço Médio (Sistema 20 kWp)
Inversores	Responsáveis pela injeção da energia produzida pelos módulos na rede elétrica.	R\$ 20.000,00
Caixas de Strings	Caixa onde ocorre a conexão dos cabamentos dos módulos fotovoltaicos.	R\$ 1.000,00
Quadro de proteção de corrente contínua (CC)	Responsável pela proteção dos equipamentos fotovoltaicos em casos de descargas atmosféricas.	R\$ 760,00
Cabos solares	Responsáveis pela conexão dos módulos fotovoltaicos	R\$ 5,50/m
Estação meteorológica	Aparelho que extrai informações meteorológicas para avaliação do desempenho do sistema fotovoltaico	R\$ 1.000,00
Medidores de energia	Aparelho responsável pelo monitoramento da produção de energia do sistema fotovoltaico	R\$ 300,00

Fonte: (VILLALVA, 2015)

2.5 Cenário da Energia Fotovoltaica no Brasil

Em 2011, foi lançado pela Aneel o projeto "Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira", esse projeto promoveu a criação de usinas experimentais de energia fotovoltaica, que foram interligadas ao sistema elétrico nacional (VILLALVA, 2015).

Após a aprovação em 2012 da resolução normativa número 482, que permitiu a micro e mini geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e alternativas conectadas à rede elétrica de baixa tensão (ANEEL, 2012b), o número de sistemas fotovoltaicos conectados à rede passou a aumentar significativamente (VILLALVA, 2015).

Com essa grande perspectiva do mercado nacional e a possibilidade de financiamento pelo programa Finame (Programa de Financiamento de Máquinas e Equipamentos) do BNDS (Banco Nacional de Desenvolvimento), diversas empresas internacionais, fabricantes de placas fotovoltaicas e inversores, passaram a se instalar no Brasil.

2.5.1 Potencial brasileiro

Levando em conta todas as formas de geração de energia no Brasil, sua capacidade instalada é na ordem de 150,4 GW (MME, 2017b). Desse total menos de 0,08% é referente a sistemas de geração solares fotovoltaicos (NASCIMENTO, 2017), o que indica uma pequena parcela de aproveitamento.

As Figuras 9 e 10 exibem a incidência solar da Alemanha e do Brasil, respectivamente.

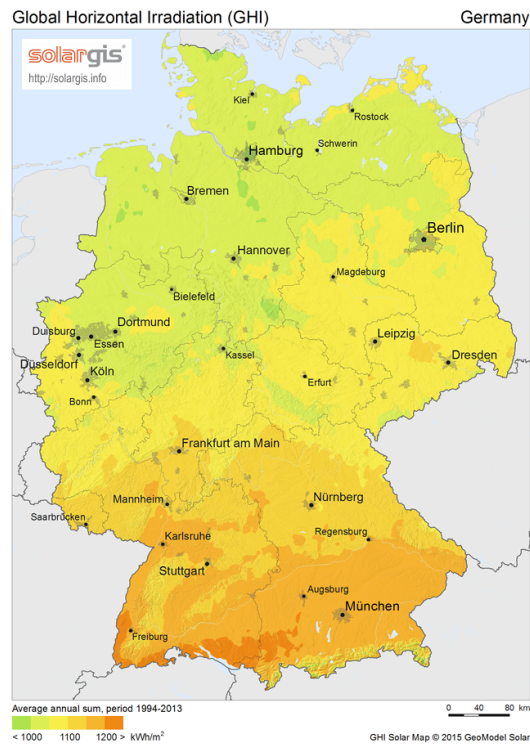


Figura 9 – Incidência Solar Alemanha (SOLARGIS, 2014)



Figura 10 – Incidência Solar Brasil (SOLARGIS, 2014)

Somente pelas escalas nos dois mapas pode-se observar o quão maior é o potencial brasileiro em relação ao alemão. O valor de incidência mínimo no mapa brasileiro é de 1500 kWh/m^2 no qual supera o valor máximo de 1200 kWh/m^2 da Alemanha. Além disso, deve-se considerar que a Alemanha possui uma área de 357.120 km^2 (IBGE, 2016a) enquanto a extensão territorial brasileira é de $8.515.759,090 \text{ km}^2$ (IBGE, 2016b). Em outros termos, o Brasil é mais de 20 vezes maior que a Alemanha, o que eleva seu potencial para geração de energia fotovoltaica. Mesmo assim, a Alemanha possui capacidade total instalada de 39,7 GW, ou seja, acima daquela observada no Brasil. Vale ressaltar que a Alemanha é um dos líderes mundiais de energia fotovoltaica (NASCIMENTO, 2017).

Na Tabela 2 pode-se observar os 10 países com maior capacidade instalada de geração fotovoltaica:

Tabela 2 – 10 países com maior capacidade instalada de geração fotovoltaica

1	China	43,5 GW
2	Alemanha	39,7 GW
3	Japão	34,4 GW
4	Estados Unidos	25,6 GW
5	Italia	18,9 GW
6	Reino Unido	8,8 GW
7	França	6,6 GW
8	Espanha	5,4 GW
9	Australia	5,1 GW
10	India	5,0 GW

Fonte: (NASCIMENTO, 2017)

O Brasil, no final de 2016, possuía 81 MW de energia fotovoltaica instalada, ficando distante dos líderes exibidos na Tabela 2. Outra informação importante é que o Brasil não aparece entre os vinte maiores produtores neste mercado (NASCIMENTO, 2017). Dos 10 países exibidos na Tabela 2 acima, apenas a China e os Estados Unidos possuem um território maior que o brasileiro (IBGE, 2016b). Isto indica que países com territórios menores possuem uma capacidade instalada maior do que a brasileira.

2.5.2 Incentivos

Apesar da energia fotovoltaica no Brasil possuir uma pequena expressão no cenário mundial, existem diversos incentivos governamentais para seu aproveitamento, alguns desses serão listados a seguir (NASCIMENTO, 2017).

- Venda direta a consumidores para aqueles com potência injetada inferior a 50.000 kW, sem intermediação da distribuidora para compradores com carga entre 500 kW e 3.000 kW, esses compradores ainda recebem desconto na TUSD, incentivando a compra de energia do gerador alternativo em relação a distribuidora (SILVA, 2015).

- ❑ Sistema de compensação de energia elétrica: instituído pela resolução normativa nº 482. Os fornecedores de energia para rede elétrica pagam às distribuidoras a diferença entre o que consomem e o que injetam. A esse sistema é atribuído o nome *net-metering* (SILVA, 2015).
- ❑ Redução de imposto de renda: Projetos implantados nas regiões de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e da Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO) têm redução de imposto de renda (SILVA, 2015);
- ❑ Condições diferenciadas de financiamento pelo BNDES de projetos envolvendo energia solar, com taxas de juros abaixo das praticadas pelo mercado (SILVA, 2015).
- ❑ Convênio nº 101, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ): isenta do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) vários equipamentos destinados à geração de energia elétrica por células fotovoltaicas

2.6 Tarifas de energia no Brasil

A tarifa de energia, é basicamente o preço cobrado por uma unidade de energia R\$/kWh. A energia elétrica é considerada um bem essencial, que não se paga somente pelo consumo, mas pela sua disponibilidade, ou seja, por toda a estrutura projetada para que se tenha energia aos consumidores (ABRADEE, 2016).

As tarifas de energia são atribuídas a diferentes classes de consumidores, entre elas o consumidor cativo, aquele que pode somente comprar energia da distribuidora local (ANEEL, 2012a), elemento de estudo desse trabalho.

As tarifas de energia atribuídas aos consumidores cativos são constituídas de:

- ❑ Custo de uso do sistema de distribuição;
- ❑ Custo de uso do sistema de transmissão;
- ❑ Perdas;
- ❑ Custo de aquisição de energia;
- ❑ Encargo e impostos.

Na Figura 11, observa-se que os custos de uso do sistema de distribuição e transmissão, respectivamente representados como TUSD e TUST, são obrigatórios para que a energia chegue ao consumidor cativo.

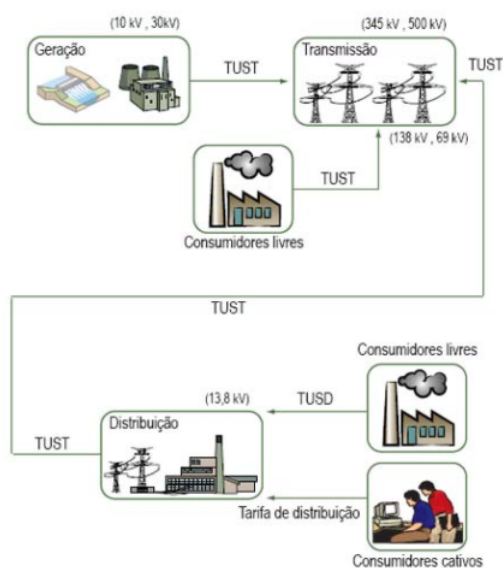


Figura 11 – Sistema Energético até consumidor cativo

Fonte: (ABRADEE, 2016)

A tarifa também é composta pelas perdas do sistema, que ocorrem principalmente nos sistemas de distribuição e transmissão. Além disso, existem os custos de aquisição de energia, que são referentes as grandes contratações de montantes de energia feitos pelas empresas de distribuição. Por último, existe os impostos e os encargos. Os impostos são compostos por PIS/PASEP, COFINS e ICMS, sendo o último responsável por cerca de 30% do valor da conta da luz. Os encargos são contribuições instituídas por lei e os valores são definidos pela ANEEL (ABRADEE, 2016).

A Figura 12 exibe a representatividade total dos encargos na receita total das empresas distribuidoras de energia.

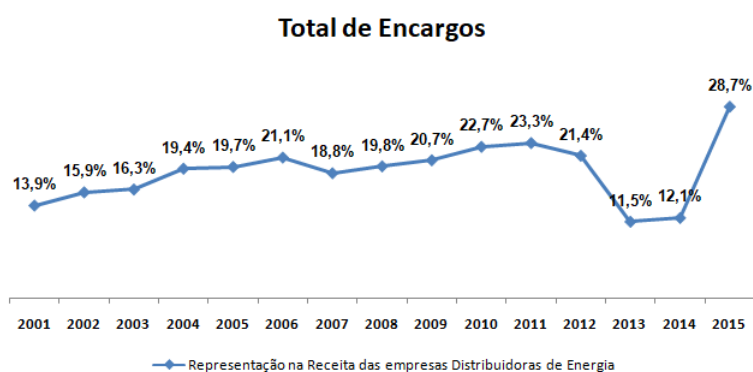


Figura 12 – Encargo Total na Receita das Empresas Distribuidoras de Energia

Gráfico adaptado de tabela (ABRADEE, 2016)

Na Figura 12 é possível notar as diversas flutuações da representatividade dos encargos sobre as distribuidoras. Em 2015, os encargos totais representaram 28,7% da receita das distribuidoras, que corresponde ao valor mais alto desde 2001, refletindo diretamente no valor da conta de luz do consumidor cativo.

Além disso, existem as bandeiras tarifárias, que são variações mensais nas tarifas de energia decorrentes da alternância de geração do sistema hidrotérmico brasileiro (ANEEL, 2017). São divididas em quatro bandeiras:

- ❑ Bandeira Verde: Geração favorável de energia. A tarifa não sofre acréscimo.
- ❑ Bandeira Amarela: Geração menos favorável. Acréscimo de R\$ 0,010 para cada kWh consumido.
- ❑ Bandeira Vermelha - Nível 1: Condição custosa de geração. Acréscimo de R\$ 0,030 para cada kWh consumido.
- ❑ Bandeira Vermelha - Nível 2: Condição ainda mais custosa de geração. Acréscimo de R\$ 0,050 para cada kWh consumido.

2.7 Repercussão dos Incentivos

Na Subseção 2.5.2, foram apresentados alguns incentivos governamentais para a expansão da geração fotovoltaica no Brasil, como desconto em imposto de renda em alguns projetos, desconto em equipamentos fotovoltaicos e a própria resolução normativa nº 482, que possibilitou aos consumidores o acesso à rede de distribuição em projetos de geração de energia renovável.

Em seguida, na Seção 2.6, foram discutidos os componentes das tarifas de energia, mostrando no caso dos encargos, sua flutuação diante dos anos e como consequência uma variação na conta de energia do consumidor cativo. Também foi apresentado o conceito de bandeiras de energia, demonstrando que o consumidor fica sujeito às variações nas contas de energia de acordo com as variações de geração do sistema hidrotérmico brasileiro.

Dessa forma, tanto a Subseção 2.5.2 como a Seção 2.6 demonstram cenários positivos à geração de energia próxima ao consumidor. Relatando no primeiro caso incentivos governamentais, e no segundo um cenário onde o consumidor se torna refém das variações tarifárias na conta de energia (bandeiras). Portanto, acredita-se que o consumidor cativo tenha interesse na instalação de painéis fotovoltaicos, a fim de diminuir os gastos com energia.

Nascimento (2017) demonstrou que, com a implementação dos incentivos, houve um crescimento no uso da geração distribuída fotovoltaica, conforme mostra a Figura 13.

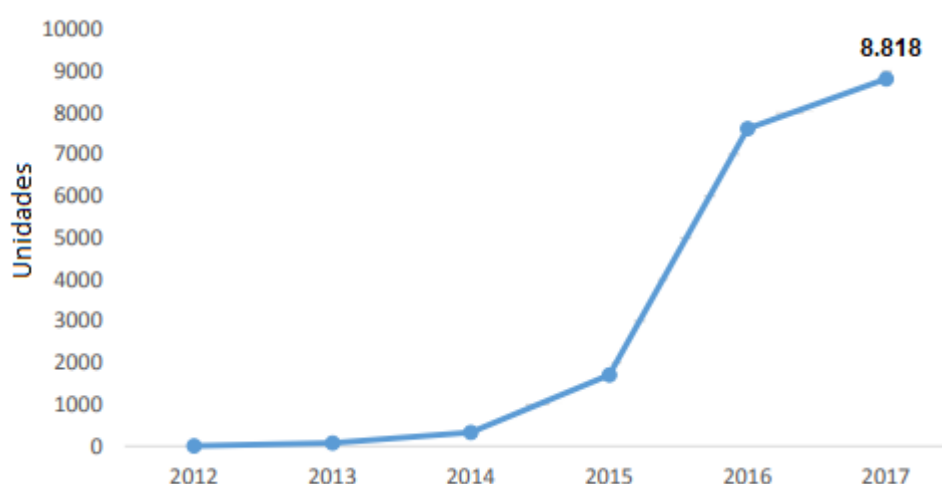


Figura 13 – Unidades Consumidoras com Geração Fotovoltaica

Fonte:(NASCIMENTO, 2017)

Observa-se que no ano de 2014 o total de unidades instaladas não chegava a 1000. Por outro lado, em 2017, o total de unidades instaladas passou para 8.818. Isto representa um aumento de 8 vezes após 3 anos (NASCIMENTO, 2017).

Apesar desse grande crescimento, deve-se considerar que o Brasil possui cerca de 77 milhões de unidades consumidoras, ou seja, pouco mais de 0,01% das unidades possuem sistemas fotovoltaicos instalados, o que representa aproximadamente uma casa com geração fotovoltaica em 10 mil. Já na Austrália uma a cada seis casas possuem geração fotovoltaica instalada, demonstrando o potencial pouco aproveitado brasileiro (NASCIMENTO, 2017).

2.8 Mercado de Combustíveis

Na Tabela 3 estão apresentados dados sobre a frota veicular brasileira, a fim de demonstrar a importância do mercado e postos de combustíveis no Brasil.

