



Alexandre Galiotto

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA MINI USINA
SOLAR FOTOVOLTÁICA PÚBLICA: UM ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE HORIZONTINA-RS**

Horizontina, RS

2017

Faculdade Horizontina – FAHOR
Curso de Ciências Econômicas

Alexandre Galiotto

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA MINI USINA SOLAR
FOTOVOLTÁICA PÚBLICA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO
DE HORIZONTINA-RS**

Trabalho final de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas da Faculdade Horizontina (FAHOR).

Orientadora: Especialista, Ivete Linn Ruppenthal

Horizontina, RS

2017

**FACULDADE HORIZONTINA – FAHOR
CURSO DE CIÊNCIA ECONÔMICAS**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Viabilidade de implantação de uma mini usina solar fotovoltaica pública: um estudo de caso no município de Horizontina-RS”

Elaborada por:

Alexandre Galiotto

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Econômicas

Aprovado em: dd/mm/aaaa

Pela Comissão Examinadora

**Especialista, Ivete Linn Ruppenthal
Presidente da Comissão Examinadora – Orientadora**

**Titulação. Nome do primeiro arguidor
Faculdade Horizontina – FAHOR**

**Titulação. Nome do segundo arguidor
Faculdade Horizontina – FAHOR**

Horizontina, RS

2017

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a todos àqueles que de algum modo me apoiaram e que acreditaram em mim desde que me matriculei no curso de Ciências Econômicas até o presente momento. Também dedico esta monografia a todos aqueles que acreditam na manutenção e no uso consciente dos recursos financeiros públicos disponíveis; naqueles que acreditam no desenvolvimento da economia através da austeridade dos recursos públicos e que prezam pela sustentabilidade da economia.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus pela existência de todas as coisas; agradeço ao meu pai, Clóvis Galiotto, a minha mãe, Lourdes M. Hatje Galiotto, e a minha namorada Geandra J. da Cruz; agradeço aos professores responsáveis por me ensinar sobre as Ciências Econômicas, e por aqueles que me acompanharam no processo de produção da monografia. Também agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento mental e espiritual, aqueles que contribuíram para a criação deste trabalho, desde o processo embrionário da ideia e da elucubração do tema, até sua consolidação final.

[...] a racionalidade é uma questão de opção – e as alternativas que sua natureza lhe oferece são estas: um ser racional ou um animal suicida. O homem tem que ser homem – por escolha, ele tem que ter sua vida como um valor; por escolha, tem que aprender a preservá-la; por escolha; tem que descobrir os valores que ela requer e praticar suas virtudes. Por escolha.

(Ayn Rand)

RESUMO

A perspectiva de empreendimentos solares na Europa preconizou a expansão deste tipo de sistema em todo o mundo, de modo que as pesquisas sobre a energia solar aumentaram a eficiência, por exemplo, dos painéis fotovoltaicos, para um patamar de eficiência econômica que alcançará preços de mercado por megawatt de energia mais barato que os preços da energia gerado pelo carvão. Observando esta evolução, e conectando esta progressão de eficiência para o caso brasileiro, onde houve um aumento da capacidade instalada em megawatts de potência aumentou 28575% no período anterior a dezembro de 2012 à junho de 2017, constatou-se uma projeção da evolução favorável à substituição do consumo de energia tradicional para um sistema de maior automatismo e independência energética. Com efeito de ensejar a sustentabilidade econômica no tocante a volatilidade dos recursos públicos da prefeitura de Horizontina, a qual depende da arrecadação anual de impostos e do planejamento orçamentário, este estudo se embasou na aplicação do empreendimento de uma mini usina solar fotovoltaica para melhorar a gestão das finanças públicas da Prefeitura de Horizontina. Este estudo teve por objetivo mensurar a viabilidade econômica da aplicação de um sistema de captação de energia solar fotovoltaico no município de Horizontina a fim de manejar a economia da gestão pública a um patamar de independência na geração e no consumo de energia elétrica. Utilizou-se no processo de desenvolvimento uma metodologia baseada na pesquisa histórico dedutiva, na pesquisa explicativa e nos métodos quantitativos, como os cálculos matemáticos financeiros, no qual, através da pesquisa indireta foi possível obter as informações para validar este estudo, sendo estas resultantes do levantamento de dados das faturas da RGE e da CETHIL entre o período de 2012 a 2016. Não obstante, a avaliação técnica será muito importante para o funcionamento do sistema fotovoltaico e também para a manutenção do mesmo ao longo do período de 25 anos. Em relação ao dispêndio com custo de disponibilidade, taxa de IP-CIP, salários e diferença de tarifa compensada com IP, em relação a receita bruta, este percentual foi de 32%. Sobre a economicidade da operação, considerando os custos totais sobre os 72% da demanda suprida, foi suscitado um percentual de 33,7%, mesmo que no tocante ao valor total economizado entre as sobras de receitas e despesas prospectou-se um percentual de 23,6%. Portanto, por meio deste estudo, a prefeitura terá um importante instrumento no qual poderá, além de corroborar com as exigências mundiais sobre a poluição pelo CO₂, referente a queima e a geração de energia elétrica advindas de usinas termelétricas que se utilizam de métodos tradicionais de produção energética, colaborar para que os saldos de despesas em energia elétrica sejam reduzidos através da criação de valor, promovendo a sua independência energética.

Palavras-chave: Mini Usina Fotovoltaica. Gestão das Finanças Públicas. Independência Energética.

ABSTRACT

The prospect of solar projects in Europe advocated the expansion of this type of system worldwide, so that research on solar energy has increased the efficiency, for example of photovoltaic panels, to a level of economic efficiency that will reach market prices per megawatt of energy cheaper than the prices of energy generated by coal. Observing this evolution, and connecting this progression of efficiency to the Brazilian case, where there was an increase in installed capacity in megawatts of power increased 28575% in the period prior to December 2012 to June 2017, there was a projection of favorable evolution to replacement of traditional energy consumption for a system of greater automatism and energy independence. In order to provide economic sustainability with regard to the volatility of the municipalities of Horizontina, which depends on the annual tax collection and budget planning, this study was based on the implementation of a mini solar photovoltaic power plant to improve the management of the public finances of the Prefecture of Horizontina. The objective of this study was to measure the economic feasibility of applying a photovoltaic solar energy capture system in the municipality of Horizontina in order to manage the public management economy at a level of independence in the generation and consumption of electric energy. A methodology based on historical deductive research, explanatory research and quantitative methods, such as financial mathematical calculations, was used in the development process, through indirect research to obtain the information to validate this study. data collection of RGE and CERTHIL invoices between the period 2012 to 2016. Nevertheless, the technical evaluation will be very important for the operation of the photovoltaic system and also for the maintenance of the same over the period of 25 years. In relation to the expenditures with cost of availability, IP-CIP rate, salaries and difference in tariff offset with IP, in relation to gross revenue, this percentage was 32%. Regarding the cost-effectiveness of the operation, considering the total costs over 72% of the supplied supply, a percentage of 33.7% was raised, even though in the total amount saved between leftover revenues and expenses, a percentage of 23,6%. Therefore, through this study, the city will have an important instrument in which it can, in addition to corroborating with the worldwide demands on CO2 pollution, referring to the burning and generation of electric energy coming from thermoelectric plants that use traditional methods of energy production, collaborate so that the balances of expenses in electric energy are reduced through the creation of value, promoting its energy independence.

Keywords: *Mini Photovoltaic Power Plant. Public Finance Management. Energy Independence.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadros

Quadro 1 - Os 10 países que mais consumiram energia primária em quadrilhões de btu para 2014	24
Quadro 2 - Eficiência de conversão das tecnologias fotovoltaicas.....	42
Quadro 3 - Capacidade de Geração Energética do Brasil 2017.....	43
Quadro 4 - Consumo, importação e exportação de eletricidade no mundo em bilhões de kW-h em 2014	52
Quadro 5 - Unidade de geração de energia da empresa CPFL	57
Quadro 6 - Tarifa de classe de consumo residencial da RGE S/A.....	58
Quadro 7 - Tarifa de classe de consumo residencial de concessionárias de energia hidrelétrica.....	58
Quadro 8 - Preço médio por kW-h residencial tarifa Grupo B1 companhia CPFL para 2016	59
Quadro 9 - Valor Pago em energia elétrica pela prefeitura de Horizontina entre janeiro de 2013 e dezembro de 2016.....	101
Quadro 10 - Índice IGP-M de inflação	102
Quadro 11 - Médias simples de gastos com Energia Elétrica pela Prefeitura de Horizontina entre 2012 e 2016	103
Quadro 12 - Variação e participação do pagamento em relação a arrecadação em valores corrigidos pelo IGP-M entre 2012 e 2016 da Prefeitura de Horizontina.....	108
Quadro 13 - Despesas com saúde e educação em valores corrigidos pela IGP-M entre 2012 e 2016 da prefeitura de Horizontina	109
Quadro 14 - Participação percentual dos dispêndios frente a arrecadação entre 2012 e 2016 para a prefeitura de Horizontina	110
Quadro 15 – Participação percentual dos setores sobre as despesas da Prefeitura de Horizontina entre 2012 e 2016	112
Quadro 16 - Custo MW-h da geração fotovoltaica distribuída em relação a potência instalada em 2012.....	113

Quadro 17 - Retorno por diferença de preço.....	115
Quadro 18 - Demanda mínima de potência pico instalada em kWp.....	117
Quadro 19 - Especificação da mini usina fotovoltaica	119
Quadro 20 - Especificações do módulo solar CS6X-325P	120
Quadro 21 - Exclusões e observações.....	120
Quadro 22 - Proposta mini usina fotovoltaica Fockink	121
Quadro 23 - Produtividade do sistema fotovoltaico por distribuidora	125
Quadro 24 - Produção mensal por ano da mini usina fotovoltaica com depreciação de 0,896% ano	127
Quadro 25 - Faturamento anual da mini usina fotovoltaica em relação a geração..	128
Quadro 26 - Custos por componente do empreendimento	129
Quadro 27 – Exemplo sobre diferenciação no pagamento das faturas da Iluminação Pública anual.....	135
Quadro 28 – Custo dos funcionários da mini usina fotovoltaica Horizontina	136
Quadro 29 - Resumo do dispêndio com juros e amortizações acumulados por ano	138
Quadro 30 - Itens referentes ao parecer de acesso	142
Quadro 31 - Requisitos mínimos em função da potência instalada.....	144
Quadro 32 - Classificação para demonstração financeira	146
Quadro 33 - Lucro Antes dos Juros e dos Impostos (EBIT)	147
Quadro 34 - Lucro Líquido do Empreendimento	147
Quadro 35 - Fluxo dos Ativos da Empresa.....	148
Quadro 36 - Receita acumulada com geração de energia elétrica e dispêndios com Custo de Disponibilidade, IP-CIP, Despesas Administrativas, Diferença de Consumo, Juros e Amortização acumulados	150
Quadro 37 – Lucro Líquido Acumulado.....	151
Quadro 38 - Fluxo de Entrada do Valor Presente Líquido.....	153
Quadro 39 - Receita Líquida Para o Cálculo da TIR	155
Quadro 40 - Aluguel Poupado com Energia Elétrica	157
Quadro 41 - Payback de acordo com as distribuidoras de cada região	159

Figuras

Figura 1 - Diagrama simbólico dos processos de integração da radiação solar com a atmosfera terrestre	27
---	----

Figura 2 - Equipamento de medição da radiação solar: Kipp & Zonen CM21 (a) e Epleey NIP (b).....	28
Figura 3 - Média anual de radiação solar global no Brasil.....	29
Figura 4 - Radiação anual médio Rio Grande do Sul.....	31
Figura 5 - Instalação de um sistema solar fotovoltaico.....	35
Figura 6 - Inversor ABB Trifásico e Inversos ABB Central.....	36
Figura 7 - Sistema de energia fotovoltaico instalado em uma residência.....	36
Figura 8 - Participação do mercado das empresas fabricantes de painéis solares fotovoltaico.....	40
Figura 9 - Ilustração dos painéis solares fotovoltaicos, respectivamente, monocristalino, policristalino e de silício amorfo.....	41
Figura 10 - Usina solar fotovoltaica Creluz.....	41
Figura 11 - Capacidade de Geração Energética do Brasil 2017.....	43
Figura 12 - Área de concessão RGE.....	46
Figura 13 - Sistema Interligado Nacional.....	47
Figura 14 - Distribuição da capacidade mundial instalada de energia solar fotovoltaica por países.....	69
Figura 15 - Estrutura de Custo Energia Elétrica.....	79
Figura 16 - Explicação sobre o funcionamento do inversor.....	99
Figura 17 - Análise dos equipamentos da usina solar fotovoltaica Creluz.....	100
Figura 18 - Nível dos reservatórios do subsistema Sul.....	106
Figura 19 - Diagrama técnico Fockink.....	119
Figura 20 - Taxa de Juros BNDES (Finam apoio direto).....	122
Figura 21 - Taxa de Juros BNDES (Finam apoio indireto).....	123
Figura 22 - Fluxograma de vencimentos de solicitação e parecer de acesso.....	141

Gráficos

Gráfico 1 - Modalidades de geração distribuída até 23/05/017.....	33
Gráfico 2 - Eficiência do Módulo Solar Fotovoltaica sobre altas temperaturas.....	38
Gráfico 3 - Consumo comercial versus a geração fotovoltaica.....	39
Gráfico 4 - Potência instalada por fonte energética até 25/05/2017.....	45
Gráfico 5 - Classes de consumo dos consumidores até 23/05/2017.....	45
Gráfico 6 - Faixas de potência dos geradores até 23/05/2017.....	46
Gráfico 7 - Preço do barril petróleo entre 2012 e 2016.....	54

Gráfico 8 - Distribuição de adotantes de inovações	64
Gráfico 9 - Evolução da capacidade mundial instalada de energia solar fotovoltaica em 2013	68
Gráfico 10 - Produção de energia elétrica heliotérmica em Ivanpah entre os primeiros trimestres de 2014 e 2015.....	70
Gráfico 11 - Evolução da potência instalada (MW) até 25/05/2017.....	72
Gráfico 12 - Consumo e dispêndio com energia elétrica pela prefeitura de Horizontina entre 2012 e 2016	102
Gráfico 13 - Nível dos reservatórios na região Centro-Oeste entre 2001 e 2017....	107
Gráfico 14 - Simulação de Geração Mensal de Energia	126
Gráfico 15 - Retorno do VPL sobre o capital diluído	154
Gráfico 16 - Evolução Anual das Receitas, Fluxos e Diluição do Capital.....	156

Equações

Equação 1.	65
Equação 2	85
Equação 3.....	87
Equação 4.....	114
Equação 5.....	139
Equação 6.....	159
Equação 7.....	159

LISTA DE SIGLAS

- ABRADEE – Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CCEE- Câmara de Comércio de Energia Elétrica
- CGH – Central Geradora Hidrelétrica
- CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco
- CO2 – Dióxido de Carbono
- CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz
- DIT – Demais Instalações de Transmissão
- ECO-92 - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
- EIA – Energy Information Administrator
- EOL – Central Geradora Eólica
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- FMI – Fundo Monetário Internacional
- IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
- IPG – Índice de Progresso Genuíno
- IRI – Índice de Riqueza inclusiva
- OCDE – Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico
- ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico
- PER – Pressão-Efeito-Resultado
- PNU – Programa das Nações Unidas
- PNUMA – Programa das Nações Unidas par o Meio Ambiente
- PCH – Pequena Central Hidrelétricas
- RGE – Rio Grande Energia S/A

RIO-20 – Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável

SIN – Sistema Interligado Nacional

SWERA – Solar and Wind Energy Resource Assessment

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

UFV – Central Geradora Solar Fotovoltaica

UHE – Usina Hidrelétrica

UTE – Usinas Termelétricas

UTN – Usinas Termonucleares

VPL – Valor Presente Líquido

ZCIT - Zona de convergência Intertropical

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1. RECURSOS NATURAIS	21
2.1.1. Bens comuns	22
2.2. A DEPENDÊNCIA DAS FONTES DE RECURSOS ESGOTÁVEIS	23
2.3. ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	25
2.3.1. Energia solar fotovoltaica.....	26
2.3.1.1. Geração de Energia Solar Fotovoltaica	32
2.3.1.2. Tipos de tecnologia.....	39
2.4. MATRIZ ENERGÉTICA.....	42
2.4.1. O mercado de energia	49
2.4.2. Comércio de energia elétrica e o preço dos commodities.....	51
2.4.3. Preços da energia elétrica ao consumidor final	57
2.5. TECNOLOGIA E INVESTIMENTO EM NOVAS BASES ENERGÉTICAS	60
2.6. ORÇAMENTO PÚBLICO, LEI DAS DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS, E A FONTE DOS RECURSOS PARA O INVESTIMENTO PÚBLICO	72
2.8. RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE	80
2.8.1. Falhas de mercado e precificação dos recursos naturais	82
2.9. TERMOS ECONÔMICOS	84
2.9.1. Valor presente líquido (VPL), taxa mínima de atratividade e payback descontado	84
2.9.2. Taxa interna de retorno (TIR).....	86
2.9.3. Custo de oportunidade.....	87
2.9.4. Custo total, fixo, variável, médio e marginal.....	87
2.9.5. Produto total, médio e marginal	88
2.9.6. Efeito renda e efeito substituição	89
3. METODOLOGIA.....	90
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	96

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE HORIZONTINA.....	96
4.2. VISITA TÉCNICA	98
4.3. LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM HORIZONTINA NO PERÍODO DE 2012 A 2016.....	101
4.4. COMPARAÇÃO ENTRE A OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA ATUAL COM O SISTEMA DE ENERGIA ALTERNATIVO PROPOSTO	112
4.5. PROSPECÇÃO DA PRODUÇÃO DA MINI USINA SOLAR FOTOVOLTAICA 116	
4.5.1. Proposta de Instalação de uma Mini Usina Fotovoltaica.....	117
4.5.2. Financiamento	121
4.5.3. Produção em kW-h da Mini Usina Fotovoltaica	124
4.5.3.1. Produtividade em kW-h da Geração de Energia Fotovoltaica.....	124
4.5.4. Receita da Produção da Mini Usina Fotovoltaica.....	127
4.5.5. Custos da Instalação e da Produção da Mini Usina Solar Fotovoltaica .	128
4.5.5.1. Custos de instalação.....	128
4.5.5.2. Custos da Produção	130
4.5.5.2.1. Custos Operacionais	130
4.5.5.2.2. Custo de Disponibilidade	130
4.5.5.2.3. Custo da Iluminação Pública	133
4.5.5.2.5. Custos do Terreno	137
4.5.5.2.6. Juros e Amortizações	137
4.5.6. Procedimentos para acesso de mini geração distribuída do sistema de compensação de energia elétrica	139
4.5.6.1. Implantação da conexão	140
4.5.6.1.1. Procedimentos de Acesso	140
4.5.6.1.2. Critérios técnicos e operacionais	142
4.5.6.1.3. Requisitos para operação, manutenção e segurança da conexão	143
4.5.6.1.4. Acesso a mini geração distribuída	144
4.5.8. Demonstrativo Financeiro e Fluxo de Caixa	146
4.6. CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DA MINI USINA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MUNICÍPIO DE HORIZONTINA	148
4.6.1. Demonstrativo Financeiro	149
4.6.2. Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).....	152
4.6.3. Payback	158
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	161
REFERÊNCIAS.....	168

1. INTRODUÇÃO

As iniciativas de implantação de projetos de energia fotovoltaica ainda são ínfimas nas instituições públicas brasileiras, se comparados a outros países no mundo. A implantação de usinas solares já ocorreu em algumas localidades no Brasil, em sua maioria, em residências, em empresas, e também instalando usinas fotovoltaicas com fins comerciais, sendo a micro usina solar fotovoltaica o sistema mais frequente.

Investimentos em projetos públicos de auto geração como aconteceu na cidade de Chapadão do Sul, no Mato Grosso do Sul, com aplicação de dinheiro público em um empreendimento, que no caso desta cidade contempla 7 módulos instalados em um posto de saúde deste município, o qual consome em média 750 kW-h mês, garantindo uma economia de 23% na conta de energia elétrica, gerando 175 kW-h mês das placas fotovoltaicas, também estão em evolução. Sendo assim, enfatiza Mayamone (2016), com o sucesso do empreendimento na cidade de Chapadão do Sul, se espera que mais sistemas de geração de energia elétrica alternativa sejam instalados na cidade, tendo como influência o caso deste município.

A capacidade instalada de oferta energética do Brasil, mesmo avançando de forma tímida para a instalação de usinas de energias renováveis, ainda tem uma perspectiva de melhora. A construção de usinas de energias renováveis é impelida, principalmente, pela abertura de novos leilões para usinas solares e pelos investimentos privados de geração distribuída, sendo estes, reflexos da falta de recursos públicos para a manutenção das usinas termelétricas e hidrelétricas federais já instaladas, resultando na elevação das tarifas da energia elétrica, e considerando que o aumento dos preços não se dá simplesmente pelos reajustes da Aneel, e sim pela elevação da carga tributária auferida pelo governo federal - aumento da taxa de ICMSm e as tarifas instituídas pelos sistemas de bandeiras (custo adicional cobrado devido a incapacidade da matriz energética atual para suprir a demanda) – sobre o consumo de energia elétrica, acarretando em aumento do preço total das faturas de energia elétrica, apesar do sistema energético estar defasado.

Desta forma, a geração distribuída de energia elétrica vem como uma alternativa para os indivíduos ou empresas que optam por um sistema tecnológico

de geração energética moderno – sistema descentralizado ou centralizado de operação do sistema elétrico *on gride* - e ao mesmo tempo querem estimular a inovação e reduzir seus custos fixos a longo prazo. Estes pequenos sistemas independentes estão crescendo em vários países do mundo, alternando o paradigma de operação tradicional para que aumente a qualidade do fornecimento de energia, o qual deve ser imbuído em primeiro grau pela viabilidade econômica e financeira, e em segundo plano pelas questões ambientais (ABRADEE, 2017).

Sendo assim, a instalação de usinas solares no Brasil está em pleno processo de evolução na última década, contabilizando em torno de 21 empreendimentos em construção, e 90 empreendimentos com construção não iniciada. Somados, estes resultam em 2.980.397 quilowatts de potência instalada futura, ou quase 3 gigawatts a serem introduzidos na matriz energética brasileira (ANEEL, 2017). Existe a perspectiva de que até 2024 a capacidade instalada de geração de energia solar chegue a 8.300 megawatts, equivalente a 1% do total da matriz energética brasileira (PORTAL BRASIL, 2016).

Cooperativas, como a Creluz de Boa Vista das Missões, localizado no Corede Rio da Várzea, no Norte do Estado do Rio Grande do Sul, em 2016, inaugurou sua usina solar, com capacidade instalada de 257 kW, sendo que esta tem capacidade de abastecer 300 famílias – mesmo que atualmente a produção seja para suprir a demanda da própria Creluz (STACKE, 2016).

A inovação perante a articulação de novas bases energéticas, assim como os investimentos neste setor é de importância primordial para o desenvolvimento econômico e social. Furtado (1982) destaca que após a crise do petróleo, foi preterido a opção pelo endividamento externo ao redirecionamento de investimentos, que poderia reduzir a vulnerabilidade externa da economia. Pelo fato do Brasil não possuir uma base energética sólida, e devido ao endividamento via encargos sobre as divisas, foi agravado o processo do desequilíbrio estrutural da década de 1980, o que fez surgir uma preocupação sobre a substituição de importações no setor energético.

Uma definição importantíssima sobre a inovação transcende à Schumpeter (1961), que na ocasião define o conceito de destruição criativa, este, baseada no processo de mutação industrial, onde o antigo é destruído para a criação do novo, e esta ação revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro

para fora, oportunizando a abertura de novos mercados, sejam eles estrangeiros ou domésticos, organizando a produção, a fim de melhorar os processos.

Neste mesmo aspecto, Schumpeter *apud* Chavaglia Neto e Filipe (2011), afirmam que, sobretudo, a inovação pode acontecer de várias maneiras, não necessariamente estando conectada à aplicação de uma nova tecnologia, podendo englobar desde uma nova rotina aplicada à linha de produção, a descoberta de uma nova matéria prima, a descoberta de um novo nicho de mercado, ou uma organização diferenciada do mercado.

A partir de uma iniciativa do governo municipal, foi estimulado pelo município de Horizontina a adoção de tecnologias que substituam a oferta energética tradicional para aquela que agregue valor aos recursos públicos, incitando outros setores da economia local, os quais são atingidos pela ação vertical que o investimento proporcionará nas áreas financeiras e de desenvolvimento humano.

O estudo sobre o comportamento da sociedade e dos órgãos públicos em relação à introdução de energias limpas foi tratado bilateralmente, pois os movimentos do segundo procederão ações do primeiro - à equidade entre o público e o privado.

Com a recessão aguda difundida do ano de 2016, os recursos financeiros das prefeituras para gastos públicos com: saúde, educação, segurança, transporte público, urbanização, administração pública, saneamento básico, gestão ambiental, estão mais reduzidos, devido a diminuição da arrecadação. Por este motivo, providencias foram tomadas para tornar o uso do capital e do dinheiro mais eficiente, por exemplo, remanejando os recursos para o pagamento dos vencimentos dos funcionários públicos. Assim, dispêndios que poderiam ser reestruturados eficazmente passam despercebidos pelos administradores públicos, geralmente devido à falta de planejamento econômico.

A dependência das chuvas para alimentar as geradoras de energia Hidrelétrica tem sido um problema na oferta de energia elétrica na última década. Deste modo, a opção por energias de fontes alternativas tem sido a melhor opção no pujante ao custo de oportunidade entre a ativação das usinas termelétrica e do investimento em usinas solares e também frente a energia eólica. Para evitar o teor trôpego da geração de energia no Brasil, a *autogeração* distribuída vem como um instrumento para recuperar o descalabro energético e estabilizar os preços da energia elétrica no país.

Neste sentido, o problema de pesquisa evidenciado neste estudo é: Quais os efeitos econômicos que a instalação de uma mini usina fotovoltaica poderia auferir nas contas públicas da Prefeitura de Horizontina?

Com ênfase na priorização da viabilidade econômica, utilizando como premissas: i) a tecnologia, ii) o desenvolvimento da economia local, iii) a qualidade dos gastos públicos, e iv) a saúde pública dos cidadãos, o comportamento dos governantes municipais, no tocante ao investimento em energia solar através da gestão energética do município, terão como prioridade a integração daqueles quatro parâmetros.

Perante esta abordagem, e analisando todos os gastos consolidados com energia elétrica da Prefeitura de Horizontina entre os períodos de janeiro de 2012 a dezembro de 2016, informações estas que estão disponíveis no site da transparência do município e no departamento de controle interno (controladoria), foi possível prospectar se a iniciativa de investir em energias alternativas foi relevante no aspecto econômico do município.

Neste contexto, o objetivo geral deste estudo, corolário ao desenvolvimento das finanças públicas, visou mensurar a viabilidade econômica da aplicação de um sistema de captação de energia solar fotovoltaico no município de Horizontina, e sendo estes objetivos fundamentais para tornar o estudo criterioso em relação aos meios como a pesquisa foi realizada, de modo que seja possível estabelecer metas a serem perseguidas, seguem os objetivos específicos do estudo:

- a) Realizar o levantamento do consumo de energia elétrica do período de 2012 a 2016 no município de Horizontina;
- b) Comparar economicamente a oferta de energia elétrica atual com o sistema de energia alternativo proposto;
- c) Prospectar a produção da usina solar fotovoltaica;
- d) Verificar a viabilidade econômica para a implantação da mini usina solar fotovoltaica no município de Horizontina.

Este relatório está dividido em capítulos, onde no primeiro capítulo foi introduzido o assunto do trabalho, destacando os estudos anteriores, a justificativa, o tema, o problema, o objetivo geral e os objetivos específicos, para assim apresentar o conteúdo de modo a identificar os principais pontos puzantes do presente trabalho.

No capítulo 2 foram destacadas as referências usadas para desenvolver o projeto da instalação de uma mini usina fotovoltaica, elucidando a eficiência da

aplicação da nova tecnologia de geração elétrica perante a constatação da viabilidade financeira e econômica do empreendimento; considerando o processo orçamentário e a necessidade de encaminhamento de licitações para aprovar projetos públicos.

No capítulo 3 foi definido como foram alcançados os objetivos elucidando os métodos de pesquisa e sua relação com os objetivos propostos, mensurando as técnicas de pesquisa com os aspectos econômicos, energéticos e ambientais.

O capítulo 4 faz referência a implantação da mini usina solar fotovoltaica e seus trâmites estruturais, institucionais, legais e operacionais, apresentando os resultados da aplicação do empreendimento, assim como gráficos e dados sobre a prospecção dos rendimentos financeiros, a produtividade da mini usina, e da economia comparada entre a nova e a atual oferta energética.

Por fim, apresenta-se a conclusão do presente trabalho, de modo a definir se a instalação do empreendimento é possível diante das considerações do capítulo 4, definindo se o arquétipo entre a composição teórica corrobora com a aplicação real, e como o setor público se comportou diante do parecer técnico e econômico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo foram abordados os tópicos relevantes para as bases do desenvolvimento do presente trabalho. Também foram levantadas questões referentes as bases energéticas, as inovações, os investimentos e a aplicação das tecnologias renováveis de âmbito solar, mais especificamente, as tecnologias de geração de energia solar fotovoltaica. Deste modo, ao coletar as informações que foram usadas no desenvolvimento dos cálculos de viabilidade, e na explanação econômica da implantação da mini usina solar fotovoltaica no município de Horizontina, também faz-se necessário apresentar a relação das energias renováveis no mercado de energia, na formação dos preços e nas políticas ambientais adotadas, as quais tem intensa relação com as regulamentações e normatizações do setor energético.

2.1. RECURSOS NATURAIS

É a matéria prima advinda da natureza. Sobre o arcabouço dos recursos naturais, está instaurado neste, tudo aquilo que provém da natureza e que seja de utilidade para o ser humano, desde a alimentação até a geração de energia.

Maximizando a análise, pode-se afirmar que, se a água é vital para o ser humano, e o corpo do ser humano precisa disso para estar hidratado e assim ter condições para trabalhar, logo, se a água está poluída, o ser humano não terá como trabalhar porque não terá qualidade para hidratar seu corpo. Assim sendo, pode-se concluir que o capital humano¹ depende do capital natural² (ENRIQUEZ, 2010).

De acordo com Enríquez (2010), referente a classificação dos recursos naturais, este define:

Os recursos físicos são resultantes de ciclos naturais do planeta Terra que duram milhões de anos. A capacidade de recomposição de um recurso no horizonte do tempo humano tem sido o principal

¹ Designa o valor de mercado de uma pessoa em termos de remuneração sobre o conhecimento, sendo que a avaliação da capacidade de produção gera uma importância desta pessoa para a empresa. Dentro de uma fábrica o capital humano é representado por todos funcionários que produzam riqueza para a empresa, ou seja, que participam da transformação das matérias primas utilizando do seu conhecimento dentro do processo produtivo, seja no planejamento, na linha de montagem ou no setor de expedição (ENRIQUEZ, 2010).

² Recursos naturais que poderão ser mensurados quando estes são utilizados para fabricação de produtos intermediários ou finais, ou até mesmo os recursos naturais que já são bens finais, como as toras de eucalipto utilizadas do setor de construção. Custo ambiental da matéria prima contabilizado na produção, sendo um recurso na maioria das vezes de extração, como o carvão e o petróleo, que passa por um processo de transformação até se tornar produto final (ENRIQUEZ, 2010).

critério para classificação dos recursos naturais que podem ser renováveis, ou reprodutíveis, e não renováveis, também conhecido como exauríveis, esgotáveis ou não reprodutíveis (ENRIQUEZ, 2010, p.50).

Ao extrair recursos não renováveis e, tangente a uma baixa entropia, juntamente ao avanço tecnológico, foi possível progredir e crescer. Por outro lado, o fenômeno do aquecimento global se revelou um problema muito mais abrangente do que imaginado naquela época, como afirmam Cechin e Veiga (2010).

Dispendeu-se o tempo na elaboração de projetos que diminuíssem os custos de produção, importando-se apenas com os instrumentos do sistema que favoreciam a concentração industrial, financeira e econômica, excluindo qualquer preocupação com o uso abusivo dos recursos naturais, onde a apropriação energética torna-se a base da expansão capitalista (D'AVIGNON, 2010).

2.1.1. **Bens comuns**

Os bens comuns fazem referência a todos os recursos naturais, tanto os renováveis, quanto os não renováveis, sendo extraídos das reservas naturais, as quais fornecem as matérias primas necessárias para que seja possível fazer e construir coisas, como casas, prédios, carros, aviões, eletrodomésticos, bebidas, comidas, proporcionando as condições de vida para o homem. Podemos considerar a água, o sol, o vento, o mar, as árvores, o carvão, o petróleo, gás natural, o ferro, o xisto, o cobre, o alumínio, o manganês, e até mesmo os animais, como recursos naturais.

Mas nem todos eles são permanentes, pois alguns deles são escassos, ou seja, correm o risco de se exaurir, como o caso do petróleo e o carvão mineral, itens raros que demoraram milhões de anos para serem constituídos dentro do processo natural de aquecimento e compressão da terra. Chavaglia Neto e Filipe (2011, p.42) abordam que estes recursos não-renováveis são caracterizados pelo seu consumo em definitivo, não se regenerando no futuro.

Assim, Young (2010) avalia as categorias de recursos naturais como Recursos Exauríveis e Recursos de Fluxo, onde o primeiro está relacionado à atividade humana, aos recursos minerais e aos recursos florestais, podendo perder riqueza caso exista uma variação muito negativa de seus estoques, ainda mais quando considerada a sua escassez. Já o segundo, são os recursos que podem ter

suas condições originais restauradas pela ação da natureza ou humana, mas que podem ter sua qualidade e capacidade afetada devido a sua extensiva degradação.

2.2. A DEPENDÊNCIA DAS FONTES DE RECURSOS ESGOTÁVEIS

Aprofundando a análise sobre a dependência do petróleo, do carvão e do gás natural, referente as reservas provadas³, a produção e ao consumo⁴ destes minerais, bem como a avaliação da equidade frente a variabilidade dos recursos minerais, seja em relação ao enriquecimento de alguma região na qual estes recursos são explorados, ou a maneira como outros países estimulam a utilização de recursos naturais substituíveis aos recursos minerais, devido insuficiência e a escassez destes minerais nestes países – e devido ao alto custo de se importar determinados minerais -, corroboram para o crescimento da pesquisa e desenvolvimento da energia solar Fotovoltaica.

Por isso, Chavaglia Neto e Filipe (2011) destacam que “A exploração de energia solar, sendo uma energia limpa e substituindo-se outras formas de energia, poluidoras, contribui para a preservação de outros recursos comuns, como o ar, a água, etc” (CHAVAGLIA NETO E FILIPE, 2011, p. 31).

Muito está sendo feito para auferir valor ao uso de inovações tecnológicas ambientais, e assim, aumentar o bem-estar da sociedade e, criar as condições necessárias para combater a degradação ambiental, a alta entropia dos materiais energéticos e o comprometimento da resiliência do ecossistema, bem como a renovação dos valores econômicos referente ao meio ambiente.

Como afirmam Chavaglia Neto e Filipe (2011):

Durante anos de exploração das fontes energéticas existentes no mundo pelos países desenvolvidos gerou-se uma situação de dependência energética relativamente aos recursos fósseis que se mantém até hoje. Contudo, além dos países desenvolvidos, tem vindo a crescer significativamente a utilização das mesmas fontes em economias em desenvolvimento como é o caso dos países BRICS (CHAVAGLIA NETO E FILIPE, 2011, p.43).

³ As reservas provadas são aquelas quantidades de petróleo que, através da análise de dados geológicos e de engenharia, pode ser estimada com um grau elevado de confiança a ser comercialmente recuperáveis a partir de uma determinada data, a partir de reservatórios conhecidos e sob as condições econômicas atuais.

⁴ A discrepância entre a quantidade de petróleo produzido e / ou importados ea quantidade consumida e / ou exportada devido à omissão de mudanças de valores, ganhos de refinaria, e outros fatores complicadores.

Através das informações mostradas em seguida, referente as reservas de petróleo, gás natural e carvão, bem como os dados apresentados referente ao comércio (importação e exportação) entre os países, e o consumo e a produção destas commodities, elucidará a dependência dos países pelos recursos esgotáveis em relação a disponibilidade destes recursos (EIA, 2016).

Obviamente não é todo carvão, petróleo e gás natural que será utilizado para a geração de energia elétrica, mas há correlação entre as variáveis produção de energia primária e consumo de energia elétrica de um país. Sobre o ponto de vista das reservas totais e da produção total de carvão, petróleo e gás, se a produção atual for mantida constante, ao mesmo tempo em que não forem descobertas novas fontes de petróleo, gás e carvão, - desconsiderando o efeito entre oferta e demanda - as reservas de petróleo terão duração de 47 anos, as reservas de gás natural 53 anos, e de carvão 137 anos (EIA, 2016).

Referente a energia primária, esta é nata à utilização de todas as energias brutas antes de serem convertidas em outros produtos, incluindo a energia do sol, dos ventos e da água (EIA, 2014).

Quadro 1 - Os 10 países que mais consumiram energia primária em quadrilhões de btu para 2014

Ranking	País	Quantidade	Percentual do Total Mundial
1	China	122,907	23
2	United States	98,042	18
3	Russia	30,882	6
4	India	24,9	5
5	Japan	19,067	4
6	Canada	14,566	3
7	Germany	12,872	2
8	Brazil	12,835	2
9	Korea, South	11,225	2
10	Iran	10,587	2

Fonte: Adaptado de U.S. Energy Information, 2014

Apenas a Arábia Saudita, que é um grande consumidor de petróleo e gás natural, não se destaca entre os 10 primeiros da lista, sendo o décimo primeiro país a consumir mais energia primária no mundo. Assim sendo, os dez países do quadro 1 têm 67% da participação mundial do consumo de energia primária. Somando,

ainda, Arábia Saudita, França, Reino Unido México, Indonésia, Itália, África do Sul, Austrália, Espanha e Turquia, esse percentual chega a 79% (EIA, 2014).

Considerações como o consumo de energia primária per capita, e também, referente a utilização de tais fontes de energia, por exemplo, para a indústria de fabricação de aço, ou para geração de energia elétrica e combustível, deverão ser objetivadas a fim de esclarecer a relação com a geração de energia solar fotovoltaica ou de qualquer outra fonte renovável, relacionando a dependência das fontes de recursos esgotáveis dos países com a necessidade da utilização daquelas fontes renováveis. Neste arcabouço, atualmente já é possível considerar que o sol pode ser fonte de combustível através da utilização de um processo de fotossíntese artificial, como comentado por Patrocínio (2016), o qual ainda passa por processo de desenvolvimento – principalmente de um composto que funcionará como catalizador para as reações artificiais -, e os quais somente serão utilizados após a garantia de eficiência e estabilidade do processo, o que somente ocorrerá em um prazo de 10 anos, assim:

“[...] espera-se desenvolver uma célula fotoeletroquímica capaz de absorver a luz solar e armazenar a energia luminosa na forma de ligações químicas, ou seja, combustíveis, que podem ser facilmente armazenados e utilizados em diversas aplicações” (PATROCINIO, 2016, s/p).

Outros fatores como o preço e as relações políticas entre os países, bem como a relação destes com as organizações que mediam o comércio internacional, também poderão influenciar na decisão da adoção de tecnologias mais limpas.

2.3. ENERGIAS RENOVÁVEIS

As fontes das energias renováveis, como a água, o sol, o vento e a biomassa produzem impactos ambientais significativamente menores do que a energia gerada por termoelétricas que utilizam, por exemplo, petróleo e carvão. Devido a capacidade de regeneração, os recursos renováveis, juntamente com o desenvolvimento de novas tecnologias, poderão, em alguns anos, compor uma parcela muito maior da capacidade instalada da matriz energética dos países (PINTO JUNIOR *et al.*, 2007).

2.3.1. Energia solar fotovoltaica

Para entender como a energia solar funciona deve-se antecipadamente compreender como a eletricidade chega até nossas casas. A fim de examinar este viés, definiu-se, através da indústria de energia elétrica, aspectos regulatórios que mantêm o funcionamento do sistema. Portanto, a ABRADDEE conceitua que:

A indústria de energia elétrica é constituída por agentes independentes que, ou produzem, ou transportam, ou comercializam a energia elétrica. Os fluxos financeiros no sistema são diferentes dos fluxos energéticos físicos, isso pelo fato de que não se pode receber a energia diretamente de um único gerador, mas sim de todos os geradores ao mesmo tempo (ABRADEE, 2017).

As incidências dos raios solares que cobrem a superfície terrestre são capazes de fornecer calor suficiente para agitar os átomos das placas solares fotovoltaicas e gerar energia através da movimentação deste. Em Horizontina, a incidência de calor pode ser comparada as regiões mais quentes do país, como da cidade de Ribeira do Piauí, onde será construída a maior usina solar do Brasil, a Nova Olinda, que teve suas obras iniciadas em 5 de julho de 2016, empreendimento multinacional da italiana Enel, com capacidade instalada de 292MW (CIDADE VERDE, 2016)

De acordo com Swera (2017), através da leitura do satélite GHI INPE, que monitora o contingente de calor emitido pelo sol do globo terrestre, Horizontina tem uma média anual de radiação solar de 5,105 kWh/m²/dia, apenas 9,85% a menos que Ribeira do Piauí, que tem 5,663 kWh/m² pontos de radiação solar. Ou seja, Horizontina tem grande potencial para a instalação de um empreendimento no que tange a construção de uma mini usina de geração de energia solar na ótica da eficiência da própria natureza. Neste viés, para captar os raios solares que vem do sol, é necessário que as placas fotovoltaicas sejam instaladas em uma área que seja altamente aberta, e que não tenha seu desempenho prejudicado por sombras em demasia, ficando acessível ao sol o máximo de horas possíveis (NREL, 2017).

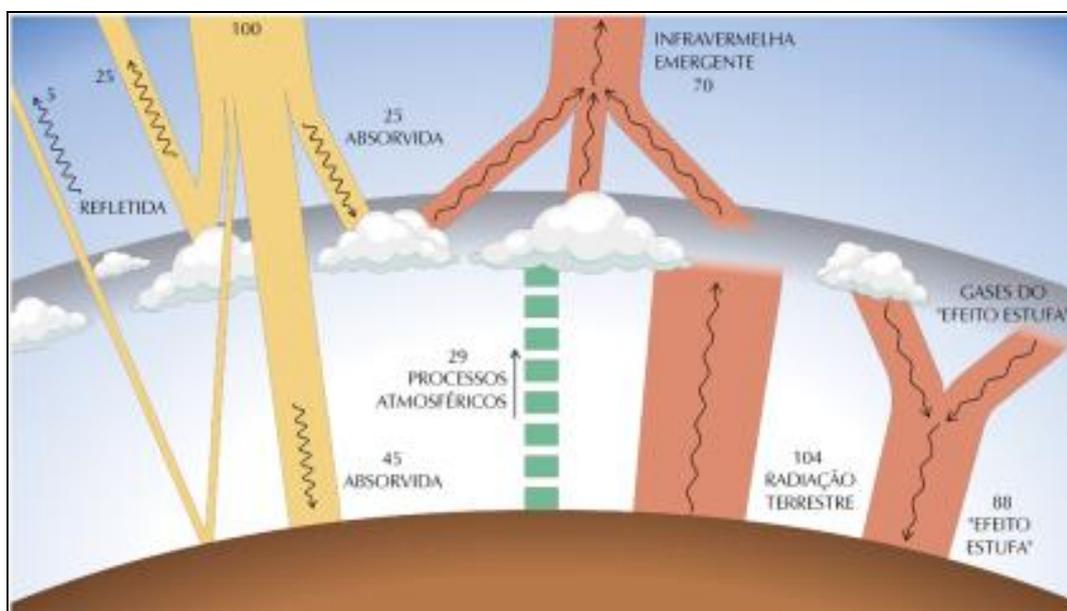
Para simular a quantidade de energia que um módulo fotovoltaico é capaz de produzir, bem como a eficiência do painel fotovoltaico, deverá se considerar a média sazonal de solarização para a região Noroeste do Estado do rio Grande do Sul, especificando ao máximo a radiação solar para o município de Horizontina (PEREIRA et al., 2006).

Para tanto, com base dos mapas solarimétricos desenvolvidos pelo Atlas Brasileiro de Energia Solar, o qual obteve uma estimativa de fluxo de radiação solar através do modelo BRASIL-SR⁵, utilizou-se, para o tratamento climatológico, variáveis como: a temperatura do ar, o albedo da superfície, a umidade relativa, a visibilidade atmosférica, a cobertura efetiva das nuvens e elevação da superfície (PEREIRA et al., 2006).

Através da figura 1 a seguir é observado que 30% da radiação incidente na terra é refletida pelas nuvens, gases e partículas atmosféricas, e o restante é absorvido, como afirma PEREIRA et al. (2006):

Os 70% restantes são absorvidos produzindo aquecimento do sistema e causando evaporação de água (calor latente) ou convecção (calor sensível). A energia absorvida pelo sistema Terra-Atmosfera é reemitida na faixa do infravermelho do espectro de radiação eletromagnética [...] sendo que 6% é proveniente da superfície e 64% tem origem em nuvens e constituintes atmosféricos (PEREIRA ET AL., p.14, 2006).

Figura 1 - Diagrama simbólico dos processos de integração da radiação solar com a atmosfera terrestre



Fonte: PEREIRA et al., 2006.

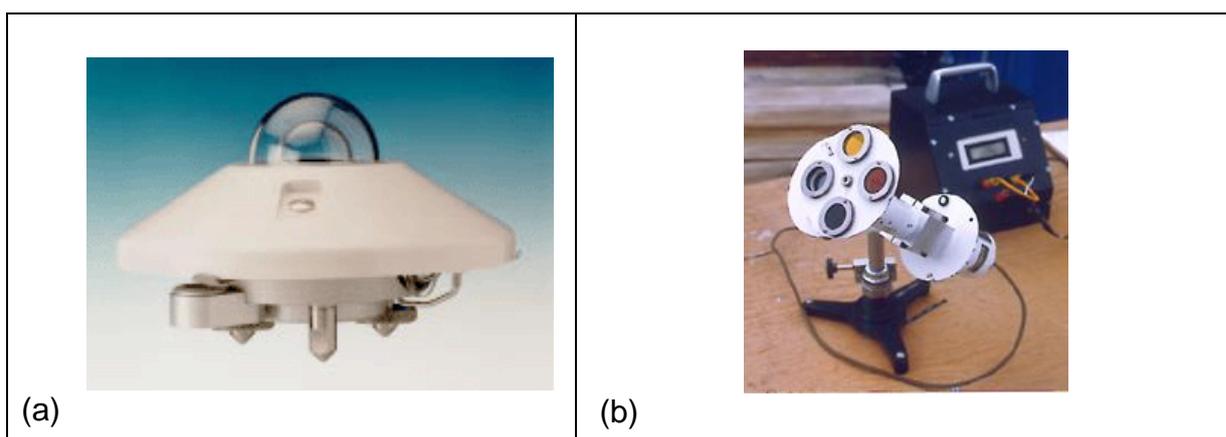
Considerando a cobertura das nuvens como principal fator de modulação da transmitância atmosférica, e utilizando de variáveis atmosféricas para estimar as

⁵ Baseado no modelo IGMK desenvolvido pelos pesquisadores do GKSS Forschungszentrum e descrito por Stuhlman et al (PEREIRA ET AL., 2006).

demais propriedades óticas desta, a determinação do fluxo de radiação incidente na superfície é o resultado das condições de céu claro e céu totalmente encoberto, gerando um coeficiente de cobertura efetiva das nuvens. Para realizar as medições foi utilizado, pelos idealizadores do Atlas Brasileiros de Energia Solar, sensores em vários pontos do Brasil⁶, para que assim, então, fosse possível detectar os dados de radiação solar (PEREIRA et al., 2006).

Os equipamentos utilizados pelo Sistema de Organização de Dados Ambientais ⁷(SONDA), para obtenção dos dados de irradiação solar, são o Klipp&Zonen CM21, que capta a irradiação solar global, e o Epleey NIP, que capta a irradiação solar direta, estão destacados na Figura 2 (PEREIRA et al., 2006).