Tabela 3 – Frota de Veículos no Brasil

Variável	Brasil
Automóveis	51.296.981
Caminhões	2.684.227
Caminhões-trator	606.679
Caminhonetes	6.880.333
Caminhonetas	3.053.759
Micro-ônibus	383.325
Motocicletas	20.942.633
Motonetas	3.990.558
Ônibus	601.522
Tratores	30.896
Utilitários	707.152

Fonte: (DENATRAN, 2016)

Somando toda a frota de 2016 da Tabela 3, verifica-se que existem 91.178.065 veículos no Brasil. Considerando que em 2016 a população total brasileira era de aproximadamente 206 milhões (IBGE, 2016c), existia estatisticamente aproximadamente um veículo para cada duas pessoas no Brasil. Deve-se considerar que aqueles indivíduos que não possuem veículos, ainda assim dependem de algum meio de transporte como, por exemplo, os trabalhadores que utilizam o transporte público para se locomover até o trabalho e outras atividades cotidianas. Esses dados mostram como mercado de combustíveis é importante para o Brasil.

O setor de comercialização de combustíveis é composto por 18 refinarias de petróleo, 383 usinas de etanol e 16.343 postos de abastecimento (ANP, 2017a), o que representa um aumento de 36,12% em relação ao número de postos de abastecimento de 2014 (ANP, 2014), indicando um crescimento desse mercado no setor econômico brasileiro. Além disso, em 2016, o Brasil foi considerado o sétimo país que mais consome combustíveis no mundo, consumindo cerca de 3 milhões de barris por dia (ANP, 2017b).

A Figura 14 apresenta o consumo de combustíveis no setor de transportes.

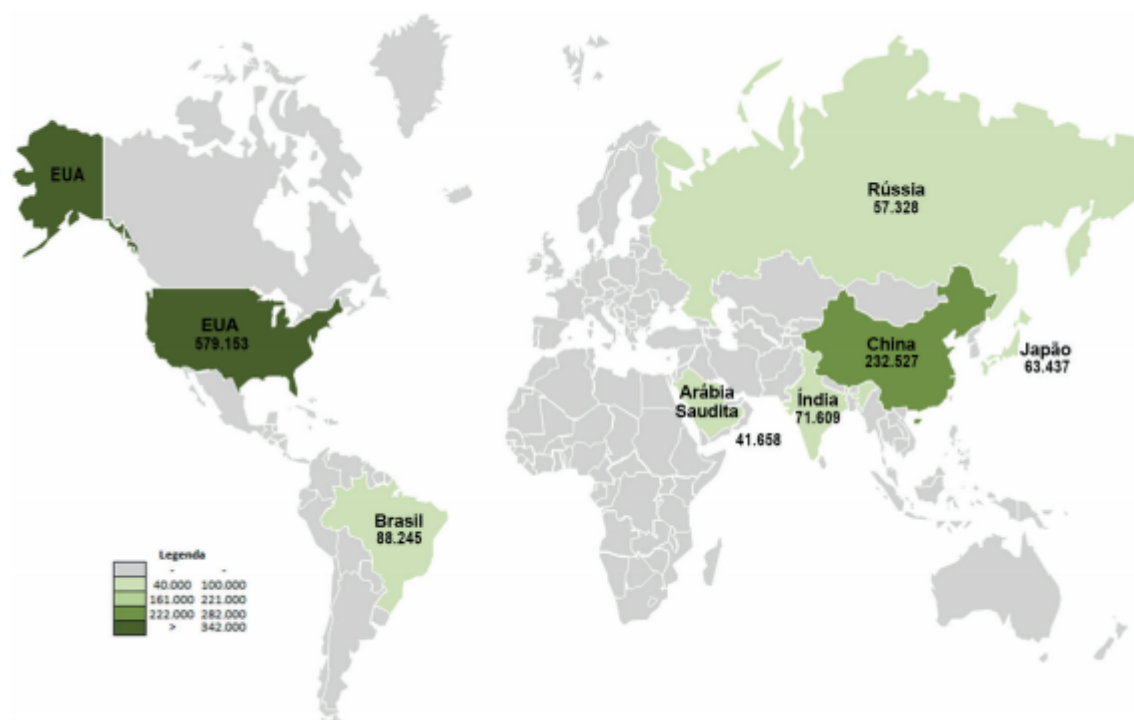


Figura 14 – Consumo de Combustíveis no Setor de Transportes (mil toneladas)

Fonte:(ANP, 2017b)

Como é possível observar, o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial, ficando atrás somente da China e dos Estados Unidos. Entre os anos de 2007 e 2016 houve um crescimento na venda de gasolina de 6,5% ao ano na economia brasileira (ANP, 2017b). A Figura 15 exibe o crescimento das vendas gerais de combustíveis entre os anos de 2006 e 2016 no Brasil.

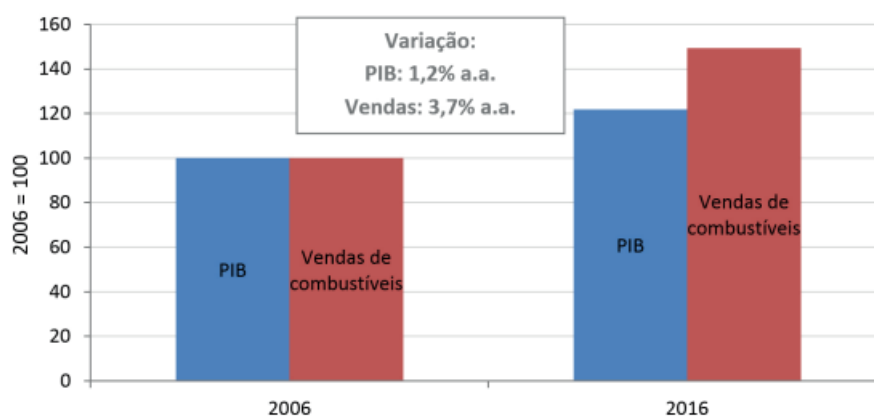


Figura 15 – Variação de Vendas de Combustíveis e Crescimento do PIB

Fonte:(ANP, 2017b)

Em relação a Figura 15, verifica-se que as vendas de combustíveis cresceram em 10 anos cerca de 49,4%, enquanto o PIB cresceu 21,8%. Isto representa um crescimento de 3,7% ao ano para as vendas de combustíveis e crescimento de 1,2% em relação ao PIB. Em outros termos, é possível afirmar que o crescimento do mercado de combustíveis é maior que o dobro do crescimento do PIB brasileiro no período analisado (ANP, 2017b).

Com a existência de uma grande frota de veículos no Brasil, com o número postos de abastecimento em crescimento, uma grande representatividade brasileira no cenário mundial e um crescimento desse mercado de forma mais acelerada que o PIB nacional, verifica-se a representatividade do mercado de combustíveis no setor econômico brasileiro, sendo interessante e impactante a análise de investimento da instalação de painéis fotovoltaicos nesse setor econômico.

Método

Este capítulo apresenta os conceitos teóricos sobre as ferramentas de análise financeira. Estas ferramentas serão utilizadas neste trabalho, a fim de atingir o objetivo geral, demonstrando ou não a viabilidade econômica em relação à instalação de painéis fotovoltaicos em postos de combustíveis.

3.1 Fluxo de Caixa

O Fluxo de Caixa é uma ferramenta utilizada pela maioria das empresas, o que permite observar as entradas e saídas dos recursos financeiros do negócio. Além disso, o Fluxo de Caixa é construído para um determinado período de tempo (NETO; SILVA, 2002), como ilustrado na Figura 16.

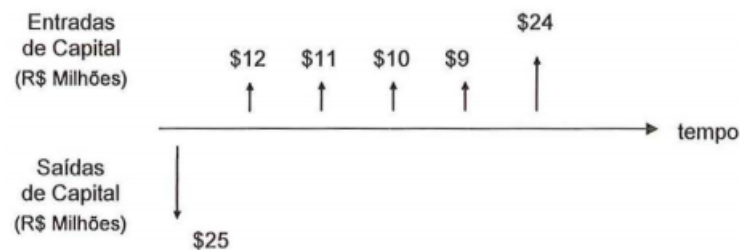


Figura 16 – Demonstração ilustrativa de um Fluxo de Caixa

Fonte:(KASSAI, 1999)

A Figura 16 permite observar um diagrama com setas para baixo e para cima. A seta para baixo, tem como convenção a representação de um valor negativo, ou seja, representa uma saída de capital - pagamentos, aplicações, desembolsos de capital, investimentos em projetos. Existem também setas apontadas para cima que, por convenção representam valores positivos, ou seja, as entradas de capital, reembolsos de capital, retornos de investimento. O tamanho das setas é diretamente proporcional ao valor monetário de

entrada ou saída do fluxo de caixa (REBELATTO, 2004). Neste trabalho, as entradas são um conjunto de *savings*, isso é, um conjunto de economias em relação ao pagamento de contas de energia, e as saídas são os investimentos realizados.

3.2 Métodos para a Análise Financeira dos Investimentos

3.2.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Um primeiro conceito importante para a análise de investimento é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Esta taxa representa o mínimo esperado de retorno pelo investidor, tendo em vista que, caso ele não promova aquele investimento, qual seria uma taxa disponível para que o dinheiro seja investido em outras opções no mercado.

Sendo assim, é importante definir a TMA que tornará o projeto atrativo para o investidor. Essa taxa pode ser representada pela taxa da caderneta de poupança, somada a uma taxa referente ao risco do investimento ou taxas estipuladas por investimento no Tesouro Nacional ou por ações comercializados na Bolsa de Valores (BARREIROS, 2004).

3.2.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido, ou Valor Atual Líquido, é a diferença entre o valor descontado do fluxo de caixa para a data do investimento inicial e o valor de um investimento inicial de um projeto. Dessa forma, os projetos que apresentam VPL maior que zero podem ser aceitos, já que geram retorno igual ou maior que o custo de capital. Por outro lado, os projetos com VPL menor que zero não podem ser considerados atrativos, pois geram retorno inferior ao seu custo de capital (MEGLIORINI; VALLIM, 2009).

O cálculo do Valor Presente é bem simples bastando utilizar a fórmula exibida a seguir:

$$VPL = \frac{VF}{(1+i)^n} \quad (1)$$

Na fórmula VPL é o Valor Presente Líquido, i é a taxa de juros, n é o número de períodos. VF é o Valor Futuro, isso é, o valor existente em n períodos após submeter o Valor Presente a uma taxa de juros i (BARREIROS, 2004).

3.2.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno, é a taxa de desconto que torna o Valor Presente Líquido igual a zero, é também chamada de Taxa Interna Efetiva de Rentabilidade, essa taxa, segundo Rebelatto (2004), deve ser comparada com a Taxa Mínima de Atratividade, para aceitação do projeto (REBELATTO, 2004)

Entende-se dessa forma que a TIR é efetivamente a taxa de remuneração recebida em um investimento. Assim, para o investimento ser aceito, a TIR deve ser maior que a TMA adotada. Isso é exibido na Figura 17.

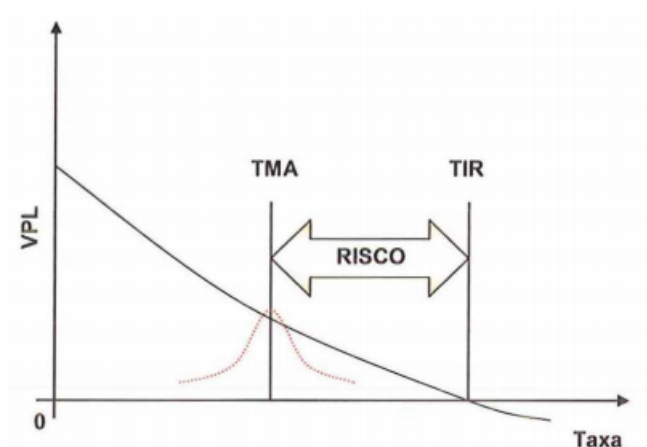


Figura 17 – Comportamento esperado entre TIR e TMA

Fonte:(SOUZA; CLEMENTE, 2001)

Observa-se que a TIR aparece maior que a TMA devido ao fator de compensação do risco envolvido no investimento, caso a TMA contemple apenas o custo do capital investido.

3.2.4 Método Payback

O Payback informa o número de períodos necessários para que o fluxo de caixa iguale todo capital investido (SOUZA; CLEMENTE, 2001). Isso é, o período exato de recuperação do investimento a partir das entradas de caixa (GITMAN, 1997).

O método visa selecionar projetos já enfatizando o período de recuperação do capital investido, ou seja, tendo como parâmetro o prazo em que todos reembolsos se igualam ao desembolso realizado inicialmente (REBELATTO, 2004). Assim, um projeto só poderá ser aceito por esse método se o tempo relativo ao Payback for menor que o tempo relativo a vida útil do projeto. Ademais, quanto menor o tempo de Payback em relação à vida útil, melhor será o projeto de investimento.

Esse método é utilizado, principalmente, em empresas de pequeno porte por ser simples e intuitivo (GITMAN, 1997). O método, segundo Gitman (1997), tem sido criticado por não considerar o valor do dinheiro no tempo. Dessa forma, espera-se que o tempo real de retorno do investimento seja maior que o do método Payback tradicional. Além disso, o método Payback apresenta a desvantagem de não considerar o fluxo de caixa após o período de recuperação do capital, desse modo, mesmo que o projeto apresente resultados

melhores nos últimos períodos, estas informações não são levadas em consideração (COSTA, 2012).

Apesar de existirem métodos mais sofisticados para avaliar a rentabilidade de um determinado investimento, o método deve ser utilizado como parâmetro adicional, já que fornece de forma mais simples quanto tempo o capital investido retorna ao investidor, o que representa uma informação de valor (REBELATTO, 2004).

3.3 Exemplo que relaciona os conceitos

A seguir é exibido um exemplo para melhorar o entendimento dos conceitos exibidos anteriormente. O exemplo fictício foi retirado de Heliodora (2016).

Uma indústria pretende investir em uma máquina no valor de R\$ 150.000,00. Estima-se que o investimento trará durante 6 anos as seguintes receitas anuais:

- ❑ Ano 1: R\$18.000,00
- ❑ Ano 2: R\$20.000,00
- ❑ Ano 3: R\$30.000,00
- ❑ Ano 4: R\$36.000,00
- ❑ Ano 5: R\$30.000,00
- ❑ Ano 6: R\$25.000,00

Ao final do prazo a indústria pretende vender a máquina por R\$ 30.000,00 devido a desvalorização. Analisar se o investimento compensa tendo em base uma aplicação paralela que rende 16% ao ano, adotada como TMA do projeto.

Inicialmente para a resolução é necessário a montagem do fluxo de caixa do projeto, exibido na Figura 18. Esse apresenta a venda da máquina na última parcela.



Figura 18 – Fluxo de caixa do exemplo

A partir do diagrama, é possível inserir todos os valores em Microsoft Office Excel para obter as variáveis de investimento.

Os valores encontrados são apresentados a seguir:

□ Payback: 6 anos

□ TIR: 5,94% a.a

□ VPL: -R\$ 37.637,57

Esse estudo de caso indica, através dos métodos estudados, que o investimento não compensa, já que apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) inferior à Taxa Mínima de Atratividade e um Valor Presente Líquido negativo. O Payback do projeto ocorre somente no sexto ano, não sendo uma variável favorável ao investimento.

Perfis de Investidores

Em análise de investimento é preciso levar em consideração diferentes perfis de investidores. Isto porque, o resultado da análise precisa fornecer informações sobre quais perfis são mais favorecidos pelo mesmo tipo de investimento. Isso pode resultar em uma interferência do governo, trazendo incentivos para perfis de investidores inicialmente desfavorecidos.