Figura 2 - Equipamento de medição da radiação solar: Kipp & Zonen CM21 (a) e Epleey NIP (b)



Fonte: US Davis Remote, 2017

Fonte: U.S. Department of Commerce, 2017

O Kipp & Zonen CM21 é um piranômetro espectral de precisão utilizado para mediar a radiação do sol e do céu. Já o Epleey NIP, é um pireliômetro de Incidência Normal para medir a radiação solar em incidência normal (U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 2017).

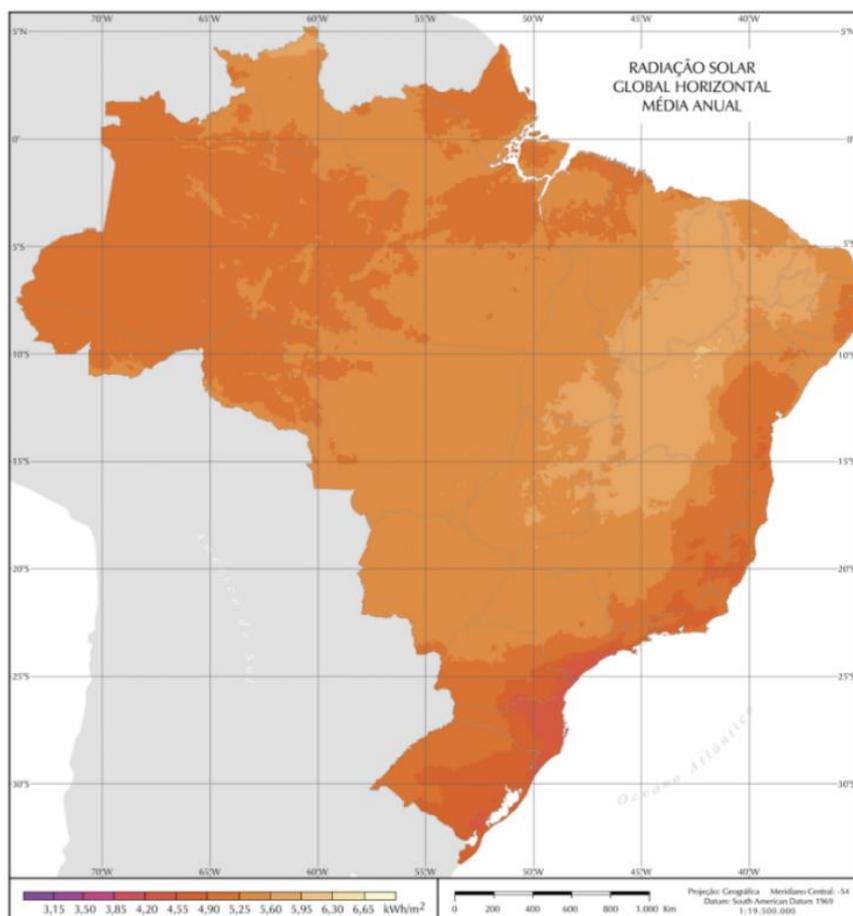
Considerando a radiação captada pelo piranômetro, e usando como referência a irradiação global incidente no território, o qual tem maior relevância para

⁶ No Rio Grande do Sul, uma plataforma com sensores de radiação está instalada em São Martinho da Serra.

⁷ Os quais são gerenciados pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

o estudo de geração de energia solar, será observado no mapa em seguida as informações referentes a quantidade de kW-h por m² (PEREIRA et al., 2006).

Figura 3 - Média anual de radiação solar global no Brasil



Fonte: PEREIRA et al., 2006

A figura 3 é o mapa do território brasileiro mostrando a média de irradiação solar global incidente no Brasil. Os valores de irradiação variam entre 4,25 kW-h/m² e 6,5 kwh/m², sendo que a menor irradiação foi constatada no estado de Santa Catarina e o maior no norte do estado da Bahia, próximo à fronteira do estado do Piauí. Em Horizontina a irradiação fica entre 4,9 e 5,25 kW-h/m² (PEREIRA, 2006).

Lembrando que a incidência de irradiação varia de acordo com a sazonalidade ou condições climáticas para cada parte do Brasil. Por exemplo, mesmo a região norte estando localizada próximo a linha do equador, a irradiação no Norte é menor no verão devido a cobertura das nuvens e também devido a região estar localizada na ZCIT (Zona de Convergência Intertropical). Já no inverno a região Norte tem radiação maior que no Sul. Para a região sul, devido ao clima

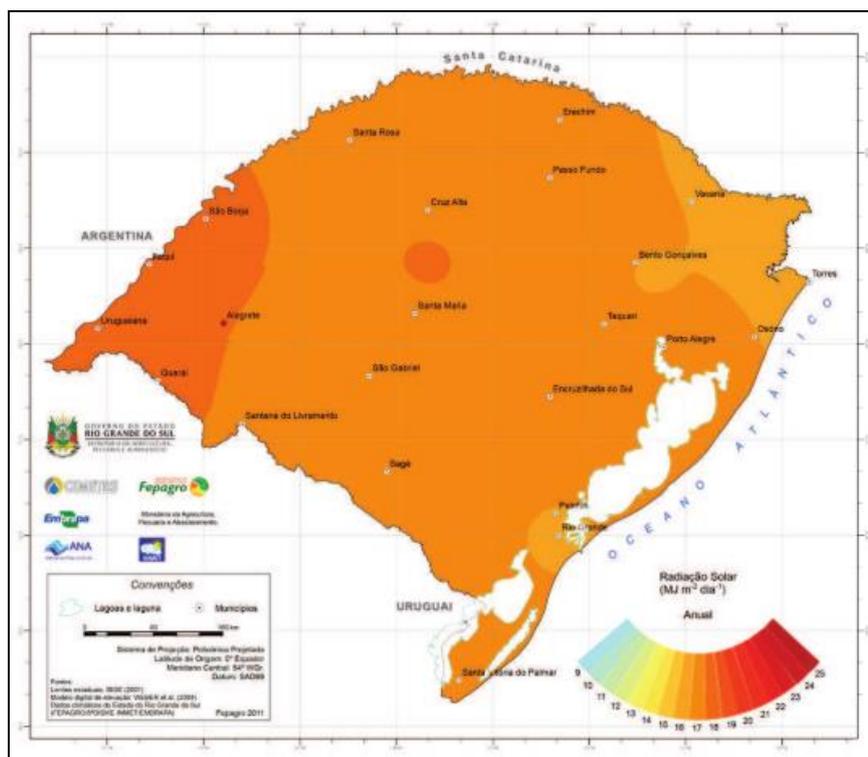
temperado e a influência de sistemas frontais associado ao Anticiclone Polar Antártico, faz com que nos meses de inverno a região seja menos radiada (PEREIRA et al, 2006).

Deste modo, ao observar a região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, onde se situa o município de Horizontina, pode-se averiguar que há uma radiação anual média entre 4,9kW-h a 5,25kW-h por m². Mas, ao considerar que em cada estação do ano existe uma relação climática diferente devido a ação natural, há a variação da radiação do sol, ocorrendo o mesmo com a capacidade de geração de energia das placas, ou seja, se em determinado período a radiação solar é menor, também se reduz a produção de energia solar (PEREIRA et al., 2006).

Na figura 4, em seguida, está apresentada a radiação solar média anual, para o estado do Rio Grande do Sul, medido em MJ⁸ m⁻² dia⁻¹. Sendo assim, para a região noroeste do estado, foi registrado um valor médio entre 18 e 19 MJ m⁻² dia⁻¹. Quando considerado as estações do ano, estes valores são superiores no verão e na primavera, apontando para a região noroeste entre 22 e 23 MJ m⁻² dia⁻¹ e, entre 20 e 21 MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente. Para o inverno e outono estes índices registraram, respectivamente, 10 e 11 MJ m⁻² dia⁻¹ e, 14 e 15 MJ m⁻² dia⁻¹ para a região noroeste (FEPAGRO, 2011).

⁸ No Sistema Internacional de Unidades (SI), as unidades mais comuns para expressar a radiação solar são W m⁻² e MJ m⁻² d⁻¹ (DANTAS et. al, s/a, pg.1)

Figura 4 - Radiação anual médio Rio Grande do Sul



Fonte: FEPAGRO, 2011

Alusivo as estações do ano e de suas respectivas temperaturas e irradiações captadas, de acordo com Seraphim et al (2004, p.7), para a cidade de Botucatu/SP⁹, “Existem ganhos de energia gerada e eficiência de conversão na mudança de inclinação dos módulos, dependendo da época do ano”. Esta afirmação foi provada através de um estudo de campo, e de coleta de dados, realizados no período entre dezembro de 2002 a dezembro de 2003, onde foram feitos testes com módulos monocristalinos e policristalinos, sendo que um conjunto de placas teve sua inclinação fixa, e outro conjunto variando sua posição de inclinação de acordo com as estações do ano (verão, outono, inverno e verão). Através destas observações foi possível concluir que o conjunto que teve suas angulações ajustadas de acordo com o sol recebeu incidência de radiação solar global de 30% a mais que o conjunto fixo (SERAPHIM et al., 2004).

Brito e Silva (2006) comentam que, entre 2006 e 2007 a quase ruptura dos estoques de silício cristalino, devido ao excesso de demanda por placas solares, período no qual houve grande interesse de países desenvolvidos, estimulou a

⁹ Latitude sul 22° 51' e Longitude oeste 48° 23'

fabricação de placas fotovoltaicas com tecnologias que substituíram o silício, abrindo o mercado para uma produção alternativa de placas solares.

2.3.1.1. Geração de Energia Solar Fotovoltaica

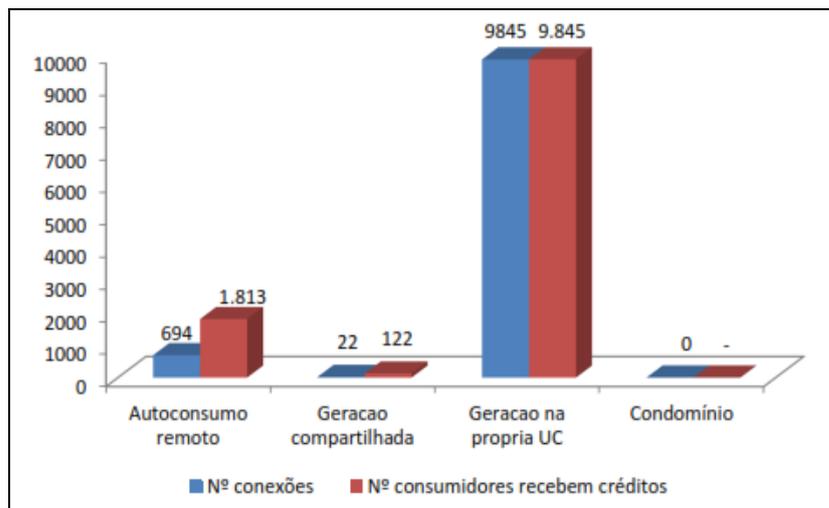
Concomitante a forma de geração de energia, Chavaglia Neto e Filipe (2011) O processo mais comum de utilização da energia advinda dos painéis solares é a cogeração, a qual está ligada a grande rede de energia, utilizando a rede pública como um escape, caso a produção das placas solares não seja suficiente para a demanda diária, por exemplo. Mas também poderá ser utilizada a geração independente através da armazenagem por baterias, sendo esta usada quando não há rede pública próximo ao local de geração, como em uma fazenda, ou áreas praianas de piscicultura, por exemplo.

É importante salientar que existem diversas regras para classificar a forma como a energia é gerada e distribuída. Regida pela resolução normativa 482/2012, e em seguida pela resolução normativa 687/2015, que altera os artigos referentes aos procedimentos de distribuição, a mini geração de energia elétrica é caracterizada pela potência máxima da usina de até 75kW, ou seja, acima deste valor a usina solar passará a ser uma mini geradora de energia (ANEEL, 2015).

Observando o gráfico 1, foi possível mensurar a importância de uma unidade geradora do tipo Compartilhada¹⁰, dentro das modalidades existentes – além da tipologia citada, ainda existe o Auto Consumo, Geração com Múltiplas Unidades Consumidoras (Condomínio) e Geração na própria UC -, pois atualmente existem apenas 22 registros para tal operação, e 122 consumidores do sistemas de Geração Compartilhada, equivalente a 0,2% do total de conexões, e 1,03% do total de consumidores desta modalidade, como pode ser visto no gráfico à seguir.

¹⁰ Caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada (RUFINO, 2016).

Gráfico 1 - Modalidades de geração distribuída até 23/05/017



Fonte: CASTRO, 2017.

De acordo com a Aneel (2012), e com base na normativa 482/2012, no tocante ao crédito de energia perante a geração distribuída destaca:

Caso a energia injetada na rede seja superior à consumida, cria-se um “crédito de energia” que não pode ser revertido em dinheiro, mas pode ser utilizado para abater o consumo da unidade consumidora nos meses subsequentes ou em outras unidades de mesma titularidade (desde que todas as unidades estejam na mesma área de concessão), com validade de 60 meses (ANEEL, 2012).

Para calcular a compensação de energia através do modo *net metering*, deve ser considerado a diferença entre o consumo e a injeção de energia fora de ponta, para que em seguida, após o cálculo da média do preço por kW-h (divisão entre o preço por kW-h fora da ponta (FP) pelo preço por kW-h dentro da ponta (DP)), multiplicasse-a o excesso de produção (o que não foi consumido de energia fora ponta), pelo fator FP/P , onde o resultado é a quantidade de kW-h que será compensado do que foi consumido de energia elétrica dentro ponta. No faturamento total, será pago somente o líquido dentro da ponta multiplicado pela tarifa dentro da ponta, já que o consumo fora da ponta foi zerado pela micro-geração de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Deste modo, será possível ocupar como crédito a energia gerada em excedente fora do horário de ponta dentro do horário de ponta, considerando um fator de ajuste onde o preço a ser considerado para desconto não será o preço por kW-h do horário de dentro de ponta, mas sim o preço por kW-h do horário fora de ponta (RUFINO, 2016).

Outro fator a ser destacado é relativo ao pico de consumo de energia, de maneira que deverá se ter uma compensação de cinco vezes mais créditos fora do horário de pico referente a quantidade de kW-h consumido dentro do horário de pico. Se foi consumido energia dentro do horário de pico, a energia gerada fora do horário de pico o será utilizada para compensar o consumo durante aqueles períodos das 18h às 21h - quando a usina não está produzindo e quando o preço da energia é maior (PORTAL SOLAR, 2017).

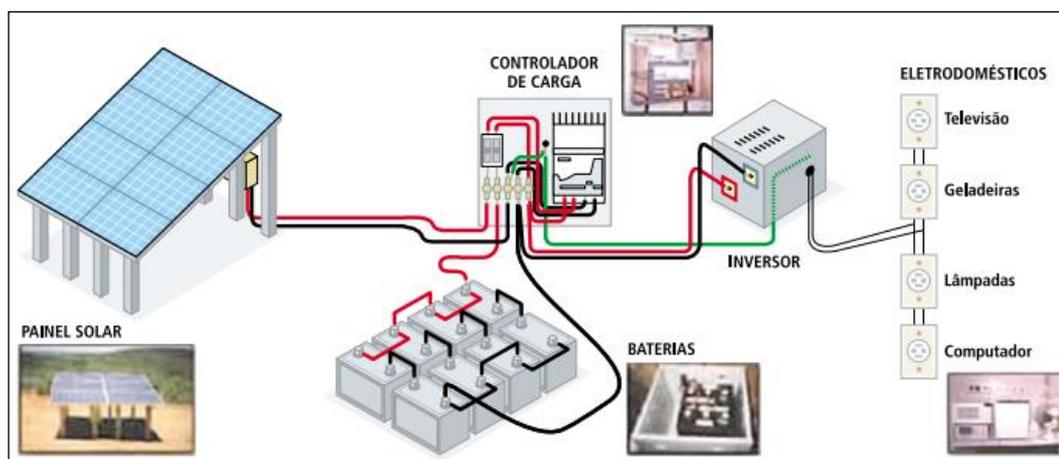
De acordo com a Resolução Normativa nº 482/2012 da Aneel a Tarifa de Energia (TE), utilizada pelas distribuidoras para definir o preço da energia injetada em forma de crédito, será aplicada em quatro casos distintos. No primeiro caso, quando da utilização dos créditos, “Quando a utilização dos créditos se der no mesmo posto tarifário (ponta, fora de ponta ou intermediário) no qual esses créditos foram gerados, não deve ser observada nenhuma relação entre valores de TE” (ANEEL, 2016).

Para a segunda e terceira modalidade, faz-se referência a inexistência de tarifa diferencial, utilizando o crédito na própria unidade consumidora, por exemplo, “Quando a unidade consumidora onde ocorreu a geração excedente for faturada na modalidade convencional (sem postos tarifários), não deve ser observada nenhuma relação entre valores de tarifa de energia” (Aneel, 2016), ou em caso semelhante, quando considerado a utilizada de créditos em terceiros, “não deve ser observada nenhuma relação entre valores de tarifa de energia, podendo o saldo de energia gerada ser usado integralmente na própria unidade consumidora” (Aneel, 2017).

A quarta colocação é em referência a acumulação de créditos pelo consumidor, assim, “Quando o consumidor possuir créditos acumulados de energia elétrica e houver um aumento nas tarifas daquela área de concessão, a quantidade de créditos não sofre alteração em virtude desse aumento de tarifas” (ANEEL, 2016).

Com o objetivo de elucidar a maneira como um sistema solar fotovoltaico deve ser instalado, independente da tecnologia escolhida para tal aplicação, tem na figura 5 o exemplo das conexões e equipamentos necessários para tal implantação.

Figura 5 - Instalação de um sistema solar fotovoltaico



Fonte: ANEEL adaptado de Centro de Referência para a energia solar e eólica Brito, 2006.

De acordo com Chavaglia Neto e Filipe (2011), concernente aos painéis solares fotovoltaico, após a geração da energia, esta poderá ser armazenada em uma bateria, ou convertida por um inversor e em seguida computada em um medidor bidirecional. O que diferencia um modelo de placa para o outro é o custo por kW-h produzido concomitante a escassez do silício para a produção em escala.

Na figura são ilustrados todos os componentes do sistema de geração de energia solar através de um módulo fotovoltaico. Deste modo, considerando a instalação *on-gride*¹¹, modelo de autogeração conectado à rede pública, este não precisará de baterias e do controlador de carga, mas para todos os sistemas será necessário a instalação de um inversor (o qual é apresentado a seguir através da figura 6), além da instalação de um medidor bidirecional, devido a ao sistema estar conectado à rede pública (BRAGA et al., 2016). Assim, na figura a seguir, se sugerem dois exemplos de inversores – mesmo que a potência não seja a adequada para a geração de energia da mini usina solar, servindo neste momento simplesmente como ilustração e exemplo.

¹¹ Tipo de conexão onde o sistema fotovoltaico é ligado a rede básica, não necessitando de baterias para armazenar a energia excedente.

Figura 6 - Inversor ABB Trifásico e Inversos ABB Central

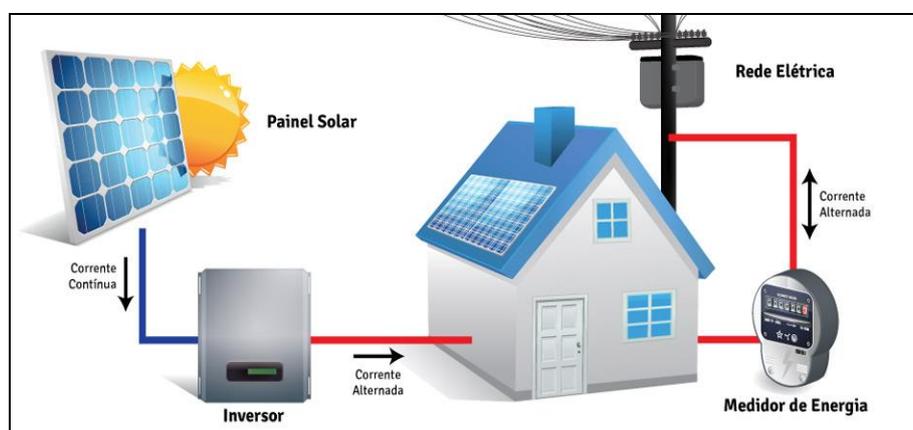


Fonte: ABB, 2017.

O inversor da esquerda, modelo PRO-33.0-TL-OUTD, é aplicado a sistemas trifásicos e suporta 33kW de potência, indicado para médios e grandes sistemas centralizados fotovoltaicos. Já o inversor da direita, modelo PVS980 é um inversor central, indicado para grandes instalações, como uma usina solar. Este é está disponível para sistemas de 1818kVA até 2300kVA (ABB, 2017).

Na figura 7 é possível verificar a função do inversor de maneira mais análoga, aplicado a um sistema solar fotovoltaico residencial conectado à rede.

Figura 7 - Sistema de energia fotovoltaico instalado em uma residência



Fonte: SOLAR BRASIL, 2017.

Assim, é possível verificar que o inversor converte a energia de corrente contínua para corrente alternada, suprimindo a necessidade de energia elétrica para o agente gerador e injetando na rede a quantidade de energia transformada que não está sendo utilizada naquele momento da geração, a qual poderá ser utilizada futuramente como crédito (RUFINO, 2016).

Outro parâmetro a ser considerado é o tipo de ligação que o estabelecimento tem com a rede, se este é monofásico, bifásico ou trifásico, devido a necessidade de cobrança da taxa de uso de transmissão e distribuição. Também há de se considerar qual o tipo de cabeamento mais adequado para as interconexões necessárias para o funcionamento do sistema, bem como as formas de conexões entre os painéis, podendo ser este em série ou paralelo (BRAGA et al. 2016).

Relativo as diferentes maneiras de produção de eletricidade fotovoltaicas, existem alguns tipos de sistemas que poderão ser usados, relacionados ao tamanho do projeto e a quantidade de energia injetada, além do sistema residencial, como: sistemas comerciais, públicos, industriais e também, como usinas (BRAGA et al. 2016). O tamanho da usina a ser construída são especificações nas normas adotadas pela resolução normativa da ANEEL nº 687, de 24 de novembro de 2015, a qual incita através dos artigos I e II, as características da microgeração¹² distribuída e da minigeração¹³ distribuída, respectivamente (SILVA, 2015).

A junção para a formação dos módulos comercializáveis, como afirmam Machado e Miranda (2014, p.131), são assim compostos:

As células são conectadas em série e encapsuladas em folhas de acetato de vinil etileno (EVA), e então recebem uma cobertura frontal de vidro temperado e uma proteção, na parte posterior, de um filme de fluoreto de polivinila (PVF), conhecido como Tedlar. Esse conjunto laminado é montado em um perfil metálico, geralmente alumínio (MACHADO E MIRANDA, 2014, p.131).

Em média, como uma célula solar fotovoltaica policristalina tem capacidade de absorvência entre 13% e 21%, ou seja, quando o painel é testado em laboratório

¹² Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL,2016).

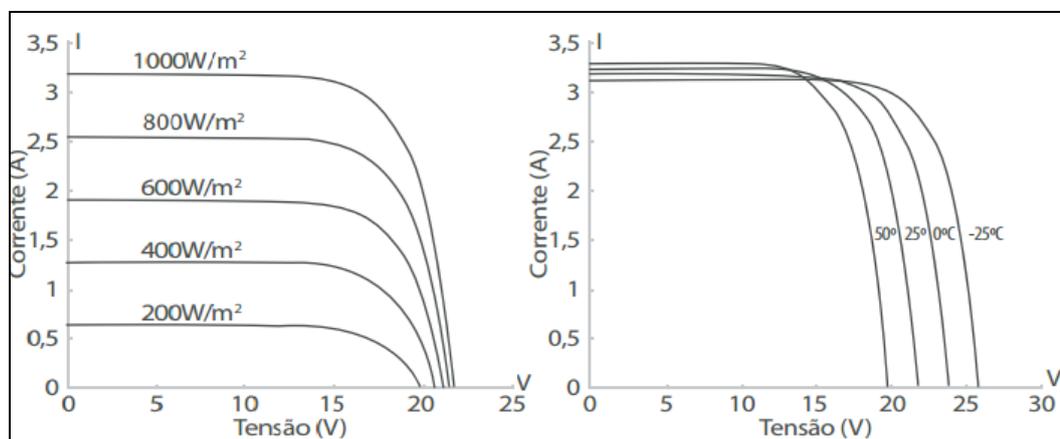
¹³ Central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

a 25°C, a placa solar tem eficiência para produzir 145W/h, a eficiência da placa solar poderá variar de acordo com a temperatura que esta será submetida. Portanto é possível que a produção seja maior que os 145W/h. Do mesmo modo, se a capacidade de absorvência da célula for maior - cerca de 16% -, o número de painéis a ser instalados poderá ser menor, contando que, a partir da incidência de maiores temperaturas, a produção de Watts/hora também seja maior por placa solar (PORTAL SOLAR, 2017).

Braga et al. (2016) emitiu um teste em relatório da Secretaria de Minas e Energia/RS, o qual pode ser acompanhado no gráfico 2, em seguida, referente as temperaturas que os painéis solares fotovoltaicos suportam, no qual afirma, considerando que na superfície da Terra chega em torno de 1kW/m², este autor afirma:

Os principais fatores que influenciam a características elétricas de um painel são a intensidade luminosa e a temperatura das células. Os gráficos a seguir apresentam a alteração da curva VxI do painel com a radiação (A) e com a temperatura (B) (BRAGA et al., 2016, p.271).

Gráfico 2 - Eficiência do Módulo Solar Fotovoltaica sobre altas temperaturas



Fonte: BRAGA et al., 2016

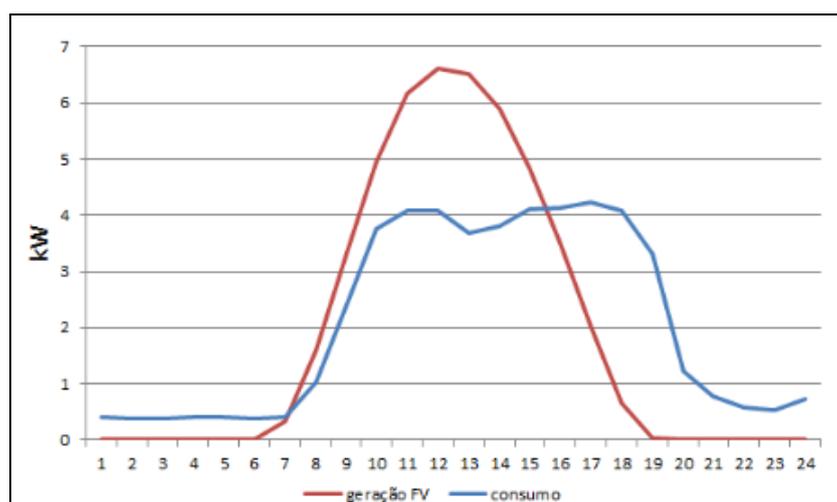
Considerando que o presente estudo será desenvolvido pelo pressuposto da construção de uma usina solar pública, sobre a usina, Braga et al. (2016) especifica:

São sistemas conectados à rede com capacidade de produzir uma grande quantidade de energia elétrica em um único ponto. O tamanho da usina pode variar desde centenas de quilowatts até dezenas de megawatts. Essas instalações necessitam de grandes áreas e estão sobre grandes edifícios industriais ou no solo, em locais que tenham condição de acesso à rede pública de transmissão e distribuição de energia, podendo ser para uso próprio ou para injeção no SIN (BRAGA et al., 2016, p.273).

Sobre a viabilidade econômica, a qual será verificada mais adiante, é necessário ter o conhecimento da existência de dois tipos de geração: 1) a centralizada, no qual o projeto é de maior escalada e está conectado à rede de transmissão, e a geração 2) distribuída, onde o sistema está conectado diretamente a rede distribuidora onde se dá o consumo final (SILVA, 2015).

De acordo com Castro (2017), e com base na radiação solar pico, que ocorre entre 10 e as 14 horas, como demonstrado no gráfico em seguida, e também de acordo com consumo final de energia elétrica pelas empresas que atuam no horário comercial, o qual foi de 27% - contra 60% do consumo final residencial -, assim define o autor:

Gráfico 3 - Consumo comercial versus a geração fotovoltaica



Fonte: CASTRO, 2017

As diferenças entre os percentuais acima descritos entre consumidores residenciais e comerciais, tanto de consumo final quanto de injeção de energia na rede, se justificam pelas características das curvas de carga de cada consumidor, sendo que o comercial possui maior grau de aderência ao horário de geração solar que o residencial (CASTRO, 2017, pg. 20).

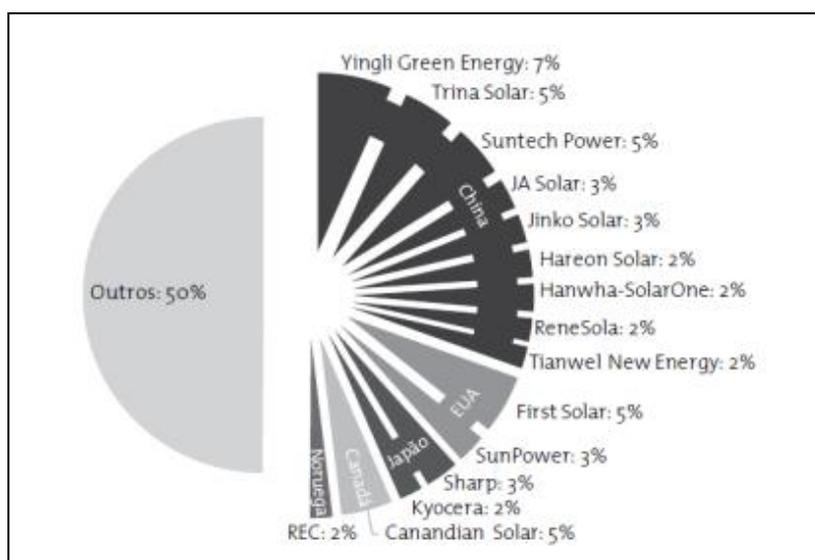
2.3.1.2. Tipos de tecnologia

Acerca aos tipos de tecnologias de células fotovoltaicas existentes, consideram-se seis modelos que são mais conhecidas pelo mercado. Além do silício monocristalino e do silício policristalino que são considerados da primeira geração da energia solar fotovoltaica, os quais são baseados em silício cristalino, existe a

segunda geração, que são conhecidos por serem filmes finos, incluídos nessa categoria o silício amorfo, a célula de telureto de cádmio e as células CIGS e CIS. Considerando que as células da segunda geração são formadas por materiais tóxicos ou raros, e pelo fato da eficiência destes não alcançarem patamares satisfatórios, a opção do mercado ainda está voltada para os silícios cristalinos. Também existem as células da 3ª geração, mas estas ainda são emergentes e pouco encontradas no mercado (MACHADO E MIRANDA, 2014).

Dentre os países que mais se destacam no mercado de painéis solares e na fabricação das células utilizadas nos módulos, a China é aquela que detém a maior parte do mercado de fabricação destes, onde 28% das empresas estão instaladas neste país (SILVA, 2015), como pode ser observado na figura a seguir.

Figura 8 - Participação do mercado das empresas fabricantes de painéis solares fotovoltaico



Fonte: SILVA, 2015.

Em seguida estão ilustrados com fotos, as placas solares monocristalinas, policristalinas, amorfa, e também, de filmes finos. Acompanhado das imagens ilustradas, será exibido uma fotografia da Usina Solar Fotovoltaica da Creluz.

Figura 9 - Ilustração dos painéis solares fotovoltaicos, respectivamente, monocristalino, policristalino e de silício amorfo



Fonte: Braga et al., 2016

Considerando que o conjunto destas placas, e a interligação delas forma uma estrutura de captação de energia muito maior, por exemplo, na implantação de uma usina solar fotovoltaica, se instaladas dentro dos parâmetros de engenharia elétrica corretos, as placas ficariam dispostas como na figura 10, sempre considerando a inclinação certa das placas.

Figura 10 - Usina solar fotovoltaica Creluz



Fonte: Autor, 2017.

A eficiência de conversão das células fotovoltaica varia de acordo com o clima e o tempo, ao mesmo tempo em que cada tecnologia possui uma eficiência relativa de acordo com suas características. No quadro 2 é possível ver a tecnologia e sua eficiência em laboratório e sua eficiência média aplicada ao mundo real.

Quadro 2 - Eficiência de conversão das tecnologias fotovoltaicas

Tecnologia	Composição técnica/Material	Eficiência Máxima Laboratório	Eficiência Máxima Mundo Real
Silício Monocristalino	Feitas a partir de um único cristal de silício/Processo de Czochralski ¹⁴	27,6% (NREL, 2017)	19,9% (YINGLI SOLAR, 2017)
Silício Policristalino	Resfriamento de silício líquido de alta pureza e dopagem com fósforo	21,9% (NREL, 2017)	17,7% (YINGLIN SOLAR, 2017)
Silício Amorfo	Disposição de silano via descarga induzida por radiofrequência ou deposição de valor químico induzida por plasma.	14% (NREL, 2017)	6-9%
Telureto de Cádmio, CIGS e CIS	Filmes sobrepostos/Camada Janela e camada absorvente	23,3% (NREL, 2017)	11%

Fonte: Adaptado de MACHADO E MIRANDA, 2014.

2.4. MATRIZ ENERGÉTICA

No Brasil, de acordo com as fontes da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) a capacidade instalada totaliza é de 151.691.976 kW de potência, divididos em 4.669 empreendimentos, sendo 43 destas usinas de energia solar, ou, 0,9% do total dos empreendimentos, como se pode observar no quadro 12 e na Figura 11 em seguida (ANEEL, 2017).

No Brasil, a matriz energética é predominantemente hidráulica, principalmente através das usinas hidrelétricas de energia, abrangendo 75% (2002) da potência instalada, a qual gerou - em 2005 -, 93% da energia total demandada pelo Sistema Interligado de Energia. O pressuposto é que esta opção seja mais viável economicamente devido a capacidade instalada de hidrelétricas (fontes hídricas) e devido ao rendimento do capital – custos totais menores -, sendo que

¹⁴ Durante o crescimento o cristal recebe pequenas quantidades de boro formando um semicondutor dopado do tipo p. Nesse processo o cristal somente é puxado pela haste, levando à formação de um lingote de silício monocristalino do tipo p. O lingote preparado é cortado em várias fatias e levado para o forno de difusão, onde recebe altas temperaturas, a dopagem com fósforo, formando assim a junção p-n (MACHADO E MIRANDA, 2014, p.129 e 130).

existe uma estimativa de que a capacidade destes recursos hídricos no Brasil seja de cerca de 261,4 GW (GUERREIRO ET AL., 2007).

Quadro 3 - Capacidade de Geração Energética do Brasil 2017

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	615	551.628	554.084	0,36
EOL	452	11.061.739	10.982.243	7,15
PCH	433	4.967.262	4.957.984	3,23
UFV	51	176.234	176.234	0,11
UHE	219	101.169.128	93.858.334	61,11
UTE	2.926	42.509.960	41.063.904	26,74
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,3
Total	4.698	162.425.951	153.582.783	100

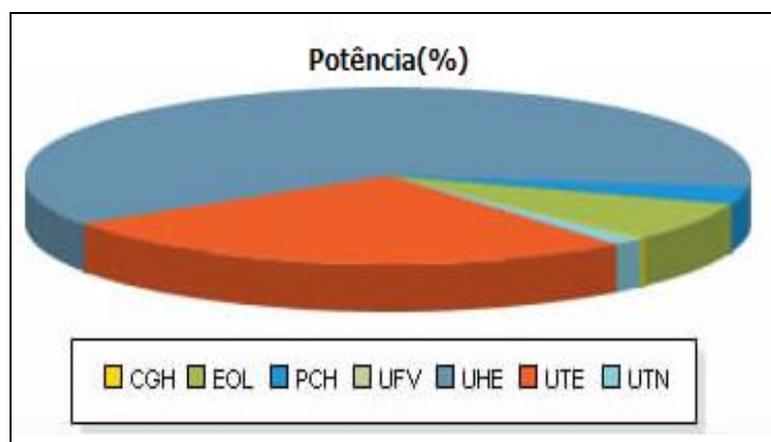
Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Fonte: Aneel, 2017

Analisando a potência fiscalizada (kW) do quadro 4, é possível verificar que, adentre os empreendimentos em operação, ou seja, empreendimentos que estão aptos ao funcionamento, 61,11% são referentes a usinas hidrelétricas, 26,74% de usinas termelétricas, 7,15% de energia eólica, 3,23% de pequena centrais hidrelétricas, 1,3% de usinas termonucleares, 0,34% de Central Geradora Hidrelétrica, e 0,11% de usinas fotovoltaicas (ANEEL, 2017).

Os dados também podem ser representados pela figura 11, facilitando a visualização da importância de geração de energia de cada fonte energética no Brasil.

Figura 11 - Capacidade de Geração Energética do Brasil 2017



Fonte: Aneel, 2017.

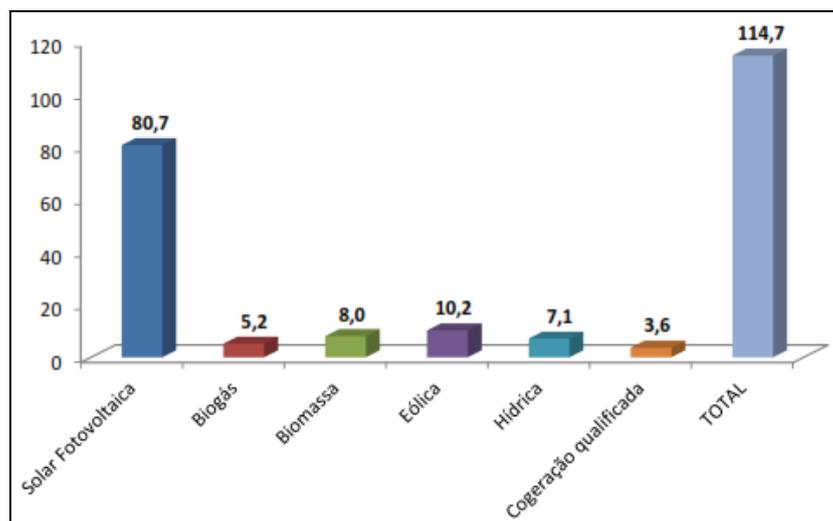
Existem três empreendimentos outorgados pela documentação da Aneel em operação no Rio Grande do Sul – mesmo que para estes empreendimentos este processo não seja obrigatório, pois apenas usinas de 5MW ou mais de potência necessitam de outorga. Desta forma, a Padaria Pritsch, de Santa Cruz do Sul, com potência instalada de 44,1 kW; a Ativa Elétrica Comercial, de Porto Vera Cruz e Santa Cruz do Sul, com potência instalada de 2,25kW; e o consumidor Eduardo Daltone de Freitas, de Sapucaia do Sul, com potência instalada de 3,08kW, constam no registro da Aneel juntamente com empreendimentos de maior porte, ou usinas solares pertencentes a empresas ligadas ao setor de energia (ANEEL, 2017).

Por outro lado, existem 1.642 unidades consumidoras com registro de geração distribuída – cadastrado no Sistema de Registro de Geração Distribuída (SISGD) - para o estado do Rio Grande do Sul, demandando potência total de 19.337,79kW e distribuídos em geração na própria UC, autoconsumo remoto, e geração compartilhada, com 10 usinas registradas para a cidade de Horizontina (ANEEL, 2017).

Com 36 empreendimentos em construção, e com potência outorgada em 1,031 gigaawatts - 9,1% do total dos empreendimentos em construção -, e 67 empreendimentos com construção não iniciada - de potência outorgada de 1,71 gigawatts – 13,42% do total; atualmente a potência total outorgada e fiscalizada das usinas fotovoltaicas no Brasil é de 236.248,23 kW, considerando as 55 usinas outorgada; já as usinas com registro e sem outorga, as quais apenas solicitaram a liberação e parecer de acesso junto as distribuidoras contabilizam 14.442 empreendimentos com potencial instalado de 114.405,95 kW (ANEEL, 2017).

Referente a potência instalada, o gráfico a seguir ilustra a quantidade de energia solar fotovoltaica em comparação com a potência instalada das outras fontes energéticas alternativas, onde 70% corresponde a energia solar e 9% a energia eólica.

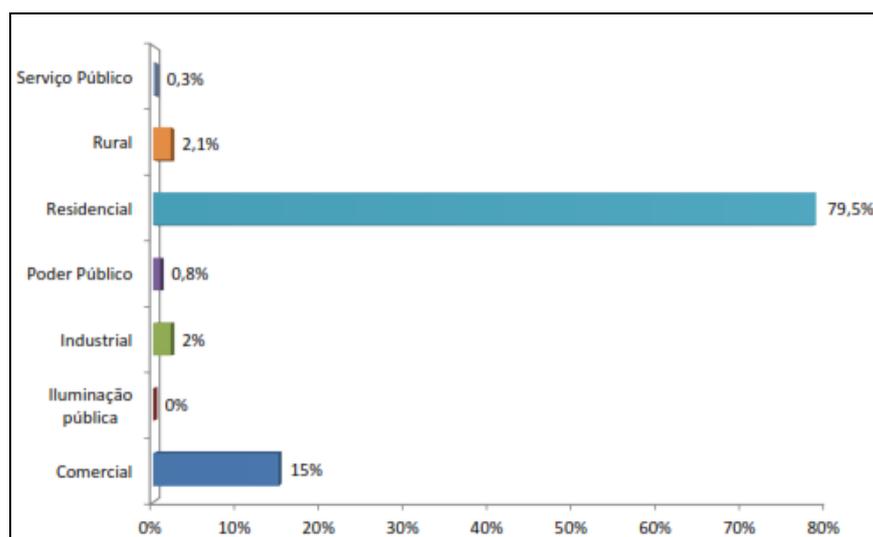
Gráfico 4 - Potência instalada por fonte energética até 25/05/2017



Fonte: CASTRO, 2017.

Deste modo, ainda é possível destacar, a partir do Gráfico 5, que até maio de 2017, no tocante a distribuição unidades consumidoras de energia solar fotovoltaica no Brasil, a classe de consumo que mais se destaca ainda é a Residencial com 79,5%, seguida pela classe Comercial com 15%. Em tempo, no gráfico é também possível observar que os poderes públicos e o serviço público representam apenas 1,1% dos consumidores de energia fotovoltaica.

Gráfico 5 - Classes de consumo dos consumidores até 23/05/2017

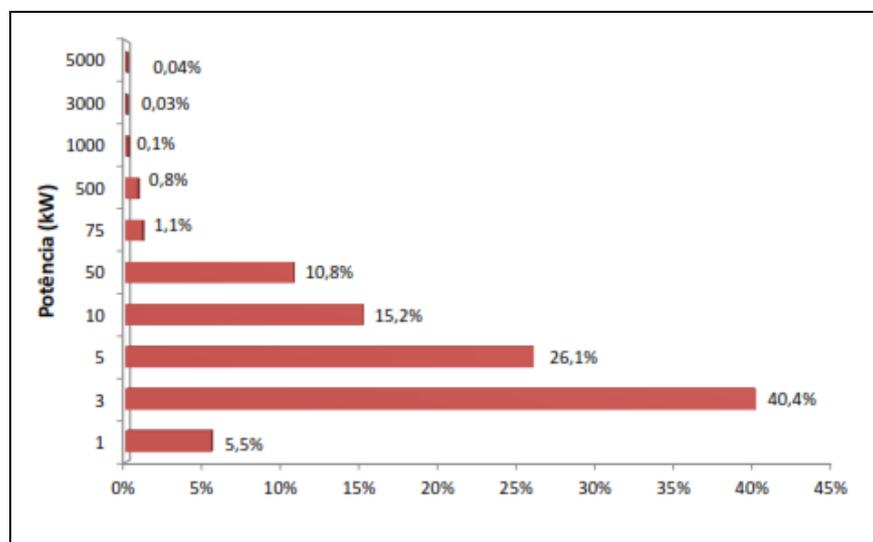


Fonte: CASTRO, 2017

Em relação as faixas de potência instalada, este também se concentra em empreendimentos com equipamentos de menor ou igual a 5 kW, com 72% dos

registros. Empreendimentos de 1.000 kW e 3.000 kW representam apenas 0,13% dos empreendimentos.

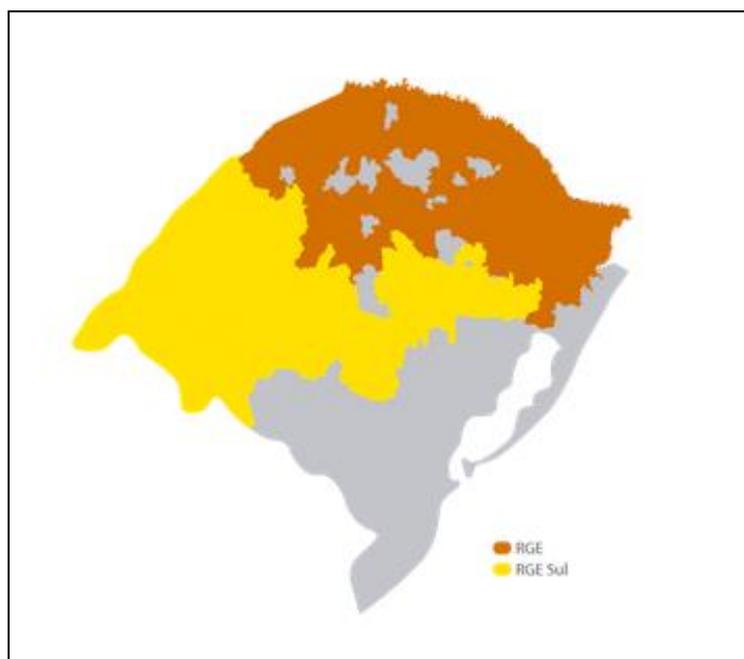
Gráfico 6 - Faixas de potência dos geradores até 23/05/2017



Fonte: CASTRO, 2017

Para a distribuidora de energia, atuante no Rio Grande do Sul, a RGE, especificamente da cidade de Horizontina, como pode ser verificado na imagem da figura 12.

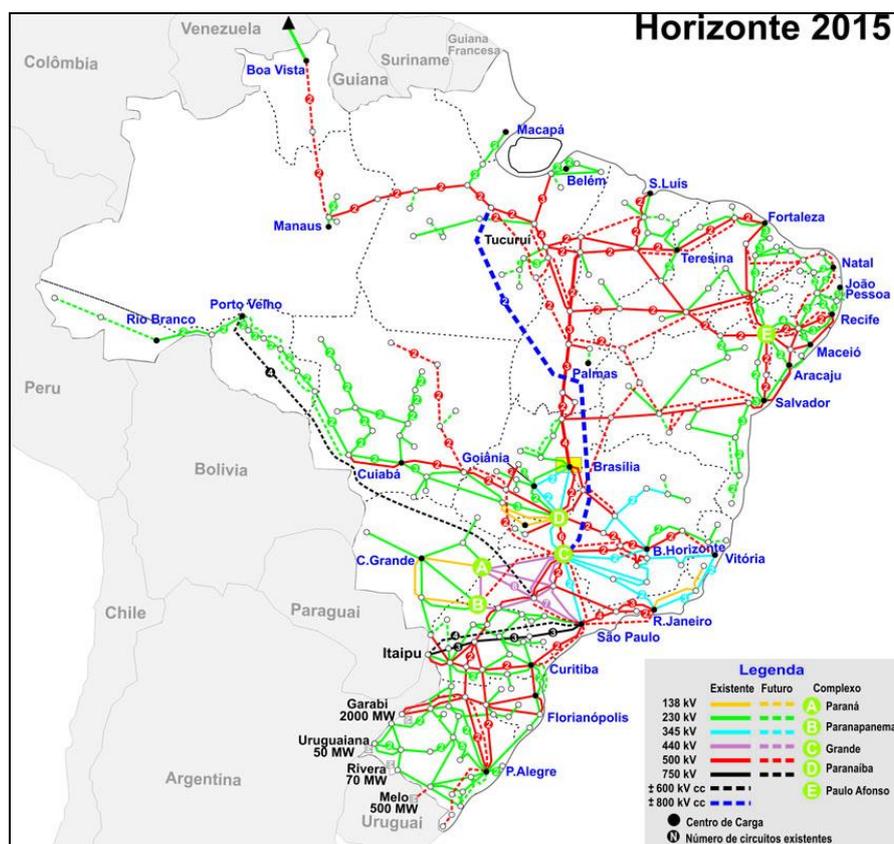
Figura 12 - Área de concessão RGE



Fonte: RGE, 2016.