É dever das instituições e dos agentes financeiros sempre levarem em consideração os perfis dos clientes ao venderem um determinado produto de investimento, adequando o melhor produto para cada perfil, considerando os riscos associados aos produtos. Isso foi regulamentado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) por meio da instrução CVM 539 (CVM, 2013).

Dessa forma para a análise de investimento referente a esse trabalho, é considerado que os diferentes perfis de investidores estão cientes dos riscos inerentes e que possuem conhecimento a respeito do projeto no qual pretendem investir, os painéis fotovoltaicos, respeitando dessa forma a instrução CVM 539.

Assim, serão descritos, a seguir, 3 perfis de investidores comerciais. Isso será feito a partir do relato, tanto do perfil econômico, ou seja, sua classe social e sua Taxa Mínima de Atratividade (TMA), quanto seu perfil de consumo de energia, que irá variar de acordo com o tamanho do posto de combustível juntamente com a loja de conveniência. Importante destacar que todos investidores terão suas TMAs baseadas em aplicações financeiras disponíveis em bancos, isto é, sendo uma premissa desses investidores a diversificação dos seus investimentos.

Para todas as análises de classificação econômica, foram utilizados os critérios definidos pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP). Esses critérios levam em consideração os cômodos domiciliares, o grau de instrução e os serviços públicos (água encanada e rua pavimentada) referentes ao investidor.

As Tabelas 4 e 5 apresentam dados da distribuição econômica do Brasil.

Tabela 4 – Representatividade das classes econômicas frente à população brasileira

Classe	Brasil
A	2,9%
B1	5,0%
B2	17,3%
C1	22,2%
C2	25,6%
D-E	27,0%
TOTAL	100%
Fonte: (ABEP, 2016)	

Na Tabela 4 é possível observar a porcentagem da população referente a cada classe econômica, e na Tabela 5 a renda média mensal de cada classe. Para a análise de investimento desse trabalho serão considerados perfis atrelados a empresários do ramo de postos de combustíveis, por esse motivo, serão levados em consideração perfis referentes as classes A e B1, que representam 7,9% da população brasileira e que possuem renda média mensal entre R\$ 9.254,00 e R\$ 20.888,00.

Tabela 5 – Renda média domiciliar

Classe	Renda Média Domiciliar
A	20.888
B1	9.254
B2	4.852
C1	2.705
C2	1.625
D-E	768
Fonte: (ABEP, 2016)	

4.1 Investidor 1

4.1.1 Perfil Econômico

O primeiro perfil de investidor será construído com base na classe econômica B1. Como se trata de um representante de classe média alta, será considerado que este investidor se interessa por opções de investimentos que rendam mais do que a poupança. Alguns representantes dessa classe econômica são orientados pelos próprios bancos, onde são correntistas ou por consultores de investimento, a investirem em renda fixa. São várias as opções, como o Certificado de Depósito Bancário (CDB), Letra de Câmbio (LC), Debêntures, Letra de Crédito Imobiliário (LCI), Letra de Crédito do Agronegócio (LCA) (INFOMONEY, 2005). Essas opções têm geralmente seus rendimentos atrelados a uma taxa chamada Certificado de Depósito Interbancário (CDI), a qual se comporta de forma

muito parecida com a taxa básica de juros da economia, chamada taxa Selic (BRITO; JUNIOR, 2002).

Assim como existem opções de investimento ligados ao CDI, há também opções atreladas à taxa Selic, que são os títulos públicos do governo federal, como por exemplo o tesouro direto, o qual fornece opções pré e pós fixadas, ou seja, com a taxa de remuneração determinada pré ou pós aplicação, respectivamente (INFOMONEY, 2005).

Além das opções relatadas anteriormente, existe a possibilidade em investir em um fundo de investimento privado, como é o caso do Itaú Renda Fixa Simples, que será utilizado como base para definição da TMA do primeiro investidor. Esse fundo apresenta mais de 30.000 cotistas e possui um patrimônio de mais de R\$ 330.000.000,00, necessitando uma aplicação mínima de R\$ 1,00 (ITAÚ, 2018).

Na Figura 19 é possível observar um comparativo entre o rendimento acumulado da taxa CDI e o fundo Itaú Renda Fixa Simples.

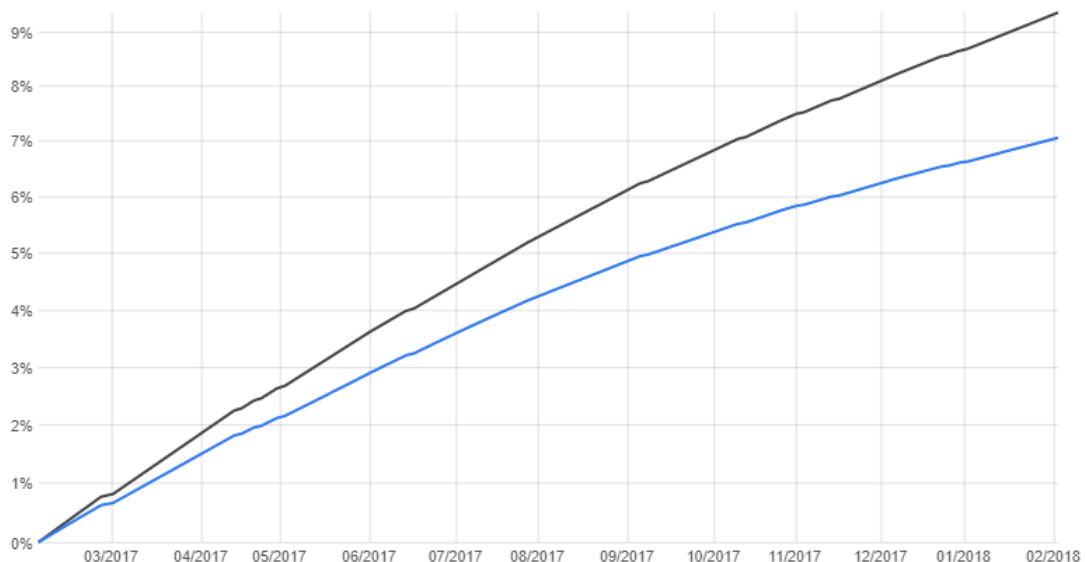


Figura 19 – Comparação do fundo com taxa CDI

Fonte:(VÉRIOS, 2018) **Preto:** Taxa CDI **Azul:** Fundo Itaú Renda Fixa Simples

Na Tabela 6 pode-se ver os retornos mensais e o acumulado do ano de 2017 para o mesmo fundo.

Tabela 6 – Rendimento acumulado para o fundo Itau Renda Fixa Simples em 2017

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
2017	0,89%	0,71%	0,85%	0,63%	0,74%	0,68%	0,63%	0,60%	0,47%	0,47%	0,39%	0,36%	7,65%

Fonte: (ITAÚ, 2018)

O fundo analisado, tem por característica investir 95% de sua carteira em títulos públicos federais e/ou títulos de renda fixa com baixo risco, sendo dessa forma um fundo de baixo risco ao cotista, como é de interesse do perfil deste primeiro investidor.

Vale deixar claro que os valores exibidos tanto na Figura 19 quanto na Tabela 6 não contam com a cobrança do imposto de renda (IR) de 15% sobre os lucros; no entanto, consideram a taxa de administração de 2,2% ao ano (ITAÚ, 2018).

Por fim é possível definir para o primeiro perfil de investidor uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que será considerada uma média entre o acumulado dos últimos 12 meses (de janeiro de 2018 para trás) do CDI (9,36%) e do Fundo Itaú Renda Fixa Simples (7,07%), resultando em uma TMA de 8,22% ao ano. Descontando-se o acumulado dos últimos 12 meses da inflação em 2,86% (ECONÔMICO, 2018), resulta-se em uma TMA real de 5,36% a.a.

4.1.2 Perfil de Consumo Energético

De acordo com o tema principal do projeto, os perfis de consumo energético dos investidores estão atrelados a toda estrutura de um posto de combustível, ou seja, as bombas juntamente com a loja de conveniência. Para a análise do consumo energético, faz-se necessário um estudo dos componentes que caracterizam o posto. Um estudo de caso lista, na Tabela 7, os equipamentos comuns para este tipo de estabelecimento, seguidos pela potência específica de cada um deles (PASSINI et al., 2014).

Tabela 7 – Equipamentos comuns em postos de combustíveis e suas respectivas potências

Equipamento	Potência (W)
Geladeira	300
Freezer	300
Climatizador 24000 btus	3250
Cafeteira	600
Micro-Ondas	1200
Purificador de Água	100
Televisor	110
Computador	180
Lâmpada Fluorescente	40
Bomba de Combustível Dupla	925
Bomba de Combustível Simples	740
Bomba de Água	700
Lava Jato	1000
Sistema de Som	20
Calibrador Pneus	10
Aspirador de Pó	1200

Tabela Adaptada - Fonte: (PASSINI et al., 2014)

Os dados correspondem a um posto de combustível de 450 m^2 localizado no Rio Grande do Sul. O comportamento do consumo energético durante um ano é exibido na Figura 20.

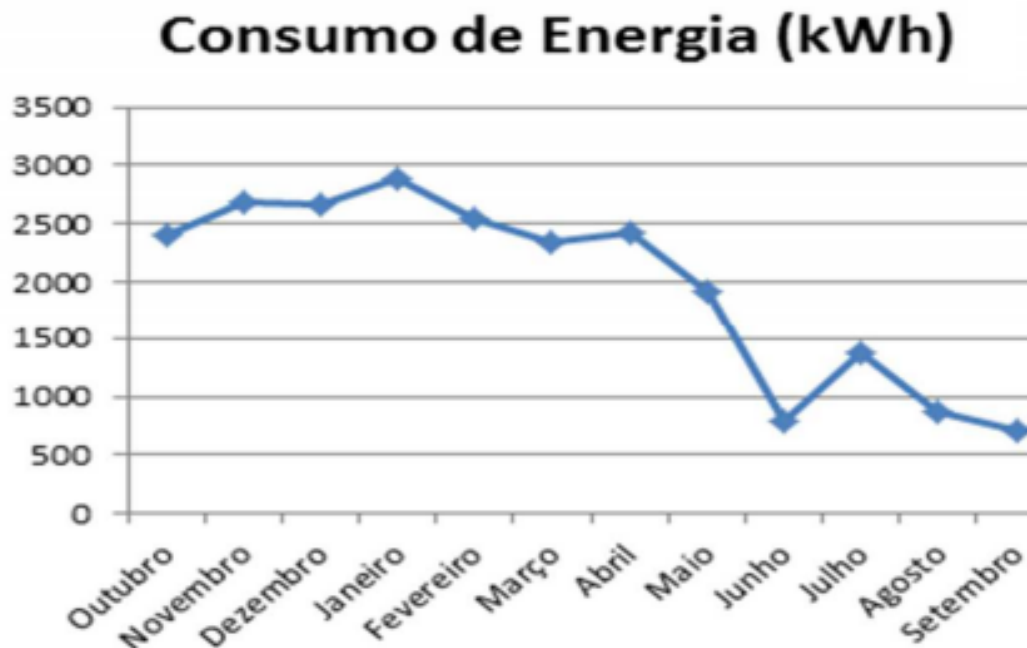


Figura 20 – Consumo de energia do Posto de combustível ao longo de um ano

Fonte:(PASSINI et al., 2014)

Na Figura 20 se observa que o consumo de energia não é constante durante o ano; isso ocorre principalmente pelo fato de alguns equipamentos do posto não serem utilizados com a mesma frequência durante todos os meses. É o caso do ar condicionado, por exemplo, que durante as épocas mais frias do ano é menos utilizado (ver os meses entre junho e setembro), em que os consumos energéticos foram inferiores aos vistos nos meses iniciais do ano.

Ao se calcular uma média de consumo de energia mensal para o posto descrito, obtêm-se um valor próximo a 2000 kWh. Ao se comparar com o consumo do mês de junho, exibido na Figura 20, ele representa menos de 50% do valor médio mensal calculado, mostrando a interferência da temperatura local no consumo energético. Por esse motivo, espera-se que postos de combustíveis com estruturas parecidas, porém em regiões geográficas diferentes, apresentem consumos energéticos distintos.

Define-se então o Investidor 1, o qual possui um posto de combustível na cidade Campinas-SP cujo sistema de alimentação seja trifásico e possui um padrão de consumo energético conforme exibido na Figura 21, o que resulta em uma média mensal de 2438 kWh.

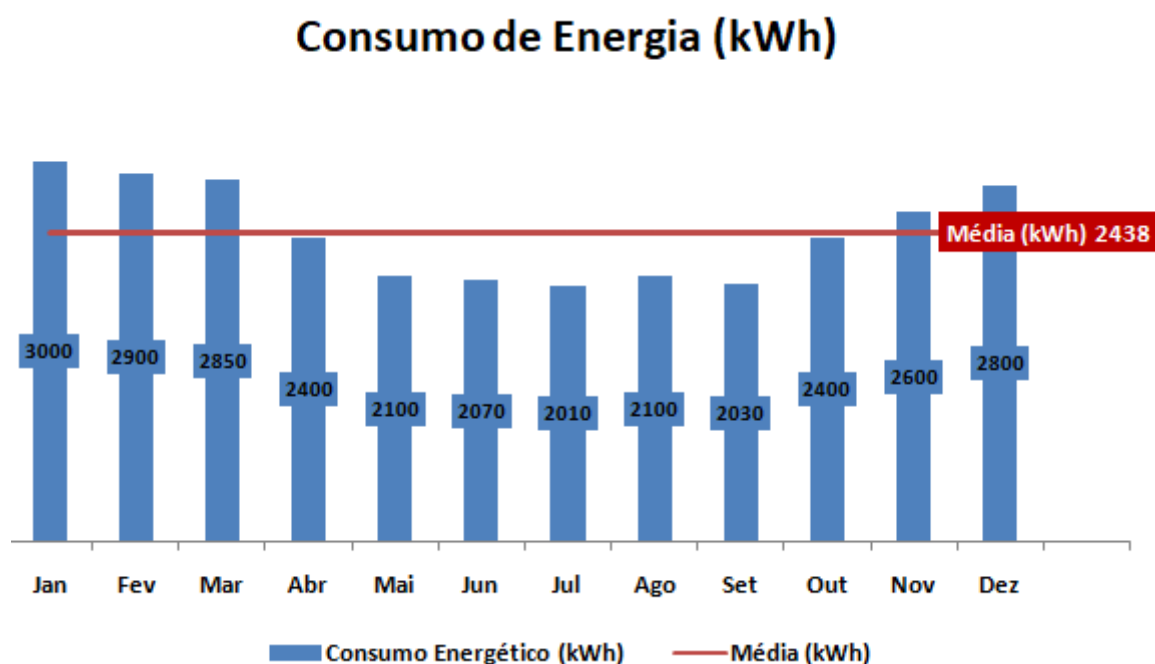


Figura 21 – Consumo energético do Posto de combustível do Investidor 1

4.2 Investidor 2

4.2.1 Perfil Econômico

O segundo investidor será considerado, assim como para o primeiro, um representante da classe B1. Esse investidor utiliza como referência de investimento a caderneta de poupança, que apesar de não ser a opção mais rentável, ainda é a opção de investimento mais utilizada pelos brasileiros (CUTAIT, 2017).

O rendimento da poupança está ligado a dois possíveis cenários, os quais estão relacionados com a taxa básica de juros da economia, a taxa Selic, e uma taxa denominada TR (taxa referencial):

- ❑ Cenário 1: Taxa Selic acima de 8,5%, a poupança rende ao mês o valor correspondente a TR (mensal) + 0,5%
- ❑ Cenário 2: Taxa Selic igual ou abaixo de 8,5%, a poupança rende ao ano o valor correspondente a TR (anual) + 70% do valor da Selic.