A partir deste mapa é possível ver que o noroeste do estado do Rio Grande do Sul, na latitude $27^{\circ} 37' 33''$ S e longitude $54^{\circ} 18' 28''$ W, está localizado o município de Horizontina (Geógrafos, 2017), e considerando que existe um sistema interligado nacional (SIN), que faz a interconexão elétrica das usinas, centralizando as decisões de despacho de energia geradora, atendendo as necessidades de abastecimento de cada região, como pode ser observado na figura 13:

Figura 13 - Sistema Interligado Nacional



Fonte: ABRADDEE, 2015.

Definido assim pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) para designar o tamanho e as características do sistema de transmissão brasileiro, e considerando que à menos falhas na oferta do serviço:

É um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. [...]. É formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte (ABRADDEE, 2015).

Reiterando, para tornar a distribuição mais enxuta e dinâmica, de modo a garantir a qualidade dos serviços frente as condições climáticas, como as chuvas

insuficientes que dificultam a geração de energia nas usinas hídricas que dependem da força dos rios, o SIN é capazes de gerenciar todas as linhas de energia que interligam os estados brasileiros (ABRADEE, 2015).

Falcão (2016) informou que, após acordo entre CHESF, Universidade do Ceará e o ISJ, foi firmado um compromisso para que fosse implantado em 2017 uma usina solar heliotérmica com capacidade de geração de 300kW, com investimento inicial de R\$45 milhões. Deste modo, como já existia um mapa solar do município e como a área a ser construída a usina heliotérmica é próxima a hidrelétrica de sobradinho, facilitou-se que o empreendimento fosse executado naquela cidade.

Parente (2016) incita a escolha da energia heliotérmica de forma a exaltar sua capacidade de gerar energia quando não há sol “O sistema traz em si a capacidade de captar energia do sol e armazenar. A solar fotovoltaica não tem armazenamento” (PARENTE, 2016). Rocha (2016) ainda complementa “Você tem garantia de fornecimento maior, consegue absorver as oscilações de nuvem e poderá gerar energia até a noite porque tem calor guardado” (ROCHA, 2016).

Inclui-se nestes investimentos o beneficiamento de famílias através de projetos criados em colaboração com instituições públicas, como a CAIXA (ANEEL, 2017). Assim destaca a CAIXA (2014):

Em outubro de 2012, a Brasil Solair assinou um acordo de cooperação financeira com o Fundo Socioambiental CAIXA e juntos iniciaram o Projeto de Geração de Renda e Energia em Juazeiro, na Bahia. O Projeto, de 2,1 MW, beneficiará mil famílias de dois conjuntos residenciais do Programa Minha Casa Minha Vida e prevê a instalação de sistemas de minigeração de energia solar e eólica, nos telhados e nas áreas comuns dos conjuntos. A energia gerada pelos moradores está sendo comprada pela Caixa Econômica Federal para utilização em algumas de suas unidades operacionais e agências (CAIXA, 2014, on-line).

As usinas solares Juazeiro I, II, III, IV, que fazem parte da lista da ANEEL de construções não iniciadas, mas já aprovadas, deverão complementar o projeto de geração de renda e energia renovável, os quais foram pioneiros na implantação de um plano de abastecimento energético a famílias com baixa renda. Assim destaca a CAIXA (2014):

Atualmente, o Projeto está em franca fase de operação, sendo que ele tem potência de 2,1 megawatts-hora (MWh), o suficiente para abastecer 3,6 mil domicílios em um ano. Os 9.144 painéis fotovoltaicos instalados nos telhados das moradias, mais os 6 aerogeradores, ocupam uma área equivalente a dois campos de

futebol. No atual ritmo de geração e de faturamento, o investimento se pagará em sete anos (CAIXA, 2014, *on-line*).

Assim sendo, já existe no Brasil projetos sociais que contam com o apoio de grandes bancos públicos, mostrando que é possível aliviar a grande demanda energética brasileira através do incentivo público em favor da opção por geração de energia alternativa, neste caso a energia solar, explorando o mercado e abrindo oportunidades para que o preço desta opção energética caia.

2.4.1. O mercado de energia

É importante observar que, a cada ciclo econômico, a produção mundial de bens de capitais aumenta muito mais que a aplicação efetiva dos conceitos ambientais. A maior parte das políticas macroeconômicas desconsidera o estudo dos agregados ambientais no planejamento desenvolvimentista dos países, tratando somente a economia ambiental¹⁵- a qual corrige as flutuações no curto prazo –, esquecendo-se de programar a economia ecológica¹⁶, que atua no longo prazo. Todavia, é necessário aprofundar o estudo econômico frente a capacidade de o meio ambiente fornecer insumos de alta variabilidade, para complementar o processo produtivo atual, introduzindo no mercado oportunidades para a inclusão de inovações tecnoambientais (ROMEIRO, 2010).

Em relação à disponibilidade de equipamentos que são utilizados como gerador de energia solar fotovoltaica, é imprescindível que o governo reduza os impostos sobre a fabricação e a importação destas mercadorias, e ter capacidade de gerenciar o comércio internacional doravante o aperfeiçoamento do mercado doméstico, tornando os produtos nacionais competitivos.

Para ganhar em produtividade, em níveis de taxa e crescimento, e equilibrar a inflação e a taxa de juros, é importante que um país importe tecnologia o suficiente para alavancar a aprendizagem, sendo de importância análoga o comércio

¹⁵ Considera que os recursos naturais (como fonte de insumos e como capacidade de assimilação de impactos dos ecossistemas) não representam, a longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia. Pelo contrário, inicialmente estes recursos nem sequer apareciam em suas representações analíticas da realidade econômica, como, por exemplo, na especificação de função produção onde entravam apenas o capital e o trabalho.

¹⁶ Vê o sistema econômico como um subsistema de um todo maior que o contém, impondo uma restrição absoluta à sua expansão[...]. Esta corrente partilha [...] a convicção de que é possível instituir uma estrutura regulatória baseada em incentivos econômicos capaz de aumentar imensamente esta eficiência (ROMEIRO, 2010, p.12).

internacional a fim de defasar políticas em que os lobbies determinam as combinações de perdas concentradas e ganhos difusos (GIAMBIAGI E SCHWARTSMAN, 2014).

Ainda assim, as corporações devem entender a complexidade social e que aquela transição ecológica, quando depende dos mercados, por sua vez, tem como pressupostos os sistemas de governança corporativa, nacional e internacional, onde o governo, atuando como suporte a esta nova formação, corrobora para o ensejo de outros meios que influenciam nas decisões empresariais, como os stakeholders, os quais têm papel destacado nas políticas de concentração (VINHA, 2010).

A crise econômica global dispense de altas taxas de juros, devido a empréstimos tomados nos últimos anos para estabilizar as contas nacionais, o qual foi resultado do incentivo ao capitalismo predatório, o progresso destrutivo, a concentração de renda, a ganância, a obsolescência moral da desigualdade social e o obsidiante controle do mercado pelos grandes conglomerados. Deste modo, devido ao grau de endividamentos dos países em desenvolvimento, o atraso da aplicação de políticas energéticas é intrínseco a incapacidade do Estado de investir em tecnologias alternativas (D'AVIGNON, 2010).

Hayek *apud* Feijó (2007) conceituando o equilíbrio individual como as ações do indivíduo concatenadas com outras que estão *planificadamente* organizadas e não usuais para o estudo de diferentes pessoas, e também não sendo mensurável ao equilíbrio de mercado, definindo-o como:

Quando vários planos individuais são simultaneamente satisfeitos; quando os dados subjetivos de cada um são consistentes com os de todos os outros, e quando os dados externos e objetivos não se chocam com a avaliação subjetiva de todos. Acreditar que o mercado conduz ao equilíbrio é crer que nele desenvolve-se um processo por meio do qual os dados subjetivos acabam correspondendo aos dados objetivos da realidade. Ou seja, ocorre um processo de aprendizagem dos agentes (FEIJÓ, 2007, p.31).

Concernente ao comportamento do mercado Feijó (2007) afirma que no modelo puro de mercado os agentes possuem uma cota de produção da riqueza destinada a atender as suas necessidades de consumo de acordo com o desempenho que teve em atender as necessidades dos outros, mobilizando capital e juros. Este sucesso em atender à necessidade dos outros requer empenho inicial de recursos e capacidade de antecipar o futuro, prevendo as necessidades futuras e o próprio comportamento do mercado, antecipando os desejos dos consumidores,

projetando a oferta e preços vantajosos. Desta forma, leva vantagem aquele que tiver melhor capacidade intelectual e que souber aproveitar melhor as oportunidades.

De fato, o mercado é o melhor alocador de recursos, determinando a melhor oferta de acordo com a demanda do público, e formatando os preços de acordo com a necessidade do próprio mercado. Em Ardt (2010) alguns autores defendem que existem falhas de mercado no quesito ambiental, que o mercado não consegue gerenciar a recuperação ecológica devido a irracionalidade do empresariado, que por sua vez, tem o lucro como mola propulsora da produção, e logo, do crescimento.

Ainda em Ardt (2010), alguns economistas defendem que o Estado deve intervir para que o capitalismo não absorva o meio ambiente de maneira a escassear os recursos e as pessoas fiquem próximo ao abismo de um colapso mundial de alimentos e fontes energéticas, enunciando que os responsáveis pela poluição do meio ambiente, os seres humanos, não são racionais sobre a sustentabilidade devido a sua natureza destrutiva e evolutiva.

2.4.2. Comércio de energia elétrica e o preço dos commodities

Pertinente ao equilíbrio do mercado e dos preços cobrado pelos recursos energéticos, Pinto Junior (2007) afirma que:

A produção, o transporte, a distribuição e a comercialização de energia são atividades econômicas que necessitam de preços adequados para remunerar os pesados investimentos, de longo tempo de maturação, realizados pelos agentes econômicos. Como em outros mercados o equilíbrio de oferta e demanda está presente, com duas especificidades adicionais (PINTO JUNIOR, 2007, p. 3).

Estas especificidades estão relacionadas diretamente a distribuição das reservas e da capacidade de produção energética de cada país, seja na extração de petróleo, gás natural e carvão, ou na geração de energias limpas, como do sol, dos ventos e da água. A outra especificidade está relacionada ao grau de desenvolvimento socioeconômico de cada país e sobre o acesso direto a energia elétrica, ou a matéria-prima já transformada (produção de energia primária).

Com o ímpeto de avaliar o comportamento de países com alto consumo de energia elétrica, mas que para suprir a demanda necessitam importar este insumo, já que sua oferta de eletricidade não contempla todo complexo industrial doméstico bem como a utilização da rede pública residencial, será analisado o quadro 13 de

importação e exportação de eletricidade, localizada em seguida, principalmente no que tange a geração, a importação e o consumo de eletricidade no Brasil.

Quadro 4 - Consumo, importação e exportação de eletricidade no mundo em bilhões de kW-h em 2014

Consumo				Importação				Exportação			
Pos.	País	Valor	%	Pos.	País	Valor	%	Pos.	País	Valor	%
1	China	5067	24	1	United States	70	10	1	Germany	71	11
2	United States	3913	19	2	Italy	44	6	2	Canada	63	9
3	India	973	5	3	Brazil	40	6	3	France	60	9
4	Japan	934	5	4	Germany	39	6	4	Paraguay	47	7
5	Russia	891	4	5	Netherlands	33	5	5	Switzerland	32	5
6	Germany	533	3	6	Switzerland	30	4	6	Czech Republic	27	4
7	Canada	528	3	7	Austria	25	4	7	Sweden	23	3
8	Brazil	518	3	8	Finland	18	3	8	China	19	3
9	Korea, South	495	2	9	United Kingdom	18	3	9	Russia	18	3
10	France	431	2	10	Belgium	17	2	10	Austria	18	3

Fonte: EIA, 2016.

O Top 10 do ranking de consumo está dividido igualmente entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Os países desenvolvidos como Estado Unidos, Japão, Alemanha, Canada, França e Coréia do Sul e países em desenvolvimento como China, India, Rússia e Brasil. No tangente as importações de energia elétrica, os países desenvolvidos são mais presentes, contando com Estados Unidos, Itália, Alemanha, Holanda, Suíça, Áustria, Finlândia, Reino Unido e Bélgica, tendo como país em desenvolvimento entre o top 10 somente o Brasil. Para a exportação de energia, Alemanha, Canadá, França, Suíça, Suécia e Áustria, são os países desenvolvidos mais presentes. Paraguai, República Tcheca, China e Rússia são os países em desenvolvimento que mais exportam no mundo. Importando 7,7% de todo seu consumo interno, a oferta interna de energia do Brasil tende a se reduzir (EIA, 2016).

De acordo com Guerreiro *et al.* (2007), de 2005 até 2030 o percentual de importação irá diminuir de 9% a 4%. Com as centrais de serviço público aumentando sua participação de 82% para 84%, autoprodução reduzindo de 9% a 8%, com um aumento de eficiência energética de 4%. Afirmando que:

A energia hidráulica segue mantendo a liderança entre as fontes de produção, porém, sua participação cai da elevada produção atual

(cerca de 85% em 2005) para pouco mais de 70% (considerando que grande parte da importação é de origem hidráulica: Itaipu e outras binacionais). Em contrapartida, a geração térmica convencional (nuclear, gás natural, carvão mineral) expande sua participação de 7% para cerca de 15%. As fontes renováveis (ou não convencionais) não-hidráulicas (biomassa de cana, centrais eólicas e resíduos urbanos) também experimentaram crescimento expressivo, passando a responder por mais de 4% da oferta interna de eletricidade (ZIMMERMANN *ET AL.*, 2010, pg.179 e 180).

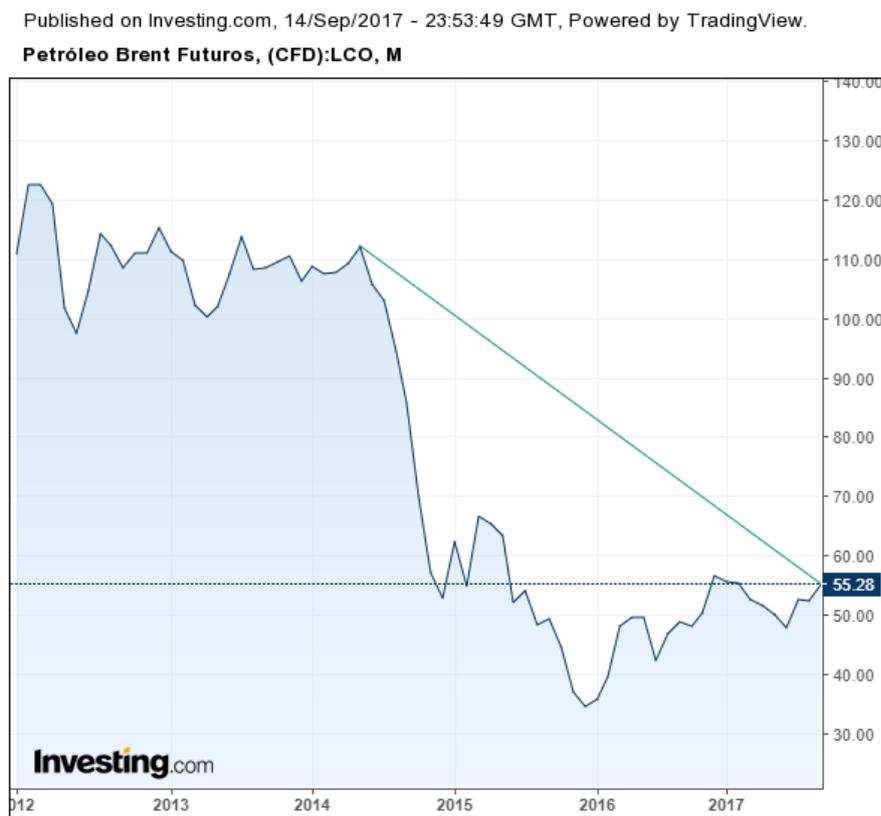
Outro ponto destacado pelos autores, referente a perspectiva de queda da importação de energia elétrica, está sustentada pelos autores na projeção da menor participação de fornecimento de energia ao Brasil à parte paraguaia de Itaipú (GUERREIRO *ET AL.*, 2007).

Deste modo, para Guerreiro *et al.* (2010), a dependência externa do Brasil em energia elétrica, definida como a relação entre o volume das importações líquidas, tem sua redução baseada na hipótese de crescimento na produção doméstica de petróleo e gás natural.

Ainda que uma aproximação para um preço de US\$44,27 por barril no início do segundo semestre de 2016 represente um sinal de recuperação, os investimentos neste setor da economia têm reduzido desde 2014, tendo apenas 6 projetos petrolíferos aprovados no mundo neste em ano em comparação com os 20 projetos aprovados por ano entre 2002 e 2013.

Em seguida, no gráfico 7, é possível acompanhar a evolução dos preços de petróleo entre o período de junho de 2015 e junho de 2016.

Gráfico 7 - Preço do barril de petróleo WTI entre 2012 e 2016



Fonte: Investing, 2017.

Outro aspecto responsável pela alteração das opções do mercado em utilizar energia renovável é refletido sobre a situação incômoda que a indústria petrolífera tem referente à variação do preço do barril do petróleo, que a partir da primeira metade do ano de 2011, segue constantemente em queda, saindo de um preço de US\$126,77 por barril, para uma queda drástica na segunda metade de 2012, para US\$ 90,65, subindo novamente para US\$ 114,77 e US\$116,90 entre os últimos semestres de 2012 e o primeiro de 2013, para nos próximos três anos oscilar até chegar ao preço de US\$28,58 no início de 2016 (INVESTING, 2016).

Analisando os preços do petróleo até setembro de 2017, sua viabilidade de produção e o número de projetos aprovados até 2013, e também analisando os preços comparados entre o kW-h das termelétricas de tipo fóssil e os preços por kW-h das placas solares fotovoltaicas, assim destaca Sweet (2015):

As petrolíferas precisam repor entre 5% e 8% da produção de petróleo a cada ano simplesmente para compensar a queda na extração de poços antigos, estimam os analistas. Atualmente, isso significa pelo menos cinco milhões de barris diários. Depois que o mercado absorver o excesso disponível hoje, a queda na produção em áreas que não estiveram no centro das atenções nos últimos

meses poderia empurrar os preços para cima nos próximos anos, prejudicando os consumidores e afetando o crescimento econômico, dizem investidores e executivos da indústria (SWEET, 2015, *on-line*).

Guerreiro *et al.* (2007), afirmam que os preços do petróleo tenderão a se reduzir, encetando uma estabilização dos preços entre €29 e €35 por barril até 2020 e 2030. Destacando assim que:

Com relação aos preços de petróleo, a tendência de queda no longo prazo em relação aos patamares atuais de justifica-se pelo equacionamento, dos fatores, tanto conjunturais como estruturais. Dentre os quais se destacam a situação extremamente conflituosa do Oriente Médio, o crescimento acentuado da demanda mundial de derivados, com ênfase em países como China e EUA e os sucessivos desastres climáticos que vêm abalando o mundo. Ademais, a baixa capacidade ociosa dos países da OPEP, o clima de apreensão generalizada com relação ao terrorismo internacional e, não menos importante, um ambiente altamente especulativo por parte dos investidores nas bolsas internacionais de petróleo, fazem crer, após tais equacionamentos, no aplainamento da linha de preços (GUERREIRO *et al.*, 2007, pg.69).

Mesmo que os preços do gás e do carvão se reduzam, até 2040 o preço da energia solar cairá 60% e a eólica tem perspectiva de queda de 41%. Mesmo que seja injetado 963GW de capacidade instalada de usinas de carvão até 2040, China, Estados Unidos e a União Europeia planejam ter suas matrizes energéticas formadas por energias renováveis. Sendo assim, até 2040, 73% dos investimentos em energia na China serão em empreendimentos renováveis, os Estados Unidos aumentarão em 50% sua matriz energética renovável, e a Europa irá ter 70% da sua geração de energética elétrica advinda das tecnologias renováveis, sendo que metade disto proveniente da energia solar (HENBEST e GIANNAKOPOULOU, 2016).

Investimentos partidos do BNDES têm auxiliado na redução do custo da energia renovável no Brasil, em 2017 a energia solar também está em pauta, com por exemplo, financiamento da usina de Pirapora, em Minas Gerais, projeto que de R\$529 milhões de reais que foi fomentado integralmente em TLJP. Com as vendas já contratadas para 20 anos, a usina tem em contrato a comercialização de 42 MW médios a um preço de leilão de R\$298,58 MW-h (BNDES, 2017).

Por conta dos investimentos do BNDES, entre 2003 e 2016, foram aprovados 87 projetos referente a energias renováveis, com custo total de

investimento de R\$28,5 bilhões de reais, somando uma capacidade de 10,7 GW (PAMPLONA, 2017).

De acordo com a Shankleman e Martin (2017), se reduziu o custo da energia fotovoltaica por kW-h em 62% desde 2009, afirmando que no Brasil, até 2020, este será mais barato que o carvão, sendo que no mundo o preço da energia solar será mais *barata* até 2025. Assim é possível concluir que o preço mais baixo da energia solar fará com que mais projetos de energia limpa sejam efetivados, e por consequência, fazendo com que o preço da energia solar se reduza ainda mais.

Atualmente, o Brasil tem nos preços (de leilão) da energia eólica a segunda forma de energia mais competitiva no mercado nacional – R\$179 por megawatt/hora -, ficando à frente da energia térmica a partir do carvão – preço de R\$210 por megawatt/hora -, e atrás da energia hidrelétrica – preço de R\$155 por megawatts/hora (CASTRO, 2015).

Respeitante ao custo de geração solar da energia elétrica por kW-h, Sweet (2015) afirma que o custo por quilowatt hora produzido nas usinas fotovoltaicas está na média de U\$0,05 centavos de dólar, enquanto da usina heliotérmica o custo fica entre U\$0,12 e U\$0,25, dependendo do empreendimento.

Em contraponto, Gladen (2015), destaca que apesar da energia fotovoltaica estar com um custo por kW-h mais barato que a da geração da energia heliotérmica, U\$0,05 da primeira contra U\$0,09 da segunda, quando os projetos heliotérmicos tomarem proporções de capacidade instalada como da energia fotovoltaica, aquele também chegará a patamares de custos menores. Assim especifica o doutor:

Comparando o valor LCOE (sigla para Custo Nivelado de Energia Elétrica) das usinas fotovoltaicas (FV) com as usinas HLT em uma base neutra: de acordo com NREL o valor da energia despachada pelas usinas CSP é U\$0,04 por kW-h maior que as usinas fotovoltaicas. Tendo em vista que novos projetos HLT com armazenamento na África do Sul, Chile e Marrocos assinaram os contratos de compra de energia em aproximadamente dez centavos de dólar por kW/h, a diferença de preço entre HLT e FV [...] é, portanto, mínima (GLADEN, 2015, *on-line*).

2.4.3. Preços da energia elétrica ao consumidor final

A RGE, através da CPFL¹⁷, gera energia elétrica advinda de fontes convencionais como as UHE e usinas de combustíveis fósseis (UTE), e também através de parques eólicos, solares, de biomassa (tendo como fonte a cana de açúcar) e das PCH, como pode ser observado no quadro 14, sendo distribuídos entre 11 estados, entre eles: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CPFL, 2015).

Quadro 5 - Unidade de geração de energia da empresa CPFL

GERAÇÃO	
CPFL Geração	UHE Luiz Eduardo Magalhães
	UHE Serra da Mesa
	UHE Foz do Chapecó
	UHE Campos Novos
	UHE Barra Grande
	Complexo Ceran: UHEs Monte Claro, Castro Alves e 14 de Julho
	9 PCHs: 6 (SP) e 2 (MG)
	2 UTEs (PB)
CPFL Renováveis	39 PCHs: 17 (SP), 9 (MG), 2 (MT), 6 (SC), 4 (RS) e 1 (PR)
	41 Parques Eólicos: 12 (CE), 35 (RN) e 4 (RS)
	8 Biomassa: 5 (SP), 1 (RN) e 1 (PR)
	1 Usina Solar (SP)

Fonte: Apadtado de CPFL, 2015.