Fonte: (CUTAIT, 2017)

Ambos os cenários exibidos apresentam um rendimento pequeno em relação a diversas outras opções no mercado, tendo como única vantagem sobre outras opções de renda fixa a isenção do imposto de renda e de qualquer outra taxa, no entanto, se for considerado um investimento no tesouro direto, a rentabilidade em título público apresenta-se maior

do que a poupança, mesmo após o desconto do imposto de renda, demonstrando o fraco rendimento da caderneta de poupança (CUTAIT, 2017).

Assim será definido para o segundo investidor uma TMA relativa ao rendimento da poupança nos últimos 12 meses (de janeiro de 2018 para trás). Foram obtidos valores de rendimento mensais, e esses foram trabalhados em uma planilha de Excel para chegar a uma TMA de 6,80 % ao ano (BRASIL, 2018). Com o acumulado dos últimos 12 meses da inflação em 2,86% (ECONÔMICO, 2018), resulta-se em uma TMA real de 3,94% a.a.

4.2.2 Perfil de Consumo Energético

Para o segundo investidor será considerado um representante da cidade de Curitiba-PR e, para tanto, é exibido um gráfico da temperatura média mensal nessa cidade, o que, conforme visto anteriormente, é relevante para a definição do padrão anual de consumo energético.

É possível observar na Figura 22 que a temperatura média dos meses de julho e de janeiro se difere em 8°C, o que pode refletir na variação de consumo energético nesses meses.

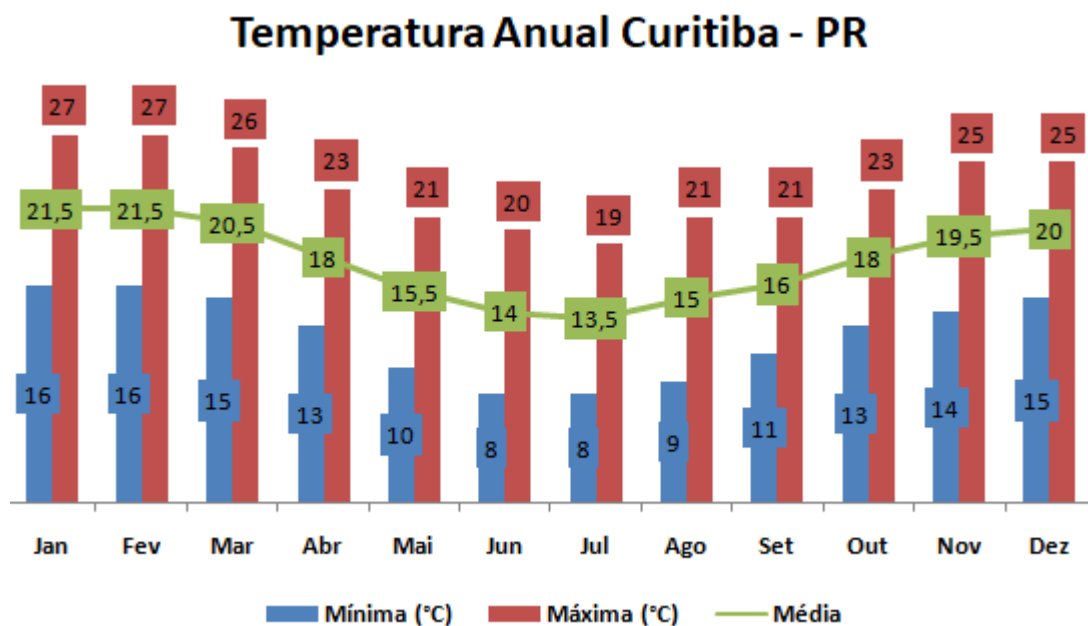


Figura 22 – Temperatura Anual Curitiba - PR

Adaptado Fonte:(CLIMATEMPO, 2018a)

Para o segundo investidor, o padrão de consumo anual segue conforme a Figura 23, possuindo os mesmos tipos de equipamentos definidos por (PASSINI et al., 2014) na Tabela 7, de forma a atingir um consumo médio mensal de 2130 kWh e sendo alimentado por um sistema trifásico.

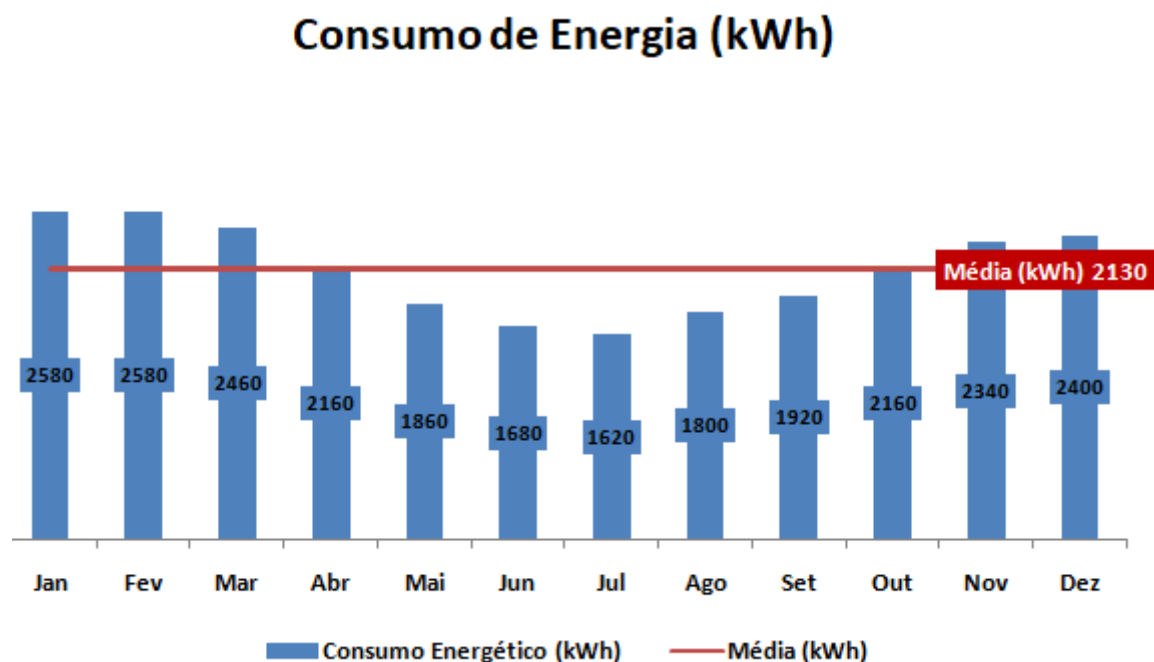


Figura 23 – Consumo energético do Posto de combustível do Investidor 2

4.3 Investidor 3

4.3.1 Perfil Econômico

O terceiro e último investidor é um representante da classe A. Apresenta uma maior tolerância ao risco que os dois perfis vistos anteriormente, ou seja, aceita se expor a mais risco em troca de rendimentos maiores. Por esse motivo, para a composição da TMA foram levados em consideração os rendimentos relativos aos últimos 12 meses (a partir de janeiro de 2018) do fundo Uniclass Renda Fixa LP FICFI (Tabela 8). Esse fundo apresenta como característica ser de risco médio e necessitar de um investimento mínimo de R\$ 50.000,00, o que é viável para o Investidor 3 (ITAÚ, 2018).

Tabela 8 – Rendimento (%) por mês do fundo Uniclass Renda Fixa LP FICFI

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2017		1,91	1,36	0,42	0,18	1,22	2,17	0,92	1,35	-0,04	-0,03	1,12
2018	1,18											

Tabela Adaptada - Fonte: (VÉRIOS, 2018)

Assim, através de cálculos feitos em Excel, nesse período houve um rendimento acumulado de 12,38%, que comporá a TMA do terceiro investidor. Descontando-se o acumulado dos últimos 12 meses da inflação de 2,86% (ECONÔMICO, 2018), resulta-se em uma TMA real de 9,52% a.a.

4.3.2 Perfil de Consumo Energético

O terceiro e último investidor é um representante da cidade de Fortaleza - CE. Na Figura 24 é possível avaliar o comportamento térmico da cidade dos meses do ano.

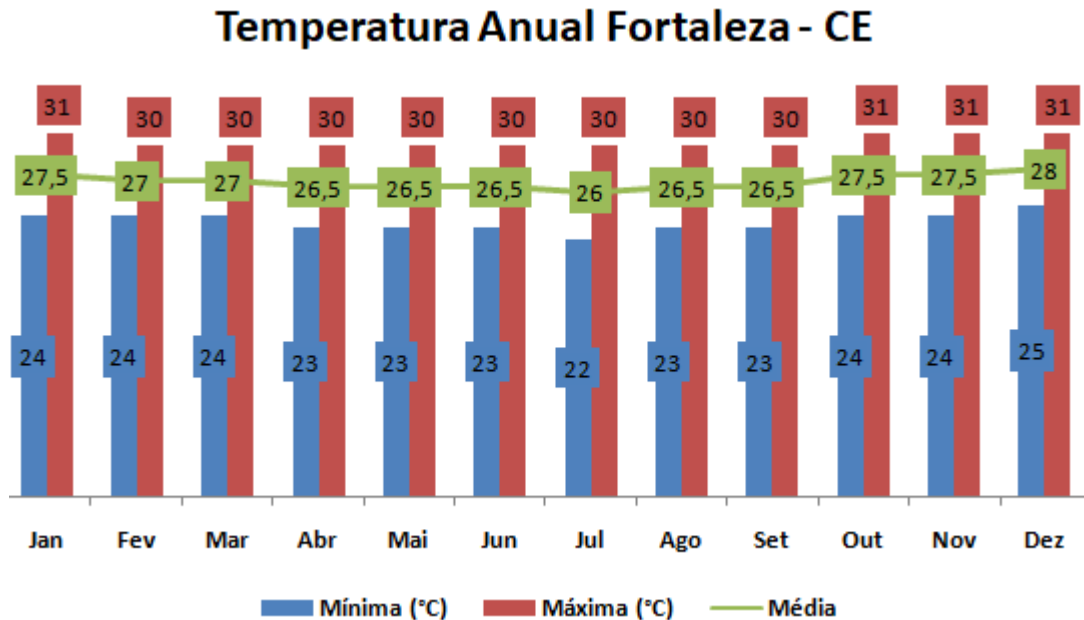


Figura 24 – Temperatura Anual Fortaleza - CE

Adaptado Fonte:(CLIMATEMPO, 2018b)

Conforme apresentado na Figura 24 a média térmica é relativamente estável durante o ano, tendo uma variação máxima de 2°C entre os meses de julho e dezembro, o que difere do comportamento da cidade de Curitiba-PR visto anteriormente, que chega a 8°C. Por esse motivo, espera-se um comportamento mais constante do consumo energético para este caso.

Assim como os demais investidores, a definição do padrão de consumo foi baseada nos equipamentos definidos por (PASSINI et al., 2014) na Tabela 7, de forma a atingir um consumo médio mensal de 3230 kWh que é detalhado na Figura 25. A alimentação do posto de combustível do terceiro investidor também será trifásica.

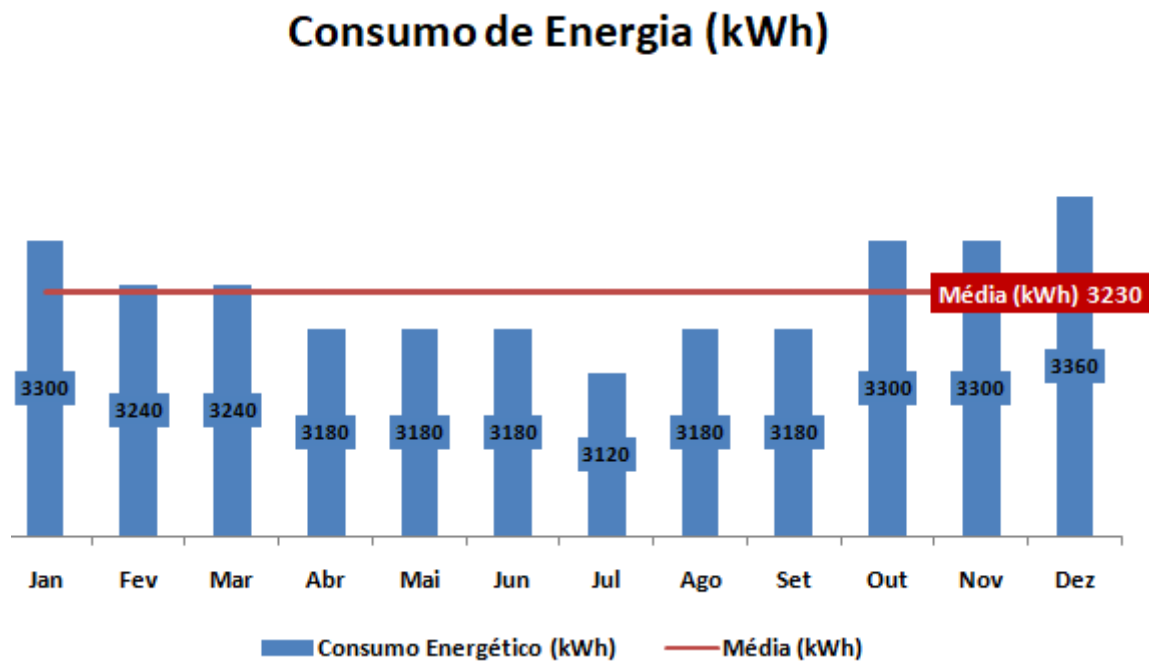


Figura 25 – Consumo energético do Posto de combustível do Investidor 3

4.4 Resumo dos investidores

A Tabela 9 apresenta um resumo dos parâmetros considerados para cada um dos tipos de investidores considerados no presente trabalho.

Tabela 9 – Resumo dos investidores

	Investidor 1	Investidor 2	Investidor 3
Classe Econômica	B1	B1	A
TMA (Real)	5,36%	3,94%	9,52%
Consumo médio mensal (kWh)	2438	2130	3230
Fornecimento de energia	Trifásico - 4 fios	Trifásico - 4 fios	Trifásico - 4 fios

Viabilidade do Investimento

Neste capítulo serão desenvolvidos cálculos necessários para a análise quantitativa da viabilidade do investimento, para os casos definidos no escopo desse projeto. Para iniciar, serão discutidos custos envolvidos no projeto, levando em conta as tributações e regulamentações, para que se tenha, no fim, os dados necessários para a montagem de um fluxo de caixa e a validação da viabilidade desse investimento.

5.1 Custos do Projeto

Inicialmente serão abordados os custos que impactarão diretamente a receita gerada pela instalação de painéis fotovoltaicos.

5.1.1 Custos Tarifários

Nesta seção serão abordados os componentes da tarifa de energia para que ela seja calculada e sirva de componente para definição da viabilidade econômica desse projeto.

Essa pode ser descrita de acordo com a seguinte formula:

$$Custo = \frac{TUSD + TE}{1 - (ICMS + PIS + COFINS)} \cdot Consumo + CIP \quad (2)$$

A tarifa TUSD, conforme definida anteriormente, cobre os custos do transporte da energia (Distribuição e Transmissão), já a tarifa TE, denominada Tarifa de Energia, corresponde aos custos com a geração da energia elétrica. Os tributos Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) são definidos no caso do primeiro pelo governo do estado e nos dois últimos pelo governo federal e repassados através das empresas de distribuição de energia. A parcela CIP, é referente ao custeio do serviço de iluminação pública, definida municipalmente (ABRADEE, 2016).

Vale ressaltar que, apesar do escopo do trabalho ser injetar energia na rede elétrica ainda assim existe um valor a ser pago às concessionárias de energia, definido como o custo de disponibilidade da energia elétrica, descrito na próxima seção.

5.1.2 Custo de Disponibilidade

O custo de disponibilidade representa a menor quantia a ser paga em uma tarifa de energia, obedecendo alguns critérios definidos na Resolução Normativa nº 414 da Aneel exibidos a seguir:

Art. 98. O custo de disponibilidade do sistema elétrico, aplicável ao faturamento mensal de consumidor responsável por unidade consumidora do grupo B, é o valor em moeda corrente equivalente a:

- ❑ 30 kWh, se monofásico ou bifásico a 2 (dois) condutores;
- ❑ 50 kWh, se bifásico a 3 (três) condutores;
- ❑ 100 kWh, se trifásico.

No Artigo 98 também é descrito que mesmo que se consuma menos energia que o custo de disponibilidade deve-se pagar a tarifa de energia relativa a ele. Assim para esse projeto todos os investidores terão seus custos de disponibilidade relativos a um consumo de 100 kWh, por apresentam sistemas de alimentação trifásicos.

A seguir serão calculados individualmente os custos de disponibilidade de energia relativos aos três perfis de investidores. Esses custos irão considerar os critérios definidos acima pelo fato de todos os investidores estarem presentes no setor comercial e atenderem ao grupo B3 de energia.

5.1.2.1 Investidor 1

O primeiro investidor, com seu posto de combustível presente na cidade de Campinas-SP, será alimentado pela CPFL paulista. Segundo a Resolução homologatória Nº 2.381, da Aneel, para essa distribuidora foram atribuídos valores referentes a TUSD e TE de 0,20737 R\$/kWh e 0,27726 R\$/kWh respectivamente, para uma data de vigência até 04 de abril de 2018, que serão considerados nesse trabalho.

Em relação às tarifas PIS e COFINS, que são voltadas para manter programas em relação ao trabalhador e programas sociais do governo federal, possuíam alíquotas no modelo antigo, denominado regime cumulativo valor de 0,65% para PIS e de 3,00% para COFINS sobre o total da receita bruta auferida pelas empresas de distribuição. No modelo novo, denominado não cumulativo, define-se alíquotas de 1,65% para PIS e de 7,6% para COFINS sobre o total líquido, isso é, entre a receita bruta e determinados abatimentos decorrentes de despesas gerais da empresa. Assim, essas alíquotas variam de um mês para

o outro devido ao fato de estarem diretamente ligadas aos valores custeados e vendidos pelas empresas de distribuição, sendo exibidos nas próprias contas de energia (ANEEL, 2008). Por esse motivo para o primeiro consumidor será considerado uma média das alíquotas cobradas nos últimos 6 meses (Nov/2017 à Abr/2018) resultando em 0,85% para o PIS e 3,92% para COFINS.

Em relação ao ICMS, a alíquota para a energia segue alguns critérios exibidos na tabela a seguir:

Tabela 10 – Alíquota ICMS no Estado de São Paulo

Classes	Faixa de Consumo (kWh)	Alíquota
Residencial	0-90	Isenta
	91-200	12%
	Acima de 200	25%
Poder Público e Autarquias Estaduais	Isento	
Poder Público e Autarquias Municipais		MG (18%)
		PR (29%)
		RS (30%)
		SP (18%)
Demais Classes	Qualquer consumo	18%

Fonte:(CPFL, 2017)

Como o primeiro investidor, no caso desse projeto, é de natureza comercial, ele terá uma alíquota de 18% de ICMS, conforme descrito na Tabela 10 por "Demais Classes".

Para o valor referente a CIP do primeiro investidor, será considerado uma média dos valores cobrados pela prefeitura de Campinas nos últimos 6 meses, resultando em um valor de R\$ 11,48. Dessa forma é possível calcular o custo de disponibilidade para o primeiro investidor:

$$CUSTO_{DISP_1} = \frac{0,20737 + 0,27726}{1 - (0,18 + 0,0085 + 0,0392)} \cdot 100 + 11,48 = R\$ 74,23 \quad (3)$$

5.1.2.2 Investidor 2

O segundo Investidor, que possui posto de combustível em Curitiba, será alimentado pela distribuidora Copel. Segundo a Resolução homologatória N° 2.255 da Aneel, para essa distribuidora foram atribuídos valores referentes a TUSD e TE de 0,19124 R\$/kWh e 0,24932 R\$/kWh respectivamente, nos quais serão considerados nesse estudo de caso.

De forma similar ao primeiro investidor, para as alíquotas do PIS e COFINS serão consideradas a média dos valores relativos aos 6 últimos meses registrados (Out/2017 à Mar/2018), resultando em 1,42% para o PIS e 6,52% para COFINS. Em relação ao ICMS, esse é cobrado uma alíquota de 29% para clientes da área urbana do estado do Paraná (COPEL, 2018).

Em relação a tarifa de iluminação pública (CIP) em Curitiba, é definido pela prefeitura da cidade um valor fixo de R\$ 85,86 para qualquer imóvel com consumo mensal acima de 1200 kWh, sendo atribuídos descontos para perfis de consumos menores, como é o caso dessa seção, na qual é considerado o consumo relativo a 100 kWh (custo de disponibilidade para sistemas trifásicos). Para essa faixa de consumo é atribuído 95% de desconto, resultando em uma CIP de R\$ 4,29 (TRIBUNA, 2017).

$$CUSTO_{DISP_2} = \frac{0,19124 + 0,24932}{1 - (0,29 + 0,0142 + 0,0652)} \cdot 100 + 4,29 = R\$ 74,15 \quad (4)$$

5.1.2.3 Investidor 3

O terceiro e último investidor, possui seu estabelecimento em Fortaleza, alimentado pela distribuidora de energia ENEL. Segundo a Resolução homologatória N° 2.223 da Aneel, para essa distribuidora foram atribuídos valores referentes a TUSD e TE de 0,22505 R\$/kWh e 0,24864 R\$/kWh respectivamente, que serão considerados nesse caso. De forma similar aos outros investidores, os valores referentes ao PIS e COFINS serão referentes a uma média dos 6 últimos meses registrados (Out/2017 à Mar/2018), resultando em 0,56% para o PIS e 2,56% para COFINS. Em relação ao ICMS para o estado do Ceará, é cobrado uma alíquota de 25% na tarifa de energia (PRÁTICO, 2017).

Para a tarifa de iluminação pública da cidade de Fortaleza são cobradas diferentes taxas de acordo com o perfil do consumidor (Residencial ou Não Residencial) e o volume de consumo (kWh). Para o valor final da CIP, essas taxas são multiplicadas pelo Módulo da tarifa de iluminação pública, no qual corresponde ao preço estabelecido pela Aneel de 1000 kWh para a Cidade. A seguir será calculado o valor do Módulo da tarifa de iluminação pública, utilizando a tarifa de energia de 0,474 R\$/kWh definida pela Aneel para a distribuidora ENEL (FINANÇAS, 2017).

$$MÓDULO_{CIP} = 0,474 \cdot 1000 = 474 \quad (5)$$

Com o Módulo da tarifa de iluminação pública calculado é possível classificar o investidor conforme a tabela a seguir. Vale destacar que a Tabela 11 traz dados para um consumidor não residencial (Comercial), como é o caso do escopo desse projeto.

Tabela 11 – Valor da CIP de acordo com a faixa de consumo de energia

CLASSE NÃO RESIDENCIAL	
Faixa de consumo de energia	Valor da CIP
até 30 kwh	1,16% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 31 a 100 kwh	2,59% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 101 a 150 kwh	6,63% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 151 a 200 kwh	6,82 do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 201 a 250 kwh	6,91% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 251 a 350 kwh	16,38% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 351 a 400 kwh	16,52% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 401 a 500 kwh	16,54% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 501 a 800 kwh	36,71% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 801 a 1000 kwh	37,72% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
de 1001 a 2000 kwh	77,50% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública
acima de 2000kwh	85,49% do módulo da Tarifa de Iluminação Pública

Fonte:(FINANÇAS, 2017)

De acordo com as definições anteriores, será considerado o consumo de 100 kWh relativo ao custo de disponibilidade para um sistema trifásico, possuindo uma taxa conforme a tabela de 2,59%. Com isso é possível calcular a CIP do Investidor 3.

$$CIP = TaxaTabela \cdot MÓDULO_{CIP} = 2,59\% \cdot 474 = R\$ 12,28 \quad (6)$$

Com os dados anteriores pode-se calcular o custo de disponibilidade para o terceiro e último investidor:

$$CUSTO_{DISP_3} = \frac{0,22505 + 0,24864}{1 - (0,25 + 0,0056 + 0,0256)} \cdot 100 + 12,28 = R\$ 78,18 \quad (7)$$

5.1.3 Custo de Instalação dos Equipamentos

Para a análise dos custos de instalação dos equipamentos foram utilizados simuladores fotovoltaicos comerciais (Portal Solar, América do Sol) que, por meio do consumo médio mensal e do local da instalação, retornam valores baseadas no mercado do custo do projeto. Vale ressaltar que os valores apresentados a seguir correspondem à compra de todos equipamentos para a instalação (incluindo o inversor), sem a manutenção. A seguir serão apresentados os valores obtidos na simulação para cada um dos perfis de investidores.

5.1.3.1 Investidor 1

Com o consumo médio mensal de 2438 kWh na cidade de Campinas-SP, simula-se uma instalação de 18,19 kWp (Potência instalada) com um valor médio dos equipamentos de R\$ 118.010,74

5.1.3.2 Investidor 2

Com o padrão de consumo médio mensal de 2130 kWh na cidade de Curitiba-PR, simula-se uma instalação de 19,87 kWp com um valor médio dos equipamentos de R\$ 122.809,03

5.1.3.3 Investidor 3

Com o consumo médio mensal de 3230 kWh na cidade de Fortaleza-CE, simula-se uma instalação de 24,37 kWp com um valor médio dos equipamentos de R\$ 156.335,00

5.1.4 Custo de Manutenção

Em um projeto de instalação de painéis fotovoltaicos a manutenção está muitas vezes atribuída a limpeza dos painéis, decorrente da poeira e da poluição presentes nas cidades. Segundo Estudos do laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos (NREL) painéis sem condições de limpeza ideal podem produzir até 25% a menos que em condições nominais, o que demonstra a necessidade de manutenção desses equipamentos. (PORTALSOLAR, 2017)

A limpeza dos painéis deve ser feita uma vez ao ano, porém em locais com grande escassez de chuva a manutenção deve ser feita a cada 6 meses, já que a chuva auxilia na limpeza dos painéis (PORTALSOLAR, 2017). Nos casos relativos a esse trabalho serão considerados valores de manutenção quanto a limpezas anuais correspondentes a 1% do valor do investimento inicial do projeto (ELYSIA, 2017), o que já se apresenta acima da média dos estudos, com o objetivo de garantir uma maior eficiência dos painéis. Assim, o custo de limpeza para os projetos dos investidores 1, 2 e 3 serão respectivamente R\$ 1180,11; R\$ 1228,09 e R\$ 1563,35.

Outro custo de manutenção a ser considerado é proveniente do inversor de frequência presente no sistema de geração de energia, ele é o responsável pela conversão da corrente contínua, gerada nas placas, para corrente alternada, conforme a rede elétrica (60 Hz), sendo responsável também pela proteção do sistema elétrico. Esse equipamento possui uma vida útil de 10 anos e o seu valor comercial difere de acordo com a potência instalada do projeto (PORTALSOLAR, 2018).

Tabela 12 – Inversores dos Projetos

Investidor	Potência Instalada (kWp)	Potência do Inversor (kWp)	Valor Comercial (Janeiro/2018)
1	18,19	20	R\$ 18.500,00
2	19,87	20	R\$ 18.500,00
3	24,37	25	R\$ 25.000,00

Tabela Adaptada - Fonte: (PORTALSOLAR, 2018)

5.1.5 Custo do local de instalação

Pelo escopo desse projeto, os investidores são proprietários de estabelecimentos comerciais (postos de combustíveis) e não necessitam da compra ou aluguel de um novo espaço para a construção da pequena central de geração de energia fotovoltaica, uma vez que possuem a estrutura do posto e da loja de conveniência para a instalação. Não será considerado, portanto, um custo relativo ao local da instalação.

5.2 Receita do Projeto

A receita mensal dos investidores com esse tipo de projeto é relativa ao quanto economizam na conta de energia com o projeto instalado, isso é, está baseada no *saving* da conta de energia existente com a instalação dos equipamentos. Para obter essa receita, se faz necessário a subtração da conta de energia antiga com a conta de energia após o projeto, desse valor resultante deve-se subtrair os valores referentes a manutenção, pois são despesas que impactam de maneira negativa a receita do projeto. A seguir, conforme descrito anteriormente, é exibida a fórmula referente a receita anual dos investidores:

$$Receita_{Anual} = 12 \cdot Custo_{Mensal} - 12 \cdot Custo_{Disponibilidade} - Custo_{Manutenção} \quad (8)$$

5.2.1 Investidor 1

Inicialmente é calculado o valor da conta de energia para esse investidor antes da instalação dos equipamentos, para isso é utilizado o mesmo padrão do custo de disponibilidade, porém com o consumo anterior ao projeto, equivalente a 2438 kWh. O ICMS, PIS, COFINS e a CIP são os mesmos do custo de disponibilidade, já que na cidade de Campinas essas alíquotas não dependem do volume de energia consumido.

$$CUSTO_{Mensal_1} = \frac{0,20737 + 0,27726}{1 - (0,18 + 0,0085 + 0,0392)} \cdot 2438 + 11,48 = R\$ 1.541,36 \quad (9)$$

Tendo em posse o custo mensal da energia, pode-se calcular a receita anual do primeiro investidor.

$$Receita_{Anual_1} = 12 \cdot Custo_{Mensal} - 12 \cdot Custo_{Disponibilidade} - Custo_{Manutenção} \quad (10)$$

$$= 12 \cdot 1.541,36 - 12 \cdot 74,23 - 1180,11 = R\$ 16.425,46$$

Vale destacar que o custo de manutenção da equação só inclui a limpeza dos painéis, o custo referente a troca dos inversores será incluso diretamente no fluxo de caixa.

5.2.2 Investidor 2

De forma análoga ao primeiro investidor, para o cálculo da receita mensal será calculado inicialmente o valor da conta de energia antes da instalação dos painéis. As tarifas ICMS, PIS e COFINS permanecem as mesmas das descritas no custo de disponibilidade, já que têm referencia a mesma localização e não variam com o volume de energia consumido.

A tarifa relativa a iluminação pública (CIP) será diferente da apresentada no custo de disponibilidade, uma vez que na cidade de Curitiba essa tarifa tem um valor fixo de R\$ 85,86 para qualquer imóvel com consumo mensal acima de 1200 kWh, sendo atribuídos descontos para perfis de consumos menores. Sendo assim, para situação anterior a instalação dos painéis deve-se considerar a tarifa integral, pelo fato do segundo investidor ter um consumo médio mensal de 2130 kWh.

$$CUSTO_{Mensal_2} = \frac{0,19124 + 0,24932}{1 - (0,29 + 0,0142 + 0,0652)} \cdot 2130 + 85,86 = R\$ 1.573,96 \quad (11)$$

Com o consumo mensal pode-se calcular a receita anual do segundo investidor:

$$\begin{aligned} Receita_{Anual_2} &= 12 \cdot Custo_{Mensal} - 12 \cdot Custo_{Disponibilidade} - Custo_{Manutenção} \quad (12) \\ &= 12 \cdot 1.573,96 - 12 \cdot 74,15 - 1228,09 = R\$ 16.769,53 \end{aligned}$$

5.2.3 Investidor 3

O terceiro e último investidor, que reside na cidade de Fortaleza, tinha em sua conta de energia, em momento anterior à instalação dos equipamentos fotovoltaicos, as mesmas alíquotas de ICMS, PIS e COFINS que foram calculadas no custo de disponibilidade, já que têm como referência a mesma localização e não variam conforme o volume de energia consumido.