Deste modo é possível observar a diversidade de fontes de geração de energia da CPFL, tanto do lado das energias tradicionais quanto de energia renovável.

Agora, ao observar os preços que a distribuidora RGE (Rio Grande Energia S/A) fornece para a região noroeste do Rio Grande do Sul, especificamente para cidade de Horizontina, e de acordo com os registros da ANEEL para o ano de 2016, como segue no quadro 15, os preços são:

¹⁷ 3º maior *player* privado, e também, até 2015, autodenominada a líder de segmento de energia renovável do Brasil.

Quadro 6 - Tarifa de classe de consumo residencial da RGE S/A

Descrição	R\$/kWh*
B1 – Residencial	0,44680
B1 - Residencial Baixa Renda	
Consumo mensal inferior ou igual a 30 kWh	0,15426
Consumo mensal superior a 30 kWh e inferior ou igual a 100 kWh	0,26444
Consumo mensal superior a 100 kWh e inferior ou igual a 220 kWh	0,39667
Consumo mensal superior a 220 kWh	0,44074

Fonte: Adaptado de Aneel, 2016

Comparados ao preço das usinas hidrelétricas de distribuição própria, como pode-se ver em seguida, no quadro 7, considerando uma média aritmética simples entre os preços das distribuidoras de energias das PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas) e das UHE (usina hidrelétricas de energia), que só fornecem energia a partir destas duas operações, dentre elas, a HIDROPAN (Hidroelétrica Panambi S.A), a UHENPAL (Usina Hidrelétrica de Nova Palma), a ELETROCAR (Centrais Elétricas de Carazinho S/A) e a CHESP (Companhia Hidroelétrica de São Patrício), é possível observar que os preços variam bastantes de acordo com o consumo.

Quadro 7 - Tarifa de classe de consumo residencial de concessionárias de energia hidrelétrica

Descrição	Preço da tarifa sem impostos por Distribuidora em R\$/kWh				Média
	UHENPAL	CHESP	HIDROPAN	ELETROCAR	
B1 – Residencial	0,58908	0,58191	0,54650	0,52791	0,56135
B1 – Residencial Baixa Renda					
Consumo mensal inferior ou igual a 30 kWh	0,20392	0,20158	0,18883	0,18255	0,19422
Consumo mensal superior a 30 kWh e inferior ou igual a 100 kWh	0,34958	0,34557	0,32370	0,31294	0,332948
Consumo mensal superior a 100 kWh e inferior ou igual a 220 kWh	0,52438	0,51836	0,48555	0,46940	0,499423
Consumo mensal superior a 220 kWh	0,58264	0,57595	0,53950	0,51156	0,552413

Fonte: Adaptado de Aneel, 2016

Concomitante a estes dados, observa-se que empresas e municípios que dependem das distribuidoras de energia hidrelétrica, e que consomem mais de

200kWh, ficam submetidas a custos maiores que os preços fornecidos pelas distribuidoras RGE - considerando que os impostos ainda não foram contabilizados.

Outro detalhe, é que, diferentemente das usinas hidrelétricas citadas no quadro 16, o preço por quilowatt hora da RGE, expostos no quadro 17, engloba todas as maneiras de geração de energia, incluindo a termelétricas, hidrelétrica e qualquer forma de geração de energia, o mesmo ocorre com a CPFL.

Comparando aos preços da CPFL do quadro em seguida, pode-se observar que os preços da RGE são mais viáveis do que os preços das outras concessionárias da CPFL.

Quadro 8 - Preço médio por kW-h residencial tarifa Grupo B1 companhia CPFL para 2016

Preço Médio kW-h	Distribuidora
0,441	CPFL Jaguari
0,466	CPFL Leste Paulista
0,475	CPFL Mococa
0,447	CPFL Paulista
0,411	CPFL Piratininga
0,521	CPFL Santa Cruz
0,486	CPFL Sul Paulista

Fonte: Adaptado de Aneel, 2017

O motivo disso está manifestado na propriedade que a própria Aneel tem de definir os preços de todas as distribuidoras de energia, sendo todos os valores homologados judicialmente. Os custos de consumo em R\$/kWh variam de acordo com a região do país. Como visto anteriormente no quadro 17, para as empresas do grupo CPFL que estão localizadas no estado de São Paulo, os preços são maiores que os preços da energia distribuídos pela RGE no Rio Grande do Sul. Fatores como a demanda, a densidade do mercado, a distância em quilômetros dos cabos de transmissão da energia e custo da energia comprada pelas distribuidoras, são alguns parâmetros incorporados pela Aneel. Assim, todas as tarifas estão sujeitas a reajustes e correções, a fim de manter o equilíbrio econômico-financeiro da concessão, assegurando a qualidade do fornecimento de energia elétrica (ANEEL, 2017).

2.5. TECNOLOGIA E INVESTIMENTO EM NOVAS BASES ENERGÉTICAS

Sendo os países desenvolvidos mais dependentes de bases energéticas fósseis, devido à maior demanda por energia, as alternativas energéticas tiveram um maior impacto nestes países do que em países em desenvolvimento. É difícil afirmar o ponto de equilíbrio da sustentabilidade figurando apenas essa relação entre tecnologia industrial defasada e inovações energéticas nos países em desenvolvimento, o que se pode afirmar é que, a inovação da energia alternativa advinda dos bens comuns (sol, ar, água) agrega valor aos índices de sustentabilidade quando o resultado é o combate à poluição, mas de modo geral, o país ainda não tem inovações para tecnologias mais limpas aplicada nos processos industriais mais antigos (CARVALHO E BARCELLOS, 2010, p. 112).

Cechin e Veiga (2010) completam afirmando que “No futuro não haverá escolha: no modus operandi, o processo econômico será um sistema autorrenovável em termos materiais, sendo necessário apenas o aproveitamento econômico da entrada de energia solar” (CECHIN E VEIGA, 2010, p.42).

A respeito da presença do capitalismo referente a sua capacidade de criar novos espaços dentro do desenvolvimento de novos arranjos, Schumpeter *apud* D’Avignon (2010) afirma:

Essas descontinuidades apareciam no setor industrial/energético e comercial, mas não na esfera das necessidades dos consumidores de produtos finais. As inovações, em geral, e a conseqüente mudança econômica seriam iniciadas pelos produtores. Os consumidores seriam educados por estes, ou seja, ensinados a desejar novos bens, diferenciados daquelas usados habitualmente. Apesar da importância de se considerar as necessidades dos consumidores como uma força independente e fundamental para o fluxo circular da economia, o empreendedor seria o grande motor das transformações (D’AVIGNON, 2010, p.226).

A partir desta explanação D’Avignon (2010) continua abordando sobre a importância da energia elétrica:

A energia elétrica como um bem básico, universalizado, pode ser usado como exemplo, assim como a criação de um número cada vez maior de produtos que utilizam a energia elétrica, gerando maior consumo e por sua vez maior demanda e assim por diante (D’AVIGNON, 2010, p.226).

Adentre os países desenvolvidos, Giambiagi e Schwartzman (2014) abordam sobre a redução da demanda dos Estados Unidos quanto ao consumo de

petróleo e a substituição deste pelo gás de xisto, bem como a adoção de novos controles ambientais que reduz a utilização dos derivados do petróleo para combustível. Por outro lado, países com marcos regulatórios precários, que estão se expandindo rapidamente a produção de petróleo, ou como ocorre no Brasil, onde a exploração do petróleo em águas profundas está gerando algumas crises ambientais significativas devido ao risco de poluição das águas, como a que ocorreu no Golfo do México, estão invadindo o mercado devido ao grande contingente de estoques de barris, desestabilizando o mercado através de estratégias pouco ortodoxas.

Acerca do desempenho energético do Brasil, principalmente depois que a Petrobras foi tomada por uma forte crise de corrupção, devido a políticas adotada anteriormente, como a redução artificial do preço da gasolina, reduziu-se a rentabilidade da produção, consolidando-se uma demanda maior por combustíveis alternativos (GIAMBIAGI E SCHWARTSMAN, 2014).

Sendo assim é fácil perceber que o aumento dos custos da produção de petróleo, repassados para os indivíduos, também enceta uma iniciativa de substituição de fontes de energia para outras alternativamente mais baratas considerando os custos de importação, para aqueles países que não possuem grandes reservas de recursos fósseis energéticos (GIAMBIAGI E SCHWARTSMAN, 2014).

Sachs (2008) compõe esse pensamento com a seguinte afirmação:

Há três vias fundamentais para a redução das emissões dos setores de energia: maior eficiência do uso da eletricidade (maior produtividade por quilowatt-hora); uma maior proporção de geração de eletricidade com fonte combustíveis não-fósseis (tais como a energia eólica, a energia solar, a energia hidrelétrica, a energia geotérmica, os biocombustíveis e a energia nuclear) e processos especiais de engenharia capaz e capturar o dióxido de carbono das centrais elétricas movidas a combustíveis fósseis e de armazena-lo com segurança, empregando uma tecnologia conhecida como captura e sequestro de carbono (CSC) (SACHS, 2008, p.126) .

O mesmo autor ainda explana que, tecnicamente, os efeitos econômicos resultantes da interação entre as fontes energéticas, principalmente em torno da inversão da matriz energética, são baseados no efeito renda e substituição, na elasticidade da oferta e na demanda, na renda das pessoas e no mercado, na taxa marginal de substituição técnica entre os kW-h de cada fonte de energia, nas

externalidade econômicas e nos custos de oportunidade da oferta energética, observando a relação de produtividade entre as fontes renováveis e exauríveis, o qual poderá resultar em um choque tecnológico, trazendo benefícios a vários setores da indústria no que tange a variabilidade dos estoques de todos recursos.

A energia solar - potencialmente a fonte energética mais abundante, segura e longa duração – é atualmente muito cara, mas é razoável supor que a P&D extensiva nas próximas décadas irá torna-la uma fonte de energia alternativa viável e muito atrativa em grande escala (SACHS, 2008, p.133).

Apesar de que, muito ainda deve ser feito, Franco (2010) explica:

O crescimento da produtividade tem sido extraordinário, historicamente. Com a mesma quantidade de recursos, hoje a gente produz mais valor agregado. [...]. Eu não sei se o sistema de preços vai antecipar a escassez desse recurso, qualquer que ela seja, e contornar o obstáculo, como no passado já foi feito (FRANCO, 2010, p. 115).

Schumpeter *apud* Giambiagi e Schwartzman (2014) para exemplificar o processo de evolução quando este diz que nas revoluções industriais é o capitalismo que tem capacidade absorptiva quanto a inovações, realização de empreendimentos e ao lucro para a introdução de uma nova mercadoria.

A introdução de um novo bem ou de um novo método de produção; a abertura de um novo mercado; a obtenção de uma nova fonte de suprimento de matérias-primas; ou o estabelecimento de uma nova organização setorial que são a base da inovação e do progresso (GIAMBIAGI e SCHARTSMANN, 2014, p.82).

As inovações tecnológicas adotadas em nosso sistema econômico atual provem de um paradigma energético adotado a partir a Revolução Industrial, no qual, de acordo com D'Avignon (2010, p.225), rompeu com a preferência pelas energias biológicas renováveis dos sistemas energéticos conhecidos até então. Desta forma, optou-se por bases fósseis, das quais impulsionaram o crescimento econômico.

Para altera este plano será necessário reduzir as incertezas¹⁸, característica, das mudanças tecnológicas, e adotar preceitos de ecoeficiência, incrementando

¹⁸ A noção de incerteza substitui a noção de probabilidade, o que significa uma admissão da incapacidade da sociedade de prever perdas catastróficas irreversíveis. A ciência se tornou crescentemente questionada pelo fato de levantar, nesses casos, mais dúvidas do que propor soluções. Foi isto que levou a sociedade a buscar segurança em meio à incerteza por meio do princípio da precaução (ROMEIRO, 2010, p.23).

inovações dentro de um mesmo paradigma de maneira à, como afirma D'Avignon (2010, p. 230), “diminuir o uso dos insumos, por meio de reuso, reciclagem e redução, tendo a mesma base tecnológica como referência”.

As medidas que devem ser adaptadas à sociedade, de modo que a sustentabilidade se torne uma escolha harmoniosa e costumeira, passar-se-á por uma reestruturação pungente no que tange as necessidades de preservação através de incentivos econômicos que encorajem os gestores públicos a coordenar, desde os sistemas das cotas de carbono, à redução das emissões de produção de eletricidade, até a reorganização dos métodos indústrias (D'AVIGNON, 2010).

Outro ponto de vista que sintetiza as afirmações acima são de Lutosa (2010) concordando que:

Se por um lado as tecnologias adotadas levaram à degradação ambiental, elas também possibilitaram maior eficiência no uso dos recursos naturais e a substituição de insumos no processo produtivo derivados de petróleo (LUTOSA, 2010, p.206).

O mesmo autor reforça que os limites ambientais do crescimento econômico, percebeu-se que não foi o crescimento que chegou no seu limite, mas, sim, o padrão tecnológico até então adotada pelos países industrializados (LUTOSA, 2010, p.206).

Neste turno, o desenvolvimento sustentável entra em vigor como o precursor da inovação tecnológica ambiental de modo a encetar a sustentabilidade no âmbito da produção industrial, modificando os ideais das pessoas e das empresas, seja através de regulamentações e políticas ambientais, seja através das iniciativas das firmas privadas (LUTOSA, 2010).

De acordo com o mesmo autor (2010, p.207), a mudança tecnológica na direção da sustentabilidade ambiental depende de outros fatores não econômicos, como o aumento da capacidade específica da firma, infraestrutura e mudanças institucionais. Desta maneira, as tecnologias ambientais com ênfase na eficácia da utilização dos recursos naturais, e nos padrões de diminuição da degradação do meio ambiente, ficam evidentes na correção dos problemas de produção em escala que visa à lucratividade sem proteger o ecossistema.

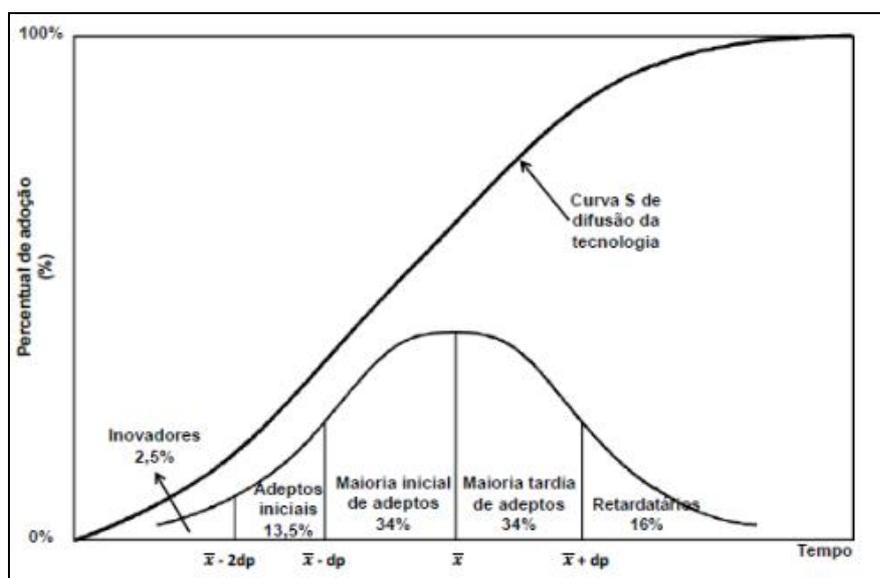
Corazza e Fracalanza (2004) fortalecem que a dinâmica tecnológica funciona como um motor do desenvolvimento das economias capitalistas, e que sobre um complexo de conhecimento práticos e teóricos, através de know-how, métodos, procedimentos e experiências absorvidas, se forma a evolução inovativa,

seja pelo aperfeiçoamento das rotinas, pela maximização da racionalidade substantiva ou da racionalidade processual. Sobreposto a emergência persistente de inovações em produto, processos, formas de organização, mercados e fontes de matérias-primas, por exemplo, o processo de busca engendra a transformação de acordo com os conhecimentos, experiências e tentativas (sucessos e fracassos), elencado ao conhecimento tecnológico, acumulados ao longo do tempo, que se firmam as trajetórias tecnológicas.

Entretanto, os autores confirmam que ao mesmo tempo em que se indaga sobre a abrangência positiva da tecnologia, e a relação desta com a economia e a sociedade, está baseada na interdependência entre as tecnologias, ou seja, a aceitação desta perante sua compatibilidade. Devido a rigidez das instituições em aceitar mudanças sobre processos já consagrados, poderá existir dificuldades para a implantação de sistemas tecnoambientais de implicação entrópica inovativa (CORAZZA E FRACALANZA, 2004).

Ao analisar o gráfico em seguida, observa-se que a linha da tendência de tecnologia, quando do uso desta para inovar, ilustra a difusão tecnológica através da aplicação da curva S em relação ao percentual de adoção de novas tecnologias de acordo com o avanço do tempo, neste caso, segmentando em quatro estilos de consumidores de inovação em: i) adeptos iniciais, ii) maioria inicial de adeptos, iii) maioria tardia de adeptos e iv) retardatários.

Gráfico 8 - Distribuição de adotantes de inovações



Fonte: CASTRO, 2017

Assim, KOZEN *apud* CASTRO (2017) – este utilizando o modelo matemático de Bass -, destaca a equação probabilística utilizada para determinar o mercado potencial de energia solar fotovoltaica em função do tempo, parametrizando tal cálculo através dos coeficientes de inovação (p) e de imitação (q), a qual é apresentada na Equação 1 a seguir.

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \quad (1)$$

Fonte: CASTRO, 2017

Onde:

F (t): função de distribuição acumulada

p: coeficiente de inovação

q: coeficiente de imitação

Para tanto, a trajetórias naturais em busca de evoluções de certas tecnologias e o aperfeiçoamento diante dos pontos fracos existentes eliminam aqueles agentes limitados, sobrepujados pelas melhorias mais eficientes com viés no desempenho do processo (CORAZZA E FRACALANZA, 2004).

Corazza e Fracalanza (2004) também definem a evolução da economia diante de uma comparação com a biologia frente a valorização dos recursos – mais especificamente pelas empresas na busca por posições diferenciadas no mercado:

Assim, quando se fala em evolução não se trata de um processo obrigatoriamente contínuo, uma vez que o evolucionismo econômico não implica exclusivamente uma perspectiva de mudanças graduais, mas é coerente com alterações abruptas, rupturas, revoluções (CORAZZA E FRACALANZA, 2004, p.138).

Lutosa (2010) afirma que a tecnologia ambiental esta elencada aos conhecimentos, técnicas, métodos, processos, experiências e equipamentos que permitam tornar mais saudáveis o usufruto dos recursos naturais, de forma a tratar qualitativamente os rejeitos industriais. Entre as tecnologias citadas estão às tecnologias para despoluir o ambiente, ou as chamadas tecnologias end-of-pipe¹⁹, utilizadas para remediar a poluição já ativa. A outra aplicação tecnológica esta

¹⁹ Tecnologias utilizadas no auxílio da despoluição do ambiente, geralmente usufruídas depois que a poluição já aconteceu, por exemplo, o uso de filtros em chaminés nas fábricas, para que assim, seja reduzido as emissões de material particulado.

relaciona a poupar os recursos materiais eco eficientemente, utilizando menos insumos, sejam matérias-primas ou energia. Já as tecnologias mais limpas, também consideradas de prevenção da poluição, apresentam coeficientes de emissão de poluentes por unidades de produto inferior à outra tecnologia utilizada. A tecnologia de controle está inserida em equipamentos que identificam a degradação através de monitoramento.

A mudança de padrão tecnológico atual na direção de padrões tecnológicos que degradam menos o meio ambiente é uma condição necessária para que o crescimento econômico possa ser contínuo, que, juntamente com uma distribuição mais igualitária dos benefícios desse crescimento, caminhe na direção do desenvolvimento sustentável (LUTOSA, 2010, p. 207).

D'Avignon (2010) explica que até a eclosão da crise econômica em 2007/2008 os investimentos em energias renováveis e em eficiência energética vinham crescendo:

Em 2004, atingiram US\$33 bilhões e foram multiplicados quase por 5 vezes em 2007, chegando a US\$148 bilhões, praticamente 10% dos investimentos com infraestrutura energética no mundo de acordo com a New Energy Finance [...]. Somente em geração de energia elétrica atingiu-se 42 GW de potência instalada, praticamente um quarto do total daquele ano, 190 GW (D'AVIGON, 2010, p. 238).

Os valores investidos em energias renováveis aumentaram em 2014, ante 2013, cerca de 17%, de acordo com o relatório da PNUMA. Ou seja, em 2014 houve um investimento mundial de 270 bilhões de dólares em energias renováveis, puxado pelas expansões das instalações solares na China e no Japão, e investimentos eólicos na Europa (FERRICHE E SARDI, 2015).

De acordo com Sawin (2017), em 2016 os investimentos em energias renováveis no mundo foram de US\$250 bilhões, 23% a menos que em 2015. Mesmo que a energia solar, juntamente com a eólica, represente 2% da demanda mundial de energia, houve um crescimento de 9% das energias renováveis em 2016 ante 2015, adicionando 164 GW de potência – de energias limpas - à matriz energética mundial.

Desta forma, a projeção é que até 2040 sejam investidos US\$ 7,8 trilhões em energias renováveis, 144% a mais que investimentos em energias fósseis, alternado a matriz energética mundial para que a geração de energia tenha 60%

advinda de operações de zero-emissão de carbono (HENBEST E GIANNAKOPOULOU, 2016).

Por exemplo, a cidade de Feldheim, na Alemanha, possui 128 residências, as quais são movidas a energia eólica, onde 47 turbinas geram cerca de nove milhões de quilowatts de energia cada por ano, suprimindo as necessidades da cidade domésticas, e comercializando 99% da energia gerada. Planeja para o futuro, a instalação de uma bateria com capacidade de armazenamento para ligar a cidade por dois dias, será utilizada caso fiquem sem energia por algum problema técnico, sendo outro exemplo de inovação ambiental (BOWEN, 2015).

Países que investem em tecnologias energéticas mais limpas, como: Dinamarca, com 42% de sua matriz energética proveniente da energia eólica; Portugal, o qual tem capacidade de energia eólica instalada de 5 gigawatts de potência para 10,5 milhões de habitantes; Alemanha, que gerou 55 gigawatts através de fontes renováveis, como a eólica, a solar, a hidro e a biomassa, o que significa 87% do abastecimento nacional total no dia 8 de maio de 2016; Uruguai, onde 98% da energia produzida do país é de origem solar, eólica, hídrica e da biomassa, reduzindo as emissões de CO₂ em 88%; Chile, que por 113 horas forneceu energia solar a custo zero aos consumidores e que até 2018 pretende que os metrô de Santiago operem utilizando 60% de energia solar; Noruega, que tem 24% da sua frota de carros movidos a energia elétrica – a maior do mundo –, sendo que até 2025 pretende não ter nenhum veículo movido a energia fóssil; Escócia, que investe em energia proveniente das marés, pretende atender as necessidades no país ofertando cerca de 400 megawatts de energia limpa até 2020, sendo que em 2016, 60 turbinas das 269, já estarão funcionando; e Áustria, que desde 2002 investe na construção de usinas solares, eólicas e de biomassa, bem como na reforma das hidrelétricas sobre o rio Danúbio, gerando mais de 35 mil postos de trabalho, onde a oferta energética proveniente de fontes limpas alcança 75%, sendo o maior estado do país, abastecido por 100% de energia renovável (GUADAGNIN, 2016).

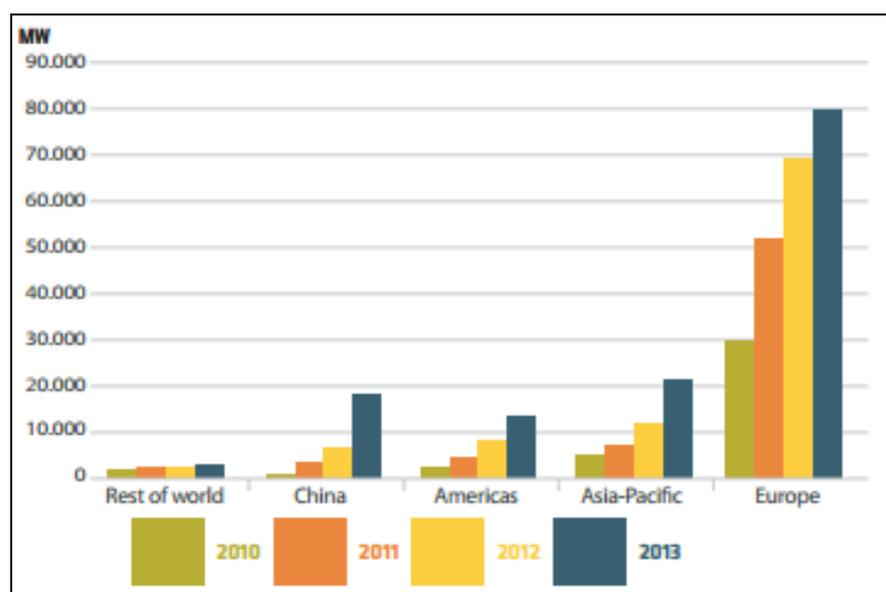
Neste patamar de inovação, a Dinamarca, que já tem perspectiva de que até 2020 terá 70% de sua energia gerada através de fontes renováveis, estabeleceu como meta para 2050 que 100% das fontes energéticas serão renováveis – atualmente chega a 25%. Utilizando-se em maior quantidade de energia eólica offshore, onde as turbinas são construídas no mar e se movimentam a partir dos

ventos marinhos, agora a Dinamarca, após uma reformulação política, começa a construir usinas eólicas em terra, subsidiando os moradores quando as instalações afetam o valor da propriedade, pois estas ficam muito próximas às residências das pessoas, e também, por lei, 20% da energia gerada deverá ser oferecido localmente, pois muitas vezes as usinas são construídas em consórcio com outros países. Ainda, devido ao alto custo de transmissão da energia, os municípios ajudam no rateio dos megawatts gerados, desonerados a população dos custos operacionais. A energia eólica se torna barata quando há muito vento, mas quando este escassa é necessário a aplicação de outras alternativas energéticas:

Quando não há vento suficiente, talvez haja sol. Por isso, a Agência de Energia Dinamarquesa esta investindo cada vez mais em energia solar. O resto da demanda por energia pode ser suprida com biomassa, somada à economia e a eficiência. [...]Desde de 1980 a economia dinamarquesa cresceu 78%, mas o consumo de energia permaneceu quase o mesmo (JEPPESEN, 2014, *on-line*).

Através do Gráfico 9 e da figura 14 é possível acompanhar a evolução do aumento dos investimentos em energia solar fotovoltaica, acompanhando o aumento dos megawatts instalados desde 2010 até 2013.

Gráfico 9 - Evolução da capacidade mundial instalada de energia solar fotovoltaica em 2013



Fonte: Braga et al., 2016

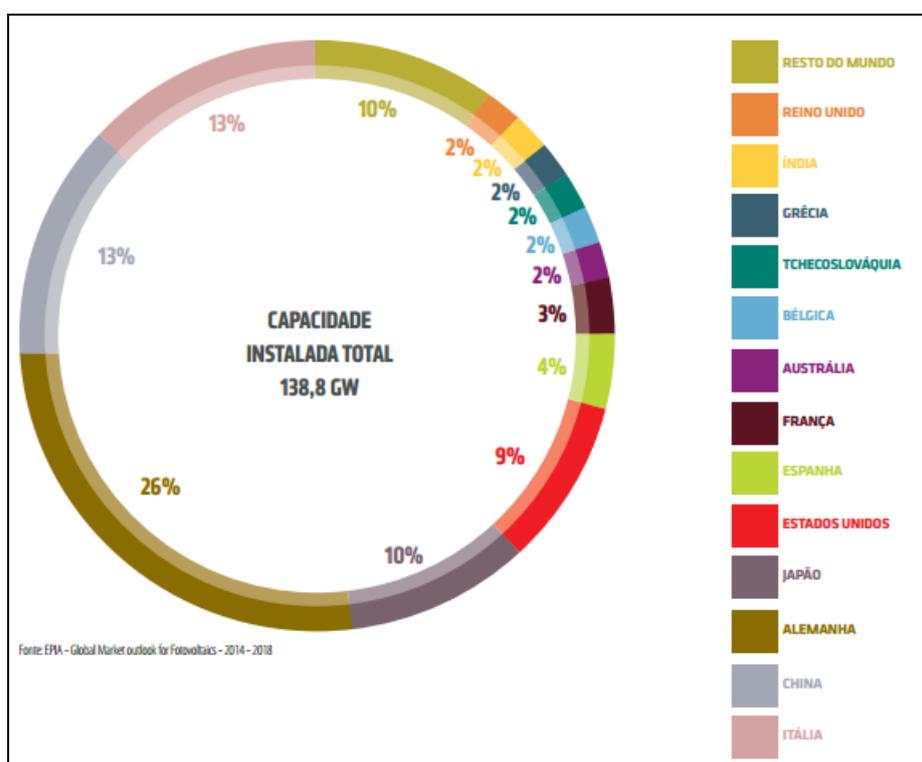
No final de 2009, a capacidade mundial instalada de energias solar fotovoltaica foi de 23GW. Até 2013, esta capacidade subiu 503,5%, ou seja, tinha-se

instalado no mundo uma capacidade de geração de energia solar fotovoltaica de 138,8GW, estrutura capaz de produzir 170 TW-h de eletricidade por ano, o equivalente a um terço do consumo brasileiro (BRAGA et al., 2016).

Já para 2015 foram computados 234 GW de capacidade instalada de energia solar no mundo, projetando que até 2050 11% da oferta mundial de energia seja através da geração solar (PORTAL BRASIL, 2016).

Para 2016 foram adicionados mais 75 GW de potência de energia solar no mundo, no qual a China foi o principal empreendedor, adicionando 34 GW, 45% do total inserido à matriz energética naquele ano (SAWIN, 2017).

Figura 14 - Distribuição da capacidade mundial instalada de energia solar fotovoltaica por países



Fonte: Braga et al., 2016

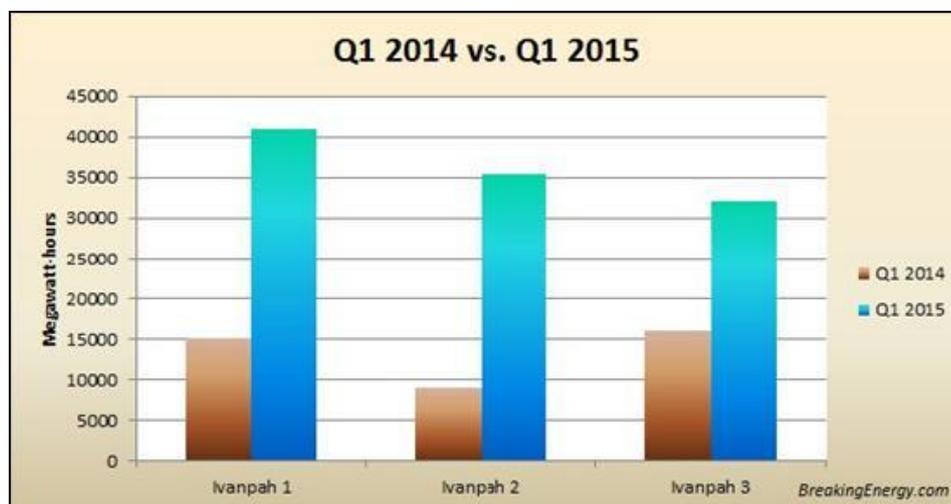
Como destacado anteriormente, devido a Alemanha ser pioneira mundial na pesquisa, desenvolvimento e instalação da tecnologia voltada a geração de energia solar, e considerando que este país depende de energias fósseis para suprir a demanda por energia elétrica, este investiu e subsidiou a implantação dos sistemas solares até se tornar o país com maior percentual de geração deste modelo. Com participação de 26% da capacidade instalada no mundo para o ano de 2013, este foi

seguido pela China com 13%, a Itália com 13%, o Japão com 10%, os EUA com 9%, a Espanha, com 4%, e a França, Austrália, Bélgica, Tchecoslováquia, Grécia, Índia e o Reino Unido, com 2%. O restante do mundo, participa com 10% (BRAGA, 2016).

Nos Estado Unidos, um grande investimento privado a se destacar é o projeto da usina heliotérmica Ivanpah, estimado em U\$2,2 bilhões de dólares, gerando energia para cerca de 140 mil casas e reduzindo o uso de fontes fósseis de energia. (SWEET, 2015).

No que condiz a capacidade de geração de energia, enquanto Sweet (2015) declara que a usina heliotérmica de Ivanpah, a maior usina heliotérmica construída atualmente, está gerando apenas 40% de sua capacidade desde que foi inaugurada, ou seja, em 15 meses gerou apenas 400.000 megawatts hora, quando o prometido foi um milhão de megawatts hora, Gladen (2015), afirma, baseado na declaração da BrightSource, que a produção de 970.000 megawatt hora só é esperada para daqui quatro anos. Como aponta o gráfico 10, em 2014 e 2015, é possível verificar que a geração de energia quase que triplicou em Ivanpah.

Gráfico 10 - Produção de energia elétrica heliotérmica em Ivanpah entre os primeiros trimestres de 2014 e 2015



Fonte: Braking Energy, 2016

Gladen (2015), continuando, afirma que as tecnologias fotovoltaicas e heliotérmicas são complementares, e não concorrentes. Para avaliar o papel de cada uma delas, o Doutor divide as duas categorias através da sua eficiência quando há ou não há sol para fazer as usinas funcionarem, afirmando que a energia

fotovoltaica atende as necessidades em horários de pico do sol, cobrindo o pico do meio-dia, mas não produzindo nada a noite, e a energia gerada da fonte heliotérmica poderá ser armazenada de forma mais eficiente, através do armazenamento térmico, com custos de armazenagem muito menores que das baterias eletroquímicas, utilizadas pela modelo de geração fotovoltaico.

Porém, pelo fato de as placas fotovoltaicas terem apelo maior comercialmente em comparação a alternativa solar heliotérmica, sendo que esta necessita de uma infraestrutura mais elaborada, precisa de combustível para começar a operação e, de um gerador e de um sistema de armazenamento térmico, a geração fotovoltaica tem seus preços mais acessíveis atualmente do que a energia heliotérmica (JANOUSEK, 2016).

Sobre o retorno do sistema fotovoltaico doméstico Janousek (2016) afirma:

O retorno de investimento para o usuário doméstico que antes era de cinco anos, hoje, pode estar em torno de três. Ainda precisa ser mais competitivo, mas à medida que as tecnologias avançam e os processos de fabricação se tornam mais eficientes, ele se torna mais acessível ao consumidor (JANOUSEK, 2016).

Países como Estados Unidos, Japão, Canadá e Holanda – que são considerados países desenvolvidos - e, China, Brasil, Índia e África do Sul – que estão entre os países convergentes -, também investem alto para a reestruturação energética, de acordo com o relatório do Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA) de 2014.

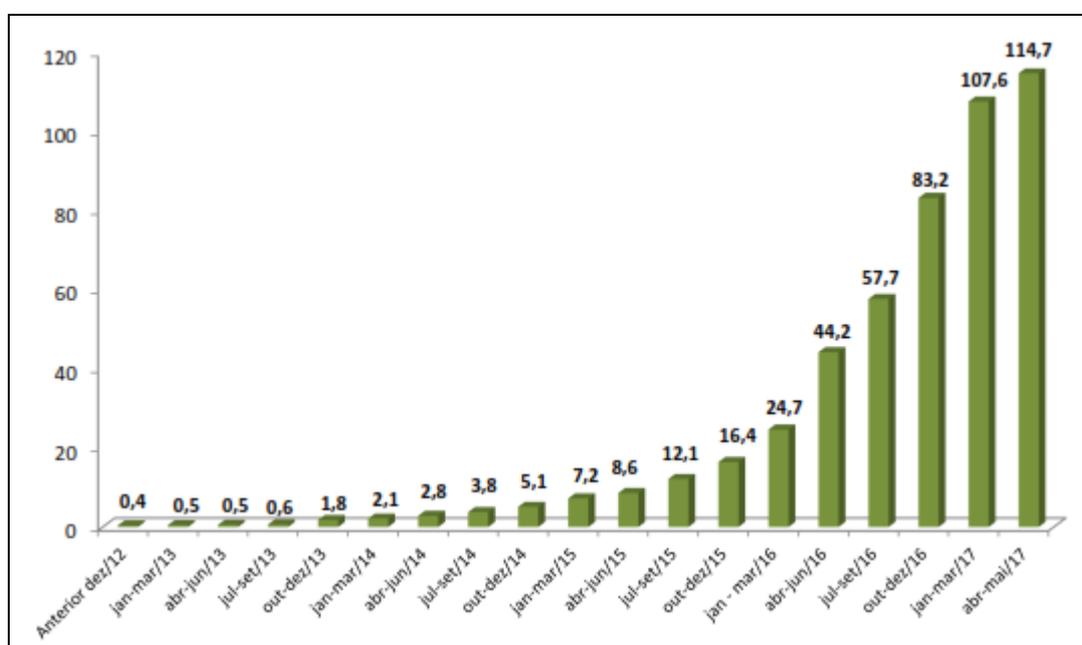
Para 2014, mesmo que o investimento do Brasil em energias alternativas foi inferior que outros países, apenas 20% da matriz energética brasileira é fornecida a partir de fontes fósseis. Já na China, mesmo investindo US\$83,3 bilhões de dólares, diversificando entre em solar e eólica, e com uma população de pessoas 6,8 vezes maior que a do Brasil, onde o consumo de energia de origem fóssil chega a 70%, mais precisamente através do uso de carvão, obviamente deverá ser investido mais recursos em novas obras de energia renovável, e assim renovar a base energética atual para uma base mais limpa (CASTRO, 2015).

Com a redução do investimento em biocombustíveis no Brasil, que em 2008 tinha recursos estimado em US\$8,3 bilhões de dólares, aumentaram-se os investimentos em energia eólica, cerca de 84% de todo capital investido em energias limpas. Com um aumento de 93% em 2014, ante 2013, os investimentos em energia

limpa chegaram ao valor total de US\$7,6 bilhões de dólares, ocupando 3% da oferta total mundial (CASTRO, 2015).

Para o setor solar no Brasil estima-se que até 2025 a capacidade instalada seja de 8,3 GW, e que 18% dos domicílios terão energia gerada através dos painéis solares em 2050 (PORTAL BRASIL, 2016). Mas a evolução da potência instalada no Brasil, mesmo tímida, evolui consideravelmente entre abril/junho de 2015 a abril/maio de 2017 - cerca de 1233,7% -, e 28.572% entre dezembro de 2012 e abril/maio de 2017, como afirma CASTRO (2017), e pode ser observado no gráfico 11, em seguida.

Gráfico 11 - Evolução da potência instalada (MW) até 25/05/2017



Fonte: CASTRO, 2017

2.6. ORÇAMENTO PÚBLICO, LEI DAS DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS, E A FONTE DOS RECURSOS PARA O INVESTIMENTO PÚBLICO

Com o objetivo de programar as despesas decorrentes da implantação da usina solar, esta deverá ter seus gastos registrados e adicionada dentro do orçamento do município, assim como as eventuais manutenções da usina, promovendo a utilização mais eficiente dos recursos dentro de um ponto ótimo das despesas públicas. Assim especifica Chavaglia Neto e Filipe (2011) sobre as empresas, mas que pode ser aplicada a gestão pública:

Em suma, a redução das magnitudes das externalidades negativas geradas é função direta, primeiro da boa governança dos recursos,

que depois, por sua vez gerarão boas práticas que conduzirão a eficiência da alocação dos recursos (CHAVAGLIA NETO E FILIPE, 2011, p.16).

De acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, Art. 165, caput. 2º, referente aos orçamentos públicos, este define:

A lei das diretrizes orçamentárias compreenderá as metas prioritárias da administração pública federal, incluindo as despesas de capital para o exercício financeiro subsequente, orientará a elaboração da lei orçamentária anual, disporá sobre as alterações na legislação tributária e estabelecerá a política de aplicação das agências financeiras oficiais de fomento (CONSTITUIÇÃO, 1988).

Como disposto no artigo 2º da Constituição Federal e na Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal) as diretrizes orçamentárias da União para 2017 compreendem:

I – as metas e prioridades da administração pública federal; II – a estrutura e organização dos orçamentos; III – as diretrizes para a elaboração e execução dos orçamentos da União; IV – as disposições para as transferências; V – as disposições relativas à dívida pública federal VI – as disposições relativas às despesas com pessoal e encargos sociais e benefícios aos servidores, empregados e seus dependentes; VII – a política de aplicação dos recursos das agências financeiras oficiais de fomento; VIII – as disposições sobre alterações na legislação e sua adequação orçamentária; IX- as disposições sobre a fiscalização do Poder Legislativo e sobre as obras e serviços com indícios de irregularidades graves; X – as disposições sobre transparência (LEI 13.408, 2016).

Deste modo, a leis das diretrizes orçamentárias tem por objetivo estimar as entradas e saídas das despesas municipais para o exercício do período estipulado, aos orçamentos fiscais, de seguridade social, e também, aos investimentos diretos e indiretos às empresas (LEI 3.715, 2016).

Ao procedimento quanto aos investimentos, este estão declarados na secção II (Das Despesas Fixas) do documento referente as diretrizes orçamentárias de Horizontina, artigo 5º, o qual apresenta um quadro das despesas totais fixadas, sendo o investimento uma despesa de capital, dividido em recursos vinculados e recursos livre (LEI 3.715, 2016).

Acerca das leis sobre os impactos ambientais e a ocupação do terreno, Jardim (2017) afirma que, mesmo que o município não tenha uma lei prevendo a utilização de energias renováveis ou mais limpas, nada impede que a Administração Pública se utilize de um determinado imóvel para a alocação de tal investimento,

desde que indicado pelo Plano Diretor do Município. É também imprescindível que se realize o estudo de impacto ambiental para a construção do empreendimento. Caso o terreno onde será instalada a mini usina fotovoltaica for uma propriedade privada, esta deverá ser desocupada remunerando o dono, com o valor de mercado à vista da determinada propriedade; caso do proprietário não concorde, será necessário ingressar como uma Ação juntando o Decreto Expropriatório.

2.7. POLÍTICAS AMBIENTAIS E ENERGÉTICAS

Outro aspecto importante sobre a manutenção da saúde do meio ambiente são a utilização de políticas ambientais os governos e as regulamentações adotadas, as quais são um dos fatores mais importantes para a indução de tecnologias cada vez mais limpas. Sendo aplicados os instrumentos de política ambiental, por sua vez, estas são providas de controle, regulando, regrido e padronizando diretamente a atenuação dos impactos ambientais, ou, como instrumentos econômicos, visam a internalização das externalidades. Existem várias vantagens indicando o método econômico como o mais eficaz, sendo que, a mais importante delas, é a geração de receitas fiscais e tarifárias.

Com base nas Leis de Nº 10.438 (2002), e a criação do Programa de incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), este tem por objetivo aumentar a produção de energia elétrica no Brasil, concedendo a empreendedores não societários de distribuidoras de geração, transmissão e distribuição, privilégios em empreendimentos de pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas, e projetos térmicos de biomassa (ANEEL, 2017).

De acordo com a ANEEL (2017) a Eletrobrás fica responsável pela elaboração das cotas de arrecadação, baseado no Plano Plurianual do Proninfa, e posteriormente encaminhado para a ANEEL. Os custos do programa são divididos entre os consumidores livres e cativos do SIN (exceto os usuários de baixa renda), e ainda afirma:

O valor de custeio do Proinfa é dividido em contas mensais, recolhidas por distribuidoras, transmissoras e cooperativas permissionárias e repassados a Eletrobrás. Do valor total do custeio para o programa, R\$2,4 bilhões serão recolhidos pelas distribuidoras, R\$206,1 milhões pelas transmissoras e R\$17,7 milhões pelas cooperativas. O cálculo das cotas foi definido com base no mercado verificado no SIN, no período de setembro de 2013 a agosto de 2014 (ANEEL, 2017, *online*).

Deste modo, a Conta de Desenvolvimento Energético tem o objetivo de incentivar a competitividade do setor energético renovável, impondo descontos nas tarifas de uso dos sistemas elétricos de distribuição, transmissão e de energia elétrica, conforme regulação da ANEEL, além de designar a Câmara de Comércio de Energia Elétrica (CCEE) como responsável à pagar os custos da gestão da movimentação dos recursos pelas instituições responsáveis por gerenciar os recursos financeiros, desenvolver programas de qualificação de mão de obra técnica, compensação tarifária para os mercados de eletrificação rural, permissionária ou concessionárias, indenizações e obrigações com modificações tarifárias (DECRETO Nº 9.022, 2017).

Por outro lado, Schimsheiny *apud* Vinha (2010) quanto ao principal agente responsável pela alteração no processo da mudança de padrão da economia sustentável, afirmando que a estrutura econômica não deve ser alterada, mas sim ajustada ao ritmo de transformação, e neste âmbito, onde o principal executor seria o empresariado.

Chavaglia Neto e Filipe (2011) corroboram indagando que:

Sob a ótica do produtor, este deverá combinar os fatores produtivos de forma que atenda a necessidade que “puxa” tal produção. Afinal, o atendimento das necessidades é a finalidade de toda e qualquer produção, atendendo também à necessidade econômica de tal produção. Porém, é do lado da oferta que surge a mudança, e o consumidor se adapta a tal mudança, que por sua vez deixa emergir novas necessidades (CHAVAGLIA NETO E FILIPE, 2011, p.35).

Corazza (2001) completa afirmando que a taxaço é muito mais eficiente economicamente do que a normatização, pelo fato de que o uso de uma tecnologia que polui menos, ou seja, que agride menos o meio ambiente, tem um custo marginal menor de despoluição do que o preço pago através do sistema de normatização.

Alternado o modo atual de alto consumo energético das linhas de transmissões tradicionais e através do incentivo à utilização de geração energética fotovoltaicas com alto desempenho e custos baixos na geração de energia limpa, já consolidadas no mercado, se eliminaria a necessidade de normatização sobre a poluição, por exemplo (CORAZZA, 2001).

Em relação ao crescimento econômico visando a economia verde Ardt (2010) sugere:

Muitos empresários veem a sustentabilidade como obstáculo e restrição. Já os ambientalistas pregam regulações e controles às empresas. Para os consumidores a mensagem ambiental prega a limitação do consumo, comprar menos, gastar menos, dirigir menos, compartilhar recursos e até fazer menos filhos, ou seja, sacrifícios e severidade (ARDT, 2010, p. 61).

Neste contexto, ainda para o autor, parece desconexo a ideia de que a sustentabilidade também trará recursos financeiros devido a incredulidade das agentes econômicos, mas a economia da ecologia não trata somente de retornos financeiros, mas também da qualidade deste retorno. Ainda é mais caro comprar bens com selos verdes, mas quanto mais pessoas adotarem este modo de vida, poderá ser incorporada um sistema de desenvolvimento em escala, não mundial, mas regional.

Lutosa (2010, p.211) conclui que, em longo prazo, a preservação ambiental aumenta a produtividade e, por fim, compensam os gastos com inovações ambientais, desde que os resíduos industriais sejam reutilizados e reciclados através da cogeração de energia e a diminuição do desperdício de materiais.

Assim sendo, como a má administração dos materiais afeta o preço dos produtos no longo prazo, onerando toda cadeia produtiva, tornando o resultado da produção ineficiente, as inovações e tecnologias ambientais resultantes da regulamentação tem melhorado o retrospecto econômico das indústrias, reduzindo a quantidade de materiais perigosos expelidos na produção, reduzindo os custos ao cumprimento do controle da poluição (Tecnologia de final de tubo), ou até mesmo melhorando o processo produtivo a fim de reduzir despesas com custos ambientais (Tecnologia de prevenção da poluição), gerando a partir do equilíbrio dos custos e receitas das empresas, um bem-estar social e uma economia sustentável não só para as firmas, mas também para as pessoas (LUTOSA, 2010).