Já a tarifa de iluminação pública (CIP) se comporta de maneira diferente, segundo a Tabela 11 o terceiro investidor deve pagar de iluminação pública um valor referente a 85,49% do módulo da tarifa de iluminação pública, o qual já foi calculado anteriormente. Dessa forma sua CIP terá o seguinte valor:

$$CIP = TaxaTabela \cdot MÓDULO_{CIP} = 85,49\% \cdot 474 = R\$ 405,22 \quad (13)$$

Com todas as tarifas é possível calcular o custo da conta de energia antes do projeto, de forma que o consumo médio mensal era de 3230 kWh. Com esse custo, é possível em seguida calcular a receita anual para o terceiro investidor:

$$CUSTO_{Mensal_3} = \frac{0,22505 + 0,24864}{1 - (0,25 + 0,0056 + 0,0256)} \cdot 3230 + 405,22 = R\$ 2.533,79 \quad (14)$$

$$Receita_{Anual_3} = 12 \cdot Custo_{Mensal} - 12 \cdot Custo_{Disponibilidade} - Custo_{Manutenção} \quad (15)$$

$$= 12 \cdot 2.533,79 - 12 \cdot 78,18 - 1563,35 = R\$ 27.904,01$$

5.3 Fluxo de Caixa dos Projetos

Para que se possa aplicar os métodos descritos e montar os diagramas de fluxo de caixa, deve-se inicialmente estabelecer algumas premissas relativas aos projetos. O fluxo de caixa será desenhado para um investimento de 25 anos, que representa em média a vida útil dos painéis fotovoltaicos (ASSUNÇÃO, 2014). Será considerado, também, uma perda de eficiência anual de 0,8% do equipamento fotovoltaico, de forma a alterar as receitas ao longo dos anos (ASSUNÇÃO, 2014).

Além disso, é necessário considerar, em um primeiro cenário, que as tarifas de energia não devem se manter as mesmas durante os 25 anos do projeto. Por esse motivo, foi realizado um estudo da variação das tarifas de energia ao longo dos anos, tendo em base dados da ANEEL para o grupo de energia B3 (Comercial). Juntamente com variação das tarifas de energia foram trazidos dados do índice IPCA, relativo a inflação no mesmo período, de forma que se possa comparar o quanto a tarifa média de energia excedeu a inflação, para que seja utilizada como base de cálculo no reajuste das receitas e consequentemente no fluxo de caixa. A Tabela 13 exibe os dados coletados, que resultam em um reajuste médio de 1,96% (8,30% menos 6,34%) ao ano.

Tabela 13 – Variação da Tarifa de Energia e Acumulado do IPCA

ANO	Variação Tarifa	Acumulado IPCA
2017	0,43%	2,95%
2016	7,00%	6,29%
2015	41,83%	10,67%
2014	8,60%	6,40%
2013	-12,25%	5,91%
2012	4,19%	5,83%
Média	8,30%	6,34%

Tabela Adaptada - Fonte: (INDICADORES, 2018) (ANEEL, 2018)

Também será considerado um segundo cenário no qual as tarifas de energia não sofreram reajustes acima da inflação ao longo do tempo, de forma a garantir um cenário conservador para a análise da viabilidade econômica. Importante destacar que o efeito da

variação das tarifas de energia só ocorrerá a partir do segundo ano, conservando-se, para o primeiro, os valores calculados na Seção 5.2.

5.3.1 Fluxo de Caixa Investidor 1

As Figuras 26 a 31 apresentam os fluxos de caixa para cada investidor, em cada um dos cenários estudados.

5.3.1.1 Cenário 1

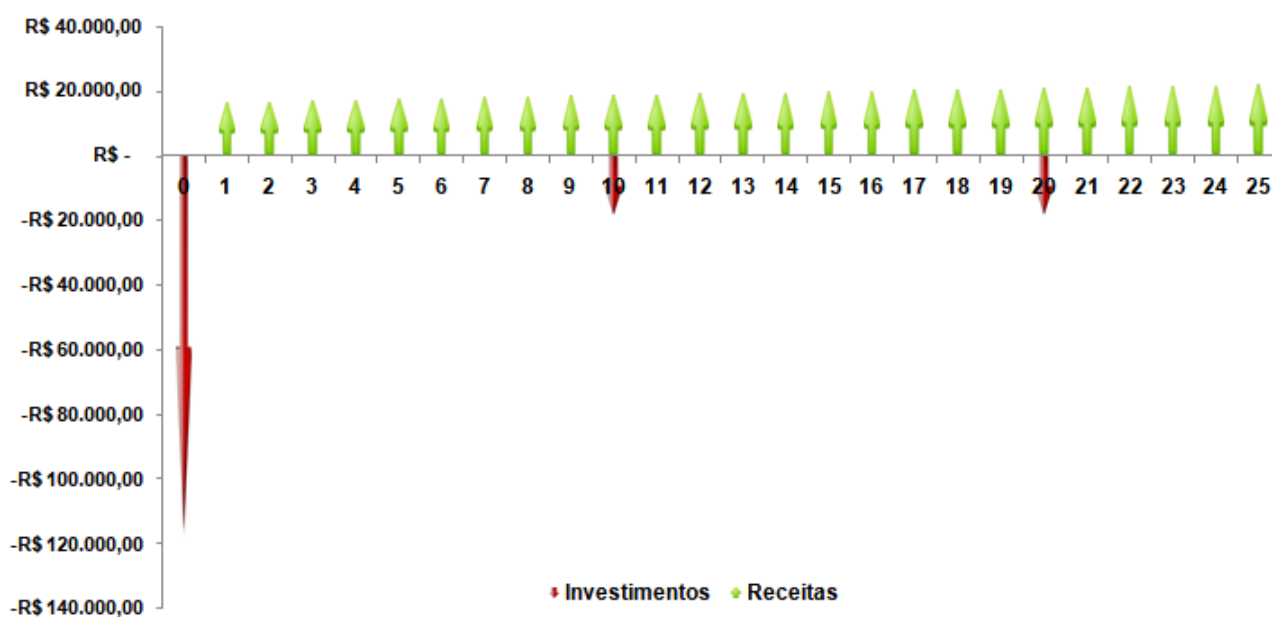


Figura 26 – Fluxo de caixa do primeiro investidor - Cenário 1

5.3.1.2 Cenário 2

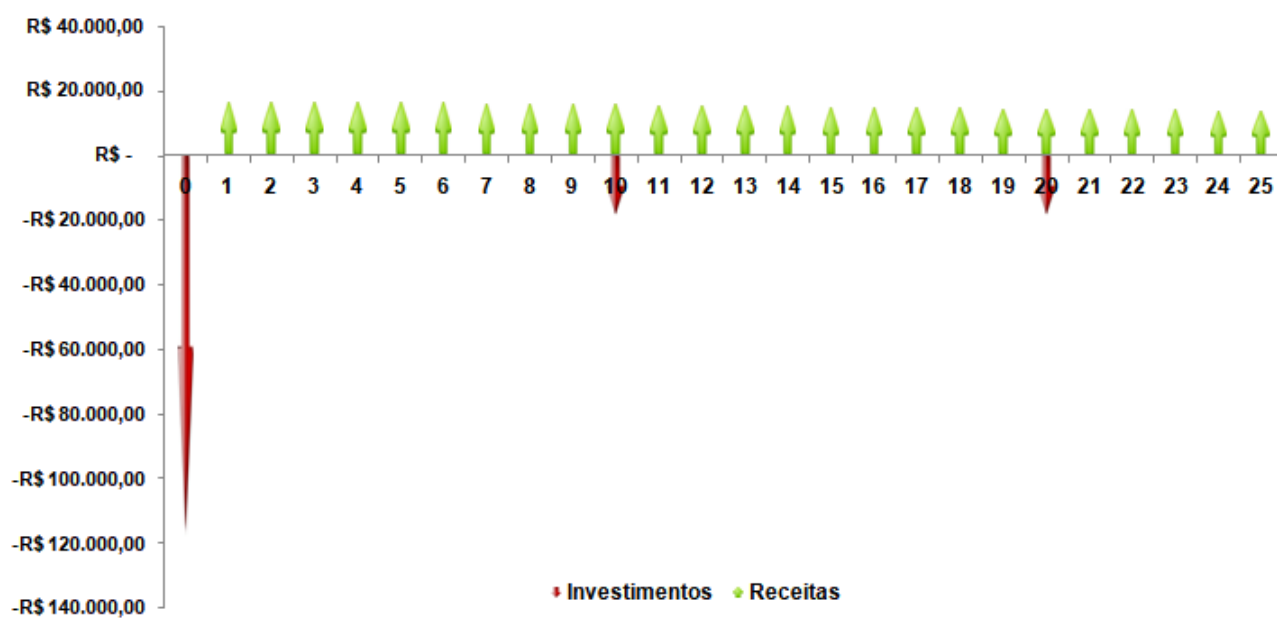


Figura 27 – Fluxo de caixa do primeiro investidor - Cenário 2

5.3.2 Fluxo de Caixa Investidor 2

5.3.2.1 Cenário 1

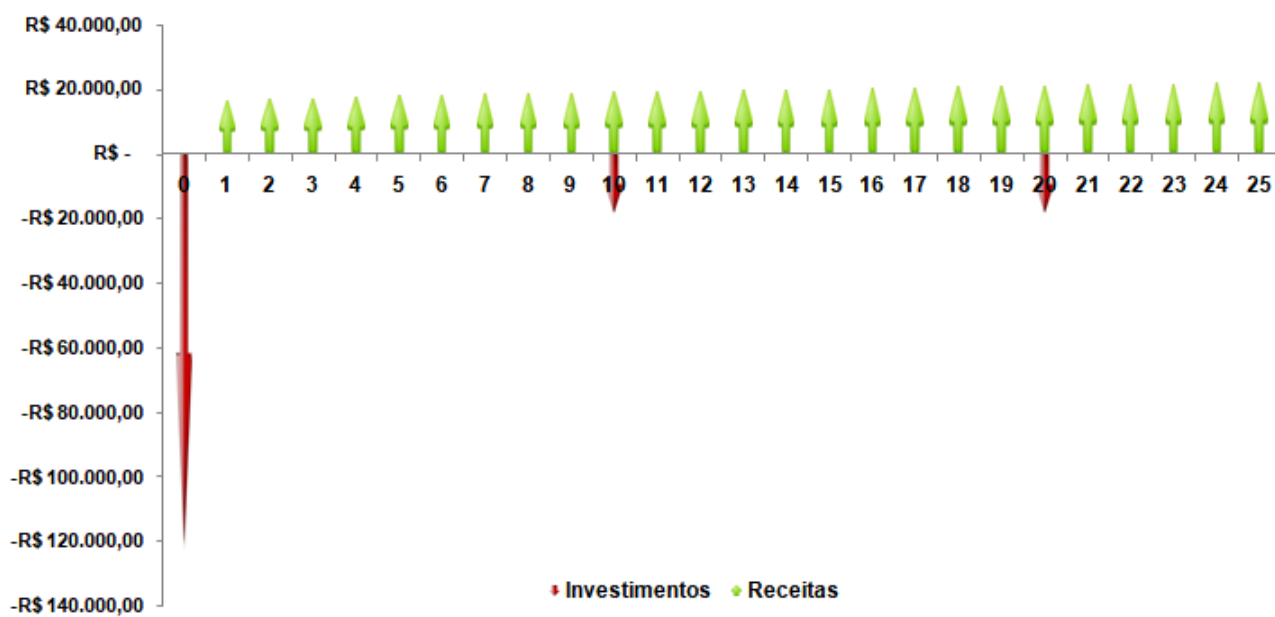


Figura 28 – Fluxo de caixa do segundo investidor - Cenário 1

5.3.2.2 Cenário 2

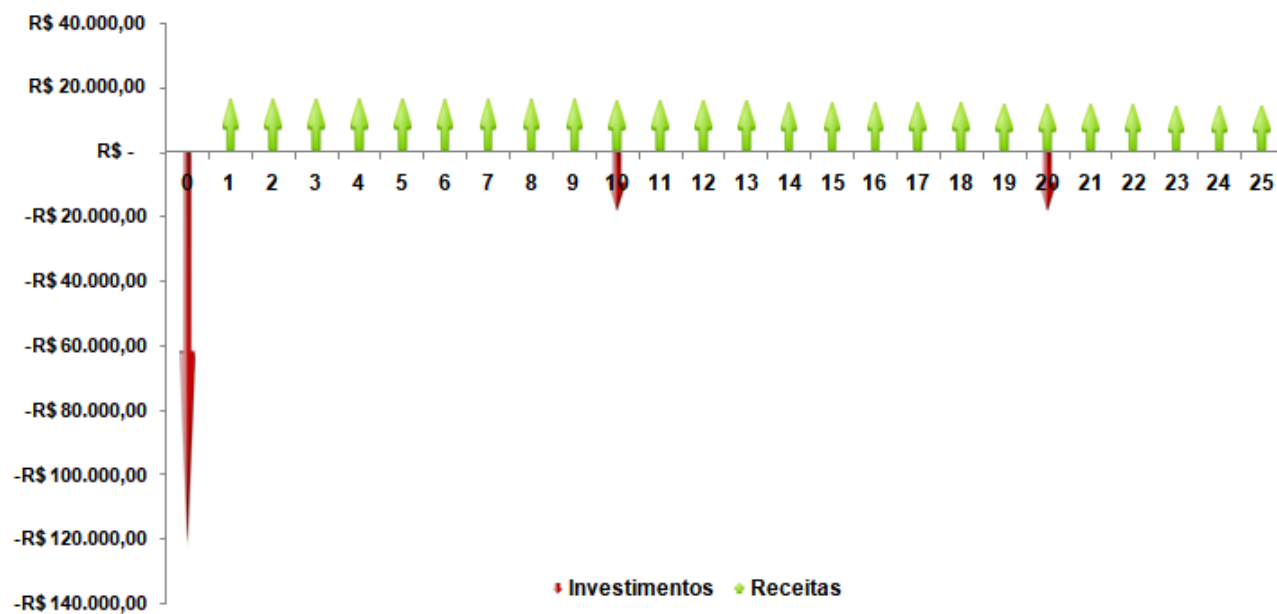


Figura 29 – Fluxo de caixa do segundo investidor - Cenário 2

5.3.3 Fluxo de Caixa Investidor 3

5.3.3.1 Cenário 1

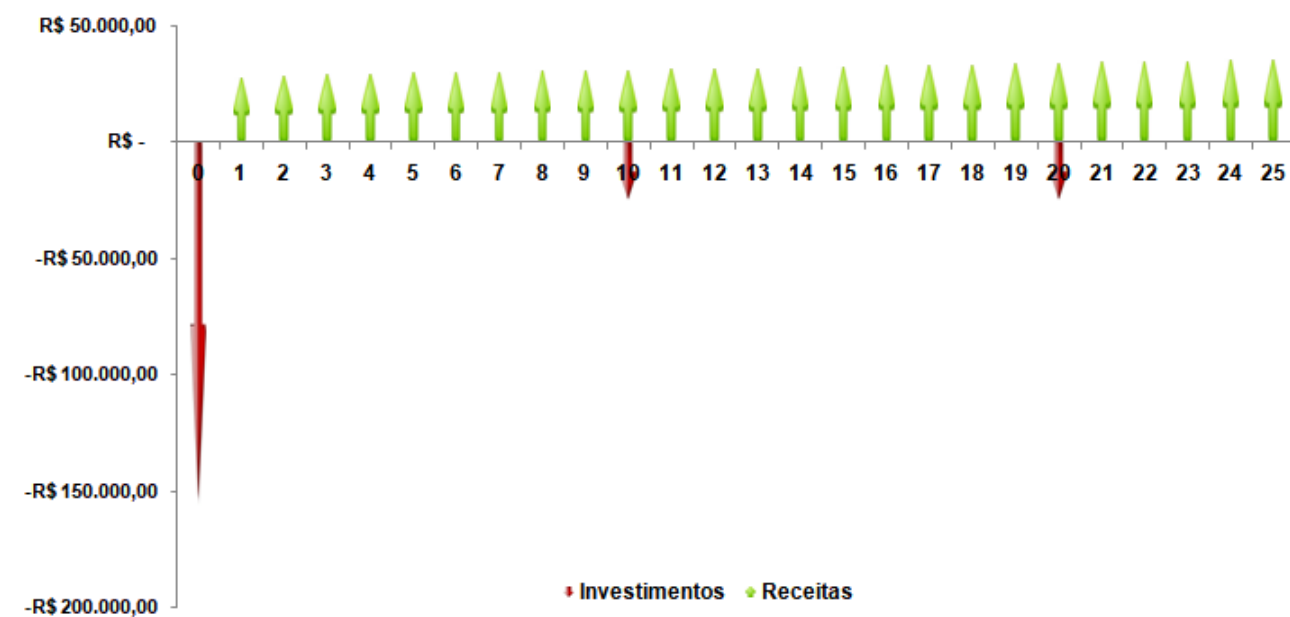


Figura 30 – Fluxo de caixa do terceiro investidor - Cenário 1

5.3.3.2 Cenário 2

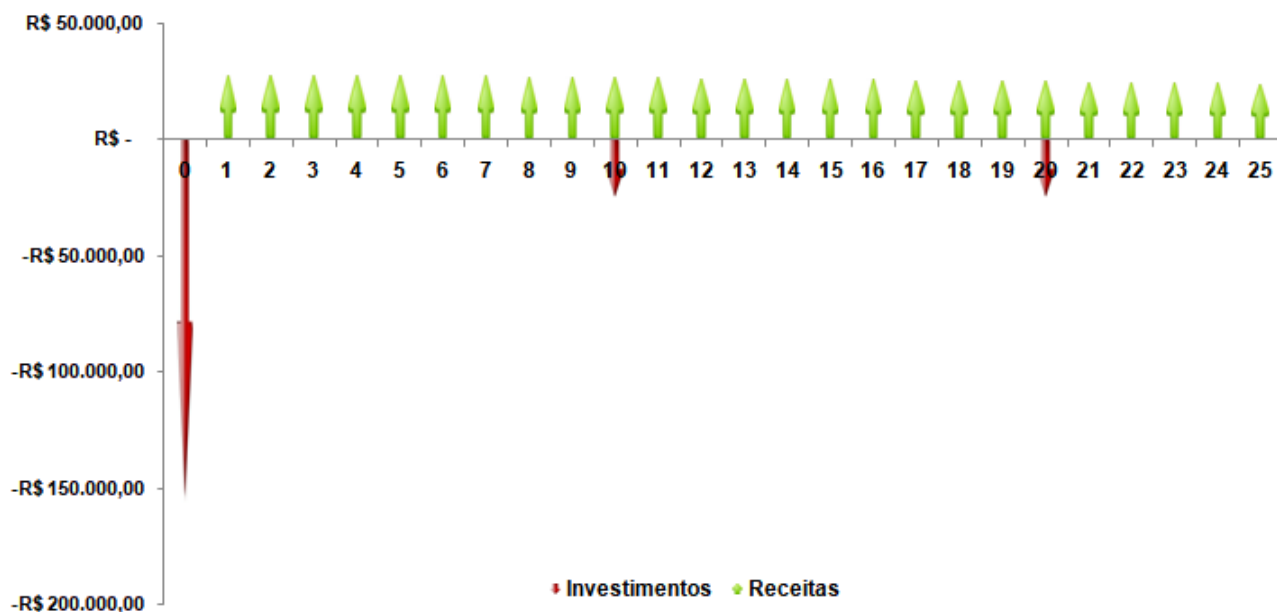


Figura 31 – Fluxo de caixa do terceiro investidor - Cenário 2

5.4 Análise dos Cenários Apresentados

Para a obtenção dos diagramas de fluxo de caixa exibidos na Seção 5.3 (Figuras 26 a 31), e dos resultados da análise de investimento apresentados a seguir, foi criado um modelo em Microsoft Office Excel com as funções apresentadas nesse trabalho que, a partir das entradas relativas aos investidores, retorna resultados relativos a viabilidade econômica. O formato do modelo utilizado é exibido em anexo.

Algo importante de destacar é que todos os diagramas de fluxo caixa tiveram, no primeiro cenário, receitas que cresciam ao longo dos anos. Isso se deve ao fato de que a receita do projeto está diretamente ligada ao *saving* na conta de energia, assim, com um aumento da conta de energia acima da inflação ao longo dos anos (Cenário 1), mesmo que o custo de disponibilidade aumente na mesma proporção haverá um aumento no *saving* do projeto, já que o custo de disponibilidade está relacionado a um consumo de energia muito menor que o consumo sem os equipamentos fotovoltaicos.

Outro ponto importante é que todos os diagramas de fluxo de caixa do segundo cenário tiveram suas receitas decaindo ao longo dos anos. Isso ocorre pois nesse cenário foi considerado uma perda de eficiência nos painéis de 0,8% ao ano e também a conta de energia constante com a inflação. Essa perda ao longo do tempo se reflete no aumento do custo de disponibilidade, pois os painéis não conseguem suprir o consumo total de energia, sendo necessário com o tempo pagar mais que os 100 kWh mínimos relativos ao

custo de disponibilidade. Pela Equação 8, a primeira e a última parcela são constantes (custo antes do projeto e custo de manutenção) e a segunda aumenta ao longo do tempo (custo de disponibilidade), dessa forma, espera-se para esse cenário, que receita decaia ao longo do projeto

Para que se tenha um cenário em que os *savings* são constantes ao longo dos anos, não poderia se considerar nem um aumento da conta de energia acima da inflação nem a perda de eficiência dos painéis fotovoltaicos ao longo dos anos, o que é algo que não ocorre no mundo real, não entrando para a análise de viabilidade econômica do projeto.

A seguir serão exibidos, para cada investidor, os resultados dos dois cenários estudados em forma de tabela, podendo-se observar a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o tempo de Payback e o Valor Presente Líquido (VPL) de cada investidor.

5.4.1 Investidor 1

Tabela 14 – Resultados para o Primeiro Investidor

Investidor 1		
	Cenário 1	Cenário 2
TMA	5,36%	5,36%
VPL	R\$ 113.880,67	R\$ 73.188,28
TIR	13,97%	11,87%
Payback	6 Anos	7 Anos

Pode-se observar que a VPL em ambos os cenários é positiva, indicando que o investimento é viável. É possível observar a viabilidade também pela Taxa Interna de Retorno, em que em ambos cenários supera a TMA estabelecida para o investidor. Em relação ao Payback, observa-se que o Cenário 1, com correção da tarifa de energia acima da inflação, apresenta-se como melhor, gerando um retorno do capital em 6 anos, enquanto o segundo Cenário, sem correção, o capital retorna em 7 anos.

5.4.2 Investidor 2

Tabela 15 – Resultados para o Segundo Investidor

Investidor 2		
	Cenário 1	Cenário 2
TMA	3,94%	3,94%
VPL	R\$ 152.968,23	R\$ 103.553,33
TIR	13,66%	11,68%
Payback	6 Anos	7 Anos

Assim como o primeiro investidor, o projeto do segundo investidor também é viável. Possuindo valores de VPL positivos em ambos os cenários. Vale o destaque de que a Taxa Interna de Retorno no primeiro cenário supera mais de 3 vezes a Taxa Mínima de Atratividade estabelecida para o segundo investidor, e no segundo cenário superando 2,5 vezes a TMA estabelecida. O Payback ocorre de forma análoga ao primeiro investidor, possuindo retornos em 6 anos para o primeiro cenário e 7 anos para o segundo.

5.4.3 Investidor 3

Tabela 16 – Resultados para o Terceiro Investidor

Investidor 3		
	Cenário 1	Cenário 2
TMA	9,52%	9,52%
VPL	R\$ 106.713,54	R\$ 75.870,31
TIR	18,06%	16,34%
Payback	5 Anos	5 Anos

O terceiro e último investidor apresenta em ambos os cenários a maior Taxa Interna de Retorno de todos os investidores. Essa supera a TMA estabelecida pelo investidor em ambos cenários, indicando que o investimento também é viável, o que também é indicado pelo VPL positivo. Em relação ao tempo de Payback, o terceiro investidor terá o retorno de investimento mais rápido, ocorrendo em ambos os cenários em 5 anos.

5.4.4 Considerações sobre os Investidores

Inicialmente observa-se que o terceiro investidor, que apresentava o maior consumo de energia, obteve a maior Taxa Interna de Retorno (TIR) e o menor tempo de Payback, o que ocorre pelo fato de possuir uma maior margem de economia na conta de energia após implementação do projeto, por possuir a maior redução no consumo.

Outro fator que contribui para sua elevada TIR é existência de uma taxa de iluminação pública dependente do consumo, em sua cidade, fazendo com a instalação do projeto gere um *saving* maior na conta de energia, o que não ocorre com o primeiro investidor, que possui essa taxa como fixa.

O segundo investidor também apresenta uma taxa de iluminação pública dependente do consumo, porém não obteve uma TIR tão elevada quanto a do terceiro, pelo fato de possuir o menor consumo de energia e estar alocado na região geográfica menos favorecida pela incidência de luz solar, exigindo assim um maior investimento por kWh inicial.

Apesar do terceiro investidor apresentar a maior Taxa Interna de Retorno, observa-se que ele apresenta o menor Valor Presente Líquido, isso se justifica por ele possuir a maior Taxa Mínima de Atratividade, o que ocorre de forma contrária com o segundo investidor, que possui a menor Taxa Mínima de Atratividade e o maior Valor Presente Líquido.

Assim, é possível chegar a uma análise que ao considerar investidores de uma mesma localização, sujeitos às mesmas leis e mesma incidência solar, terá a melhor viabilidade do investimento aquele com o maior consumo energético.

Impactos da Adoção do Investimento

Após estudo financeiro e a confirmação da viabilidade econômica do projeto, é interessante destacar alguns pontos que servem de incentivo à adoção desse tipo de investimento para os empresários do ramo de postos de combustíveis. Esses pontos também levam em consideração aspectos sobre como a sustentabilidade desse investimento pode impactar no desenvolvimento da empresa, já que conforme visto em capítulos anteriores, a adoção da energia solar fotovoltaica está ligada diretamente à adoção de uma matriz energética mais limpa, sendo assim uma medida sustentável e com poder mercadológico.

6.1 Reinvestimento no Negócio

Com a adoção da energia fotovoltaica nos postos de combustíveis, foi visto que os gastos com o consumo de energia reduzem-se ao custo de disponibilidade, chegando a descontos na conta de até 96,9% no caso do terceiro investidor. Essa economia pode servir como incentivo ao proprietário do posto para reinvestir no próprio negócio. Algumas possibilidades são:

- ☐ Adquirir equipamentos novos para a modernização do estabelecimento.
- ☐ Expandir o horário de funcionamento, de forma a gerar mais empregos.
- ☐ Expandir os serviços e a loja de conveniência do posto, de forma a aumentar a atratividade do estabelecimento.
- ☐ Investir em estratégias de marketing e publicidade.

6.2 Aumento da Produtividade

A partir do momento em que uma empresa adota iniciativas sustentáveis, essas impactam diretamente no desempenho dessa. Funcionários de empresas que observam,

por parte da empresa, movimento em direção a responsabilidades socioambientais sentem-se mais engajados e motivados em seus trabalhos, aumentando o desempenho desses e impactando diretamente no lucro. Os ganhos também estão relacionados com a criação de uma filosofia socioambiental da empresa, aumentando a adequação às leis e diminuindo os riscos em multas que impactavam a saúde financeira da empresa (SANTANDER, 2017).

6.3 Aumento da Visibilidade

Segundo uma pesquisa anual feita pelo Serviço de Proteção ao Crédito (SPC Brasil) e pela Confederação Nacional dos Dirigentes Lojistas (CNDL), 70% da população brasileira já é classificada como consumidores conscientes, isso é, que estão atentos à questões que envolvem sustentabilidade e redução de desperdícios.

Dessa forma, a inserção de um projeto de energia fotovoltaica em um posto de combustível, isso é, a adequação aos valores dos consumidores conscientes, pode auxiliar no desenvolvimento de ações de marketing, de forma a gerar uma maior visibilidade para a empresa e como consequência ajudar em seu fortalecimento econômico.

Considerações Finais

Neste trabalho, a partir da atribuição de diferentes perfis de investidores, que variam com o consumo energético, localização geográfica e com a expectativa de retorno financeiro, é possível chegar a algumas considerações sobre o mercado de energia fotovoltaica no Brasil e o quanto a viabilidade do investimento nesse setor varia de acordo com a região em que o investidor vive.

Como relatado anteriormente, a região em que vive o investidor impacta a viabilidade econômica desse tipo de projeto em alguns aspectos. Um deles é que, dependendo da região geográfica em que se faz esse tipo de instalação, a geração de energia pode variar, já que a produtividade dos painéis depende da incidência dos raios solares, que variam com a região geográfica. Dessa forma, investidores que comprem os mesmos equipamentos e instalam em regiões diferentes podem produzir montantes de energia diferentes. Isso é evidenciado no caso dos Investidores 1 e 2; o segundo investidor apresenta um consumo médio de energia menor que o primeiro, porém seu investimento inicial apresenta-se maior, pois é necessário a compra de mais equipamentos para suprir a menor produtividade dos painéis.

Outro fator que altera a viabilidade econômica dos projetos está ligado às normas e às leis que definem os componentes das tarifas de energia. Como descrito anteriormente, a tarifa de energia apresenta variáveis federais, estaduais e municipais. Assim, dependendo de cada região geográfica, um mesmo tipo de investimento pode ser mais ou menos vantajoso.

O primeiro investidor, que reside em Campinas, apresenta as mesmas variáveis da tarifa de energia antes e após a instalação do projeto, variando somente o consumo. Já o segundo e o terceiro investidores possuem, nas cidades em que vivem, uma taxa de iluminação pública que varia de acordo com o montante de energia consumido. Isso torna o investimento mais vantajoso, já que após a instalação dos equipamentos esse consumo é reduzido, fazendo com que a taxa de iluminação pública diminua. Assim, o *saving* mensal deles não corresponde somente ao menor consumo de energia, mas também pela redução da taxa de iluminação pública, o que não ocorre com o primeiro investidor.

É possível entender o motivo pelo qual o terceiro investidor obteve a maior Taxa Interna de Retorno, já que só pela taxa de iluminação pública ele já obtém *savings* mensais de R\$ 392,94. Um mesmo investidor residencial na mesma cidade obteria um *saving* mensal de R\$ 165,09, o que indica ser mais vantajoso o investimento fotovoltaico comercial do que o residencial na cidade de Fortaleza, o que ocorre pelo fato das tarifas de iluminação pública apresentarem regras diferentes entre os setores residenciais e comerciais nessa cidade.

Apesar de o segundo investidor também apresentar a taxa de iluminação pública dependente do consumo de energia, esse obteve a menor Taxa Interna de Retorno, o que se justifica pelo fato da região em que está alocado (Curitiba-PR) exigir um maior investimento inicial por kWh em relação aos demais locais, compensando o *saving* mensal adquirido e impactando o investimento.

De forma geral, o trabalho evidencia para todos os perfis, independente do cenário estudado, ser viável o investimento em energia fotovoltaica para o setor comercial (B3) de postos de combustíveis, sendo que o investimento na cidade de Fortaleza, para o terceiro perfil de investidor, o que gera a maior Taxa Interna de Retorno. Vale destacar que esse investidor não apresenta o maior Valor Presente Líquido, pelo fato de apresentar a maior expectativa de retorno financeiro (TMA).

Este trabalho leva a conclusão de que dentre diversos investidores residentes na mesma cidade, isso é, sujeitos às mesmas condições, terá a melhor viabilidade de investimento aquele que possuir o maior consumo energético mensal, já que conforme visto anteriormente um maior consumo energético aumenta a margem de economia mensal de energia.

Pelo fato dos postos com maiores consumos possuírem a melhor viabilidade de investimento, algumas iniciativas governamentais poderiam atender aos menores empresários, muitas vezes aqueles que não representam as maiores bandeiras de combustíveis. Um incentivo poderia ser em relação ao custo de disponibilidade da energia, em que os postos menores poderiam ter, por parte do poder público, a isenção da tarifa como forma de incentivo, de forma a gerar uma melhor viabilidade de investimento aos menores investidores e ajudar na preservação do meio ambiente.

No trabalho todos os investidores apresentaram investimentos iniciais acima de R\$100.000,00, o que dificulta por parte desses a adoção do investimento. O governo, pelo BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento), oferecia taxas de financiamento especiais para projetos de energia solar somente para às pessoas jurídicas, e em 2018 passou a oferecer o mesmo incentivo às pessoas físicas (BNDES, 2018). Indicando um avanço que reduz a necessidade do investidor possuir todo o capital inicial ou necessitar de taxas de financiamento menos atrativas. Com essa iniciativa, espera-se um aumento de investidores e consequentemente um aumento na produção dos equipamentos, ocasionando uma redução de custos pela produção em escala.

Além do projeto fotovoltaico trazer retornos acima dos estabelecidos para os perfis estudados, destaca-se também como fator de tomada de decisão dos investidores a sustentabilidade ao se utilizar a energia solar. Esse fator pode refletir em uma melhora na produtividade e na visibilidade da empresa no mercado, já que por estar alinhada com valores socioambientais, a empresa passa a ser bem vista, tanto pelos funcionários quanto pelos os clientes, podendo assim progredir financeiramente.

Estudos futuros poderão analisar os determinantes para a decisão dos proprietários de postos de combustíveis e outros estabelecimentos comerciais em instalar painéis fotovoltaicos. Este tipo de estudo auxiliaria, também, na formulação de políticas públicas que elevassem a participação da energia solar, a fim de diversificar a matriz energética brasileira.

Referências bibliográficas

ABEP. **Critério Brasil 2015 e atualização da distribuição de classes para 2016**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.abep.org/Servicos/Download.aspx?id=09>>. Acesso em: 20/02/2018.

ABRADEE. **Tarifas de Energia**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>>. Acesso em: 20/11/2017.

ANEEL. **Por dentro da conta de luz - Informação de utilidade pública**. [S.l.], 2008. 4ª Edição, 32 p.

ANEEL. **Consumidor Cativo**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 20/11/2017.

ANEEL. **Resolução Normativa n 482, de 17 de abril de 2012**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 15/08/2017.

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/bandeira-tarifaria/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 20/11/2017.

ANEEL. **Tarifa Média por Classe de Consumo e por Região**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550>>. Acesso em: 17/04/2018.

ANP. **Abastecimento em números**. [S.l.], 2014. Ano 9, Ed Nº 44.

ANP. **Abastecimento em números**. [S.l.], 2017. Ano 12, Ed Nº 56.

ANP. **Oportunidades na Produção e no Abastecimento de Combustíveis no Brasil**. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/Livreto_Oportunidades_na_Producao_e_no_Abastecimento_v3.pdf>. Acesso em: 01/12/2017.

ASSUNÇÃO, H. D. **Degradação de módulos fotovoltaicos de silício cristalino instalados no DEE - UFC**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Ceará, 2014.

BARREIROS, F. A. M. **Projeto de investimento: Uma Análise estratégica a partir do conceito de cadeia de suprimentos**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2004.

BARROS, E. V. de. A matriz energética mundial e a competitividade das nações: Bases de uma nova geopolítica. **Engevista**, 2007. 2007.

BNDES. **BNDES muda regra e pessoas físicas podem investir em energia solar**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-muda-regra-e-pessoas-fisicas-podem-investir-em-energia-solar>>. Acesso em: 30/06/2018.

BRASIL, P. **Caderneta de poupança Índices Mensais**. [S.l.], 2018. Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/poupanca_mensal.htm>. Acesso em: 05/02/2018.

BRITO, N. R. O. de; JUNIOR, A. C. T. Características da relação entre taxas selic e cdi e suas implicações. **Revista de Economia e Administração do IBMEC Vol 1, N 3**, 2002. 2002.

CLIMATEMPO. **Previsão do tempo Curitiba - PR**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/271/curitiba-pr>>. Acesso em: 20/02/2018.

CLIMATEMPO. **Previsão do tempo Fortaleza - CE**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/60/fortaleza-ce>>. Acesso em: 20/02/2018.

COPEL. **Tributos**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F3EE1D015FA3F433203257EE6003E128E>>. Acesso em: 15/04/2018.

COSTA, D. J. D. A. **Aplicação de Conceitos da Análise Econômica Financeira de Investimentos em uma Cafeteria**. Dissertação (Mestrado) — Fundação Getulio Vargas, 2012.

CPFL. **Tributos municipais, estaduais e federais**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://servicosonline.cpfl.com.br/agencia-webapp/tributos>>. Acesso em: 15/04/2018.

CUTAIT, B. Rendimento poupança (guia completo). **Empiricus**, 2017. 2017.

CVM. **Instrução CVM n 539**. [S.l.], 2013. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/legislacao/instrucoes/inst539.html>>. Acesso em: 14/02/2018.

DENATRAN. **Frota de Veículos no Brasil**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php>>. Acesso em: 27/11/2017.

DIAS, M. V. X. **Geração Distribuída no Brasil: Oportunidades e Barreiras**. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, 2005.

ECONÔMICO, V. **Inflação**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/valor-data/tabela/5800/inflacao>>. Acesso em: 10/02/2018.

ELYSIA. **Custo de manutenção de sistema fotovoltaico: alto ou baixo?** [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.elysia.com.br/blog/manutencao-de-painel-fotovoltaico/>>. Acesso em: 16/04/2018.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016**. [S.l.], 2016.

FINANÇAS, S. M. das. **Custeio do serviço de Iluminação Pública (CIP)**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/tributos/cip>>. Acesso em: 20/04/2018.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. [S.l.]: Harbra, 1997.

IBGE. **Alemanha**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://paises.ibge.gov.br/pt/pais/alemanha/info/sintese>>. Acesso em: 25/11/2017.

IBGE. **Brasil**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://paises.ibge.gov.br/pt/pais/brasil/info/sintese>>. Acesso em: 25/11/2017.

IBGE. **População Brasileira**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15/11/2017.

IEA. **World Energy Outlook**. [S.l.], 2009. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2009/WEO2009.pdf>>. Acesso em: 27/10/2017.

INDICADORES, Í. **IPCA Índice Nacional de Preços ao Consumidor-Amplo**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.indicaseindicadores.com.br/ipca/>>. Acesso em: 15/02/2018.

INFOMONEY, E. **Como funciona o mercado de renda fixa**. [S.l.], 2005. Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/educacao/guias/noticia/368197/como-funciona-mercado-renda-fixa>>. Acesso em: 15/02/2018.

ITAÚ. **Catálogo de fundos Itaú**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.itaubr.com.br/investimentos-previdencia/fundos/catalogo/>>. Acesso em: 20/02/2018.

KASSAI, J. R. **Retorno de Investimento**. 3. ed. [S.l.]: Atlas, 1999.

MEGLIORINI, E.; VALLIM, M. **Administração Financeira - Uma Abordagem Brasileira**. [S.l.]: Pearson, 2009.

MME. **Energias Renováveis no Brasil**. [S.l.], 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira>>. Acesso em: 20/11/2017.

MME. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro Agosto / 2017**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/publicacoes/boletim-de-monitoramento-do-sistema-eletrico/boletins-2017>>. Acesso em: 20/11/2017.

MME. **Capacidade Instalada de Geração Elétrica - Brasil e Mundo**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/>>. Acesso em: 20/11/2017.

- MME. **Resenha Energética Brasileira**. [S.l.], 2017.
- NASCIMENTO, C. A. do. **Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Lavras, 2004.
- NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**. [S.l.], 2017. Consultoria legislativa.
- NETO, A.; SILVA, C. **Administração Do Capital De Giro**. 3. ed. [S.l.]: Atlas, 2002.
- ONS. **Sistema de Transmissão - Horizonte 2017**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-sin/mapas>>. Acesso em: 20/11/2017.
- PASSINI, A. F. C.; RITTER, L. G.; RENZ, V. D.; GARLET, G.; CONCEIÇÃO, S. R. da; NECKEL, A. Energia fotovoltaica: uma alternativa de eficiência energética em posto de combustível. **IX Simpósio Intenacional de Qualidade Ambiental**, 2014. 2014.
- PORTALSOLAR. **Tudo sobre a manutenção do painel solar**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/painel-solar/tudo-sobre-a-manutencao-do-painel-solar.html>>. Acesso em: 16/04/2018.
- PORTALSOLAR. **O inversor solar**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>>. Acesso em: 16/04/2018.
- PRÁTICO, I. **Alíquotas do ICMS**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.icmspratico.com.br/aliquotas/>>. Acesso em: 20/04/2018.
- REBELATTO, D. **Projeto de Investimento**. [S.l.]: Manole, 2004. 329 p.
- SANTANDER. **Por que sua empresa deve ser sustentável**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.santandernegocioseempresas.com.br/detalhe-noticia/por-que-sua-empresa-deve-ser-sustentavel.html>>. Acesso em: 10/05/2018.
- SILVA, R. M. da. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. [S.l.], 2015. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em: 15/11/2017.
- SOLARGIS. **Solar resource maps**. [S.l.], 2014. Disponível em: <<https://solargis.com/>>. Acesso em: 15/11/2017.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e análise de investimentos: fundamentos técnicas e aplicações**, 4 ed. [S.l.]: Atlas, 2001.
- THEMAG. **Usinas Hidroelétricas**. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.themag.com.br/pdf/usina.pdf>>. Acesso em: 20/10/2017.
- TRIBUNA. **Prefeitura de Curitiba aumenta valor da iluminação pública**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.tribunapr.com.br/noticias/curitiba-regiao/prefeitura-de-curitiba-aumenta-valor-da-iluminacao-publica/>>. Acesso em: 20/04/2018.
- VÉRIOS. **Comparação de fundos**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://verios.com.br/apps/laminas/log/cdi/18185829000171>>. Acesso em: 15/02/2018.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica**. 2. ed. [S.l.]: Saraiva, 2015.

Anexo

ANEXO **A**

Programa em Excel - Fluxo de Caixa Fotovoltaico

Fluxo de Caixa e Payback - Análise de Investimento Fotovoltaico

Dados do Investidor	
TUSD	R\$ 0,22505
TE	R\$ 0,24864
ICMS	25%
PIS	0,56%
COFINS	2,56%
CIP	R\$ 405,22
CIP mín	R\$ 12,28
TMA	9,52%

Dados Iniciais	
Perda de eficiência nos Painéis	-0,8%
Reajuste da Tarifa de energia	1,96%
Investimento Inicial	R\$ 156.335,00
Inversores	R\$ 25.000,00

Consumo s/ Fotovoltaico(kWh)	Consumo Mínimo (kWh)	Custo s/ Fotovoltaico
3230	100	R\$ 30.405,52

Ano	0	1	2	3	4	5
Gasto sem Fotovoltaica (ANO)	R\$ 30.405,52	R\$ 30.405,52	R\$ 30.906,16	R\$ 31.416,62	R\$ 31.937,07	R\$ 32.467,73
Potencia a ser paga pela eficiencia		100	100	100	102,1262818	127,1492716
Investimentos	-R\$ 156.335,00					
Receitas		R\$ 27.904,01	R\$ 28.358,51	R\$ 28.821,92	R\$ 29.276,59	R\$ 29.544,13
Fluxo de caixa simples	-R\$ 156.335,00	R\$ 27.904,01	R\$ 28.358,51	R\$ 28.821,92	R\$ 29.276,59	R\$ 29.544,13
Fluxo de caixa simples acumulado	-R\$ 156.335,00	-R\$ 128.430,99	-R\$ 100.072,48	-R\$ 71.250,56	-R\$ 41.973,97	-R\$ 12.429,84

Figura 32 – Programa Fluxo de caixa Fotovoltaico - Parte 1

Resultados	
VPL	R\$ 106.713,54
TIR	18,06%
Payback	5

Legenda	
Entradas	
Fórmula	

Custo Disponibilidade		Custo de Manutenção		Receita Anual	
R\$	938,16	R\$	1.563,35	R\$	27.904,01

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R\$ 33.008,79	R\$ 33.560,46	R\$ 34.122,94	R\$ 34.696,44	R\$ 35.281,18	R\$ 35.877,38	R\$ 36.485,27	R\$ 37.105,08	R\$ 37.737,03	R\$ 38.381,37
152,0	176,6	201,0	225,3	249,3	273,1	296,8	320,3	343,5	366,6
				-R\$ 25.000,00					
R\$ 29.814,47	R\$ 30.087,63	R\$ 30.363,65	R\$ 30.642,54	R\$ 30.924,33	R\$ 31.209,06	R\$ 31.496,75	R\$ 31.787,43	R\$ 32.081,13	R\$ 32.377,87
R\$ 29.814,47	R\$ 30.087,63	R\$ 30.363,65	R\$ 30.642,54	R\$ 5.924,33	R\$ 31.209,06	R\$ 31.496,75	R\$ 31.787,43	R\$ 32.081,13	R\$ 32.377,87
R\$ 17.384,62	R\$ 47.472,26	R\$ 77.835,90	R\$ 108.478,44	R\$ 114.402,78	R\$ 145.611,84	R\$ 177.108,59	R\$ 208.896,03	R\$ 240.977,15	R\$ 273.355,02

Figura 33 – Programa Fluxo de caixa Fotovoltaico - Parte 2

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
R\$ 39.038,33	R\$ 39.708,18	R\$ 40.391,15	R\$ 41.087,51	R\$ 41.797,51	R\$ 42.521,44	R\$ 43.259,55	R\$ 44.012,13	R\$ 44.779,46	R\$ 45.561,83
389,5	412,3	434,8	457,2	479,3	501,4	523,2	544,8	566,3	587,6
				-R\$ 25.000,00					
R\$ 32.677,68	R\$ 32.980,60	R\$ 33.286,65	R\$ 33.595,86	R\$ 33.908,26	R\$ 34.223,88	R\$ 34.542,76	R\$ 34.864,91	R\$ 35.190,37	R\$ 35.519,18
R\$ 32.677,68	R\$ 32.980,60	R\$ 33.286,65	R\$ 33.595,86	R\$ 8.908,26	R\$ 34.223,88	R\$ 34.542,76	R\$ 34.864,91	R\$ 35.190,37	R\$ 35.519,18
R\$ 306.032,71	R\$ 339.013,31	R\$ 372.299,96	R\$ 405.895,82	R\$ 414.804,08	R\$ 449.027,97	R\$ 483.570,73	R\$ 518.435,64	R\$ 553.626,01	R\$ 589.145,19

Figura 34 – Programa Fluxo de caixa Fotovoltaico - Parte 3