Ainda que os investimentos ambientais da indústria dependam de regulamentações, pressões dos consumidores e stakeholders, devido ao objetivo principal da empresa ser o lucro, muito se fazem pelo meio ambiente através dos governos dos países desenvolvidos interessados em reaver o conceito econômico de produção clássico, incluindo projetos que influem diretamente na qualidade de vida das pessoas e no desenvolvimento sustentável, gerando empregos, diversificando o conhecimento técnico da mão de obra, gerando renda através de

gastos com o meio ambiente, e criando melhores condições de vida para a população (LUTOSA, 2010).

Por outro lado, Resende (2010) exemplifica dizendo que todos os custos sociais envolvidos na construção de uma hidrelétrica, ou de uma termelétrica de tipo fóssil, atualmente não tem os custos ambientais considerados pelas empresas, justamente por que o mercado é falho no tratamento dos bens comuns, e não é capaz de valorar estes impactos, como reitera Resende (2010) que “A preservação ecológica é um bem comum que só pode ser resolvido por taxaço” (ARDT, 2010, p.40).

Este mesmo autor ainda destaca que sozinho, o mercado não é capaz de solucionar os problemas - as metas básicas e que constituem as Promessas do Milênio -, pois o mercado privado não investirá em P&D, custeando tecnologias sustentáveis, tais como: energia limpa, criação de peixe ambientalmente segura, aperfeiçoamento do monitoramento e conservação da biodiversidade, até que a sustentabilidade se torne algo lucrativo.

De acordo com Romeiro (2010), é necessária uma ordem civilizacional, onde aqueles devem torna-se parte do ecossistema, sendo uma civilização do ter para uma civilização do ser, criticando que, ante os processos regulatórios, as pessoas individuais que devem se conscientizar, não comprometendo a resiliência do ecossistema, agindo coletivamente e se comprometendo a um comportamento altruísta de solidariedade intra e intergerações, esquivando-se do mal-estar do consumo excessivo.

Sachs (2008) alerta sobre a escolha das pessoas de adotar medidas públicas no que range políticas ambientais frente a cooperação global:

O mundo está enfrentando enormes problemas ecológicos e ambientais, mas o esgotamento dos recursos naturais não é a melhor maneira para descrever a ameaça. A terra possui os recursos necessários em energia, terras, biodiversidade e água para alimentar a humanidade e apoiar a prosperidade econômica a longo prazo para todos. O problema é que os mercados podem não fazer um uso inteligente e sustentável destes recursos. Não há um imperativo econômico que nos condene a esgotar a nossa base de recursos vitais, mas também não há nenhuma mão invisível capaz de evitar que façamos isso (SACHS, 2008, p. 64),

Feijó (2007) comenta em seu livro Desenvolvimento Econômico que tirar vantagem em proveito do hoje, sem promover uma perspectiva futura, utilizando uma cultura de desvio de produção pelo crescimento a qualquer custo, irá nos privar

de um desenvolvimento de bem-estar. Para tanto, as pessoas deverão abdicar de condutas enraizadas a antigas instituições e proliferar um choque de mentalidade em busca da produtividade, atingindo um patamar de crescimento econômico sustentável a partir de um “Aumento relativo no número de trabalhadores, elevação da poupança e do investimento, ganhos em educação, qualificação técnica e investimentos em P&D” (FEIJÓ, 2007, p.51).

Outros instrumentos políticos para estimular a adoção de energias renováveis complementares já foram amplamente utilizados no mundo, como a política de subsídios, o qual foi necessariamente adota para viabilizar a expansão das tecnologias de geração de energia renovável, como na Alemanha, onde, mesmo com o desaquecimento do mercado ne energia, teve uma adição de 1.700 MW de energia ao seu parque eólico, um crescimento de 8% entre 2007 e 2008 (D’AVIGNON, 2010).

A Dinamarca ²⁰– país com pouco mais de 5,5 milhões de pessoas e área de 42.952 km², ou seja, área semelhante à do estado do Rio de Janeiro²¹, mas com população quase três vezes menor que este - aposta na eficiência energética e no subsídio as empresas que se utilizam de fontes renováveis de energia. Em 2010 teve 10% dos *royalts* das receitas de exportação direcionadas para a tecnologia energética. Assim sendo, para se tornar líder mundial neste setor, o país investe constantemente em pesquisa e financiamento em: fontes renováveis, eficiência tecnológica e sistemas de aquecimento renováveis, o que gerará de 6 a 8 mil postos de trabalho nos próximos anos (JEPPESEN, 2014).

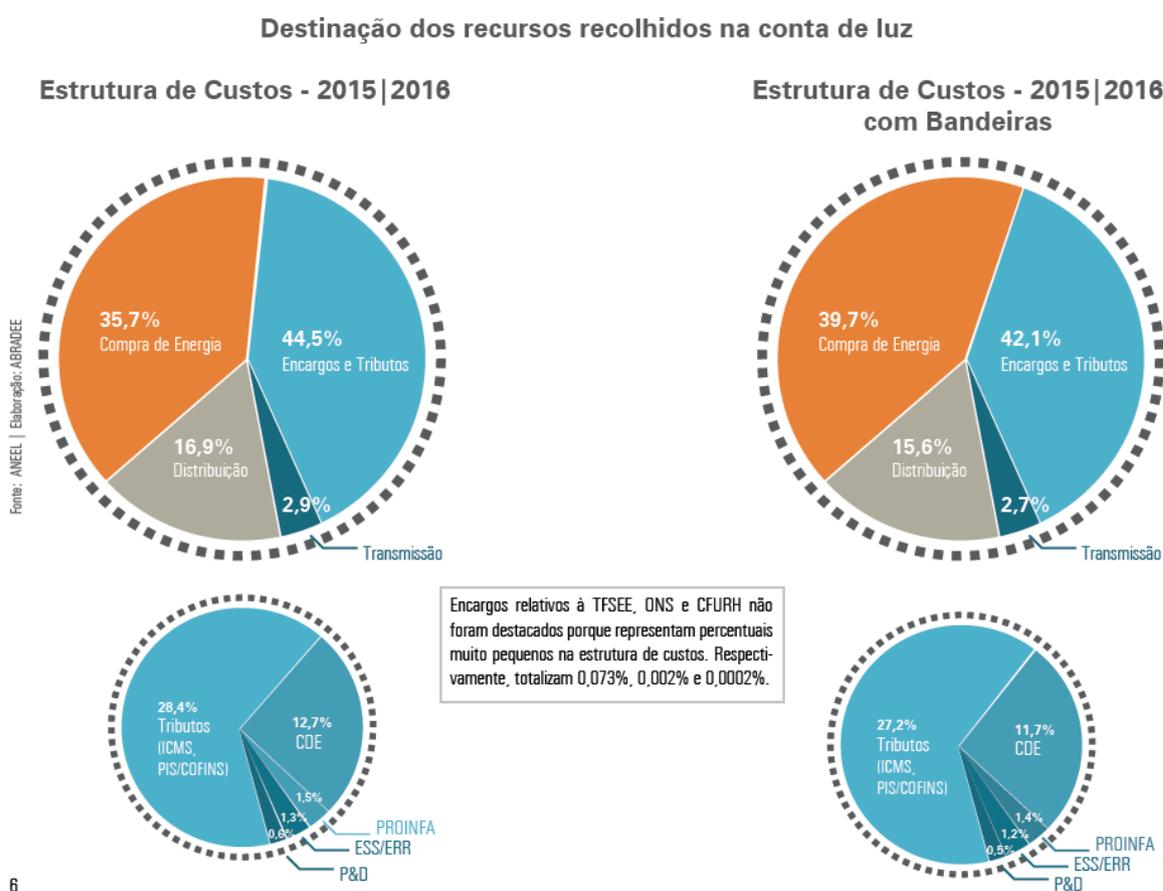
De acordo com Le Corre *et al.* (2017), incentivos fiscais, explícitos como redução do ICMS e PIS/CONFINS e a redução do imposto de importação de 14% para 2% têm aumentado, ou implícito, como a estrutura de incorporação da tarifa na

²⁰ A Dinamarca é uma das monarquias mais antigas do mundo, com uma história que data da Era dos Vikings, por volta do ano 1000. A sociedade dinamarquesa está fundamentada na Constituição Dinamarquesa de 1849 e, desde então, o sistema político tem sido caracterizado por soluções amplas, através das divisões políticas. Muitas vezes, a Dinamarca é citada como um dos melhores países do mundo para se viver. O forte estado do bem-estar social garante a igualdade econômica e a virtual inexistência de corrupção, enquanto que sondagens têm mostrado repetidamente que os dinamarqueses estão entre os povos mais felizes do mundo. (Denmark, 217, *on-line*). PIB da Dinamarca em 2014 foi de US\$ 346,12 bilhões (Trading Economics, 2016).

²¹ Produto Interno Bruto do estado do Rio de Janeiro, em 2013: taxa de variação do volume de 1,2% e valor estimado de R\$ 626 320 milhões, sendo R\$ 533 081 milhões referentes a Valor Adicionado e R\$ 93 239 milhões aos impostos líquidos (CEPERJ ET AL., 2015, *on-line*).

conta de energia, tem aumentado a expectativa para a instalação de empreendimentos solares no Brasil. Como pode ser observado na figura a seguir, constata-se que entre 44,5% e 42,1% do custo na energia são encargos e tributos, sendo que, de 28,4% a 27,2% são referentes a ICMS e PIS/Cofins, 12,7% a 11,7% referente ao CDE (Conta de Desenvolvimento Energético²²), 1,5% a 1,4% ao PROINFA (Programa de Incentivos a fontes alternativas²³), 1,2% a 1,3% destinado ao ESS/ERR (Encargos de Serviço do Sistema), 0,5% a 0,6% ao P&D.

Figura 15 - Estrutura de Custo Energia Elétrica



Fonte: ABRADDEE, 2017

Foi estimado que até 2024 a capacidade de geração de energia solar na rede distribuída chegará a 3 GW de potência, abrangendo praticamente 2% da demanda de pico do Brasil. Outro fator que corrobora para o crescimento da

²² Propiciar o desenvolvimento energético a partir das fontes alternativas; prover a universalização do serviço de energia; subsidiar a tarifa dos consumidores residenciais de baixa renda (ABRADEE, 2017).

²³ Subsidiar as fontes alternativas de energia, em geral mais caras que as fontes convencionais (ABRADEE, 2017).

importância da energia solar no país foi o aumento para quase 10.000 novos empreendimentos até abril de 2017. Os motivos principais além dos incentivos fiscais são os novos regulamentos a Aneel, principalmente nas normas de compensação de energia (net metering). A venda direta do excedente de energia para a venda ao mercado liberalizado também está em pauta, sendo criado um estudo de viabilidade e impacto, com a implementação da expansão das linhas de crédito par estimular o mercado de energia solar.

Le Corre *et al.* (2017), destaca abaixo como a instalação de novos empreendimentos em energia solar podem afetar o mercado de energia:

Com a diminuição das receitas, empresas de energia elétrica tendem a buscar a recuperação de seus custos, pedindo um aumento nas tarifas de energia para os consumidores convencionais. Isso cria um subsídio cruzado implícito entre os dois grupos de consumidores, os que produzem energia descentralizada e os que não, e aumenta ainda mais a relativa atratividade dos sistemas de energia solar descentralizado, alimento um ciclo vicioso (LE CORRE ET AL., 2017, p.10).

2.8. RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

Inerente à utilização dos recursos naturais, sejam eles renováveis ou não renováveis, as externalidades causadas pela má utilização dos recursos, como a poluição do ar e da água, as distorções climáticas, o desmatamento das florestas e o uso intensivo do solo sem o tratamento adequado, geram custos sociais que, a favor de um indivíduo, gera o mal-estar da coletividade.

Os leitos dos rios, onde muitas vezes são despejados dejetos industriais, que tem como capital natural a água, que após sofrer a contaminação química, através dos sedimentos tóxicos eliminados pela produção fabril, a torna imprópria para o consumo, é um exemplo de impacto ambiental. Sendo incapaz de suprir a necessidade do ser humano, é necessário que seja feito um tratamento para esta poder ser consumida novamente.

Segunda Sachs (2008), as externalidades ambientais, causadas pela integração entre as manufatura e recursos naturais, volta seu foco para a degradação dos recursos necessários para a manutenção da vida dos seres que aqui habitam. A cada ano são relatados mais problemas relacionados a poluição. De um lado, afetando saúde pulmonar das populações, a contaminação dos alimentos, a depreciação das florestas, a possibilidade de infecções e *víroses* provenientes da má qualidade da água – causados pela emissão de dióxido de enxofre -, e por outro

lado, a erosão das estruturas construídas pelo homem. É fato que apenas tecnologias de correção de rota, como os métodos de *end-of-pipe*, ou tecnologias de fim de túnel, não vão solucionar o problema da poluição.

De acordo com a resolução Conama nº 1 de 23 de janeiro de 1986, um impacto ambiental consiste em:

Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I) a saúde, a segurança e o bem estar da população; II) as atividades sociais econômicas; III) a biota; IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V) a qualidade dos recursos ambientais (SILVEIRA, 1986, *on-line*).

Deste modo, os impactos ambientais são causados pelas externalidades negativas provenientes da má utilização dos processos industriais e empresariais, da despreocupação dos gestores e dos indivíduos perante a contaminação dos recursos naturais utilizados para a subsistência dos seres vivos, como a água, o solo e o ar. Assim, de acordo com D'Avignon (2010), sendo o impacto ambiental o resultado da alteração dos elementos da natureza, este autor destaca:

Os bens livres anteriormente abundantes, como água e ar limpos, se tornavam raros nos grandes centros industriais e passam a necessitar de tratamento, mobilizando mais uma vez recursos energéticos para serem utilizados pela própria indústria e pelos habitantes das cidades. O progresso tecnológico baseado principalmente na diminuição de custos, ampliação dos sistemas energéticos, no aumento da escala e estímulo ao consumo gera uma pressão permanente sobre o meio ambiente (D'AVIGNON, 2010, p.225).

Pelo véu tecnológico, é possível afirmar que os impactos poderão ser reduzidos inserindo tecnologias que reduzem, controlem, amenizem e eliminem os resíduos expelidos no meio ambiente. Mas considerando o processo de destruição criadora adota por Schumpeter, sendo necessário produzir a tecnologia através de mecanismo que poluem, é de extrema importância que as tecnologias produzidas sejam eficazes, não somente para o lucro do empresário, mas que se intensifique a associação desta evolução dinâmica para os vários setores da economia, tendo como base, por exemplo, sistemas energéticos sustentáveis (D'AVIGNON, 2010).

O desenvolvimento sustentável combina altos níveis de prosperidade com baixos impactos ambientais a fim de prospectar prosperidade econômica com sustentabilidade ambiental. Em curto tempo deve-se adotar práticas de tecnologias

sustentáveis, estabilizando a população global – principalmente nos países mais pobres -, e ajudar estes países a escapara da armadilha da pobreza, destaca Sachs (2008).

Seja de forma direta ou indireta, os impactos ambientais deveriam ser analisados considerando a precificação destes, valorando seus efeitos nos vieses econômicos e sociais (MOTTA, 2006).

2.8.1. Falhas de mercado e precificação dos recursos naturais

Na construção de barragem das pequenas centrais hidrelétricas, por exemplo, quando esta perturba o *status quo* das populações de pescadores e pequenos agricultores que vivem no entorno do rio, ou quando da falta de oferta de energia daquelas, que afetam negativamente a saúde das pessoas indiretamente, através da ativação das usinas a carvão, a valoração da externalidade deve estar embutida nos custos totais da empresa, como forma de avaliar o efeito que aquela alteração causada pela modificação da economia local. Sobre essa colocação, assim avalia Motta (2006) “[...] A tarefa de valorar economicamente um recurso ambiental consiste em determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas devido a mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação de uso ou não uso” (MOTTA, 2006, p.13).

Ainda obre o viés de valoração, visando as funções que relacionam o método da produtividade marginal sugerido por Motta (2006), onde existe uma relação entre os insumos privados e os recursos ambientais em função da produção, este autor destaca:

[...] As funções de dano nem sempre são de fácil utilização, tendo em vista que a complexidade da dinâmica dos ecossistemas ainda não é suficiente conhecida para que se possam estabelecer relações precisas de causa e efeito, tornando complexa a estimação da função de dano (MOTTA, 2006, p. 17).

Motta (2006) ainda afirma que existe a possibilidade de se valorar um bem privado que se utiliza de um bem comum, baseando o seu método relacionado a precificação de propriedades. Assim o autor corrobora que “Por intermédio de uma função denominada função hedônica de preço pode-se estimar o valor dos atributos de um ou vários bem e serviços ambientais implícitos no valor de um bem privado” (MOTTA, 2006, p. 20).

Assim, através da taxonomia do valor econômico, Motta (2006) determina os valores de uso e de não uso sobre os bens e serviços ambientais. Dividindo valores de uso em: valor de uso direto (exploração do recurso hoje), valor de uso indireto (apropriação indireta) e valor de opção (apropriação futura). E equiparando os valores de não uso a valores de existência (com ênfase em questões morais, culturais, ética e altruístas), pode-se encetar a valoração econômica dos recursos ambientais relacionando estes métodos aos estudos microeconômicos do bem-estar, os quais afetam o consumo das pessoas através da determinação dos custos e benefícios sociais referente a decisões de empréstimos públicos.

Sachs (2008) afirma que, no que tange a responsabilidade sobre que deverá tomar a iniciativa para ter se garantir um maior desenvolvimento da sustentabilidade, ao passo que o mercado não poderá solucionar sozinho tais problemas, incentivos especiais deverão estimular a adoção de tecnologias sustentáveis. Portanto custear o P&D sobre as tecnologias sustentáveis, tais como energia limpa, através de ações governamentais, será de alto ajuda para as pessoas, como cita o autor “Em todos os estágios do desenvolvimento, o governo deve também cuidar para que as condições básicas de funcionamento de uma economia de mercado sejam proporcionadas” (SACHS, 2008, p.263).

Young (2010, p. 135) ainda reforça que, não são levadas em conta as perdas dos ativos não produzidos decorrentes do processo de exaustão (a diminuição das reservas naturais dos recursos em questão, reduzindo sua disponibilidade para o uso futuro). O Sistema de Contas Nacionais considera a depreciação de capital produzido no curto prazo em sua contabilidade, de modo a garantir níveis satisfatórios de acumulação e preservação de riqueza através de capital líquido e não líquido, objetivando a produção constante e a proximidade com o pleno emprego, onde a substituição de capital gera custos para a manutenção da produtividade da sociedade, não contabilizando as perdas do capital natural. (YOUNG, 2010, p.135)

A economia ecológica sustenta a democratização da utilidade de cada matéria-prima retirada da natureza. Obviamente existe o custo de extração do recurso natural e até mesmo a valorização de determinado produto que tem aquele material como composição, mas, para coordenar a real valoração do capital natural, será necessário mensurar a degradação à capacidade de exploração de cada recurso. Concomitante à disponibilidade destes materiais para o futuro, devemos

classificá-los para a melhor elaboração de suas perspectivas e para o planejamento de sua utilização (MOTTA, 2006).

2.9. TERMOS ECONÔMICOS

Esta seção é dedicada a tratar sobre os termos econômicos, ambientais e sociais que serviram de base para estruturar o estudo corrente do projeto, definindo seu conceito e a eventual aplicação destes dentro da pesquisa, sendo eles: o *payback descontado*, o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o custo de oportunidade, os tipos de custos de produção e o nível de produção, as externalidades e, os efeitos renda e substituição.

2.9.1. Valor presente líquido (VPL), taxa mínima de atratividade e payback descontado

Para que o capital investido não seja desperdiçado é necessário que seja feito um cálculo baseado na geração de fluxos de caixa futuros (SAMANEZ, 2007). Utilizando o método de VPL, que tem por finalidade medir o valor presente dos fluxos de caixa gerados ao longo da vida útil do projeto, “reflete as preferências entre consumo presente e consumo futuro e a incerteza associada aos fluxos de caixa futuros” (SAMANEZ, 2007, pg. 180).

Samanez (2007) ainda explica que conceitos contábeis mais simples diferem de método de cálculos econômicos de medição de renda e criação de valor como destacado a seguir:

“Os critérios de seleção que não utilizam fluxos de caixa, como [...] o método de retorno sobre o investimento (ROI)”, aplicam conceitos contábeis que [...] não são apropriados para medir renda econômica e criação de valor geradas por uma alternativa de investimento” (SAMANEZ, 2007, pg. 179)

Através da utilização de uma taxa de desconto na fórmula do cálculo do VPL, a qual é definida como a taxa de custo de oportunidade do capital, esta deverá ser selecionada de acordo com o retorno do capital que se gostaria de ter investindo em outro ativo, como defini Pindyck e Rubinfeld (2010) “A resposta depende das formas alternativas de [...] utilizar seu dinheiro. O valor correto de R (taxa de desconto) é o retorno que a empresa poderia obter em um investimento semelhante. [...]. Significa investimento que apresenta igual risco” (PINYDCK E RUBINFELD, 2010, p. 499).

Portanto, é possível afirmar que o VPL calcula a valorização do ativo frente aos fluxos de caixa que este teve durante um período de tempo, e este só será benéfico no momento em que o VPL for igual o maior que zero a partir das entradas de fluxo (EF) em relação a taxa de juros. O cálculo é mostrado a partir da Equação 2 a seguir:

$$\sum_{x=1}^n \frac{\text{valores}}{(1+\text{taxa})^x} \quad (2)$$

Fonte: Excel, 2017

A taxa mínima de atratividade (TMA) – também podendo ser a taxa de custo de capital, ou taxa de desconto – é uma estimativa definida pelos empreendedores em relação ao retorno que se quer de um determinado investimento, deste modo, avaliando componentes como: o custo de oportunidade, o risco do negócio e a liquidez do caixa do investimento é definida a menor taxa que uma empresa tem para avaliar um investimento (CAMARGO, 2017).

O *payback descontado* é o indicador financeiro que apresenta como resultado o tempo necessário para o retorno do investimento inicial. Seu cálculo utiliza uma taxa de retorno descontada, ou o custo do capital, a qual é definida pelo próprio investidor como um parâmetro de remuneração do seu capital, e se utiliza métodos como o VPL e a TIR para encontrar o resultado. Consistindo basicamente em determinar o tempo onde será recuperado o montante investido (SAMANEZ, 2007).

Sobre o *payback descontado* Laponi (2006), complementa:

Se o VPL for calculado com uma taxa requerida k menor que a TIR do mesmo fluxo de caixa, então o *VPL* será positivo, maior do que zero. Dessa maneira, não será necessário completar exatamente o prazo da análise n do projeto para recuperar o capital investido e remunerado à taxa requerida k menor do que a TIR. Haverá uma data menor do que n para a qual o capital será recuperado e remunerado com k . No restante do prazo de análise, dessa data denominada *payback descontado*[...] até a data final n , o projeto acumulará valor criado (LAPPONI, 200, pg.405).

Sobre a decisão final sobre o resultado do *payback*, Laponi (2006), afirma que é necessário definir o TMT (Tempo Máximo Tolerado) para recuperar o investimento, ou seja, um prazo mínimo determinado pelo empresário onde, se o *payback descontado* for maior que TMT o projeto não deverá ser aceito.

Assim, o payback descontado se complementa com VPL, pois, para calcular aquele, é necessário que se determine a taxa de custo de capital, a qual é uma individualidade de cada investimento e também já esta definida na própria equação da VPL. Assim sendo, quando o valor presente superar o investimento inicial investido, haverá então o tempo de recuperação do investimento (SAMANEZ, 2007).

Deste modo, Pindyck e Rubinfeld (2010) definem “O investimento deverá ser realizado se o valor dos fluxos de caixa futuros esperados do investimento for maior que os custos do investimento” (PINDYCK E RUBINFELD, 2010, p. 499).

2.9.2. Taxa interna de retorno (TIR)

Este indicador tem como objetivo de encontrar uma taxa intrínseca de rendimento através do percentual de retorno do investimento sobre o capital quando o Valor Presente Líquido que anula VPL. Quanto maior a TIR aplicada a um fluxo de caixa futuro enquanto a VPL for zero maior será o aumento do ativo, constituindo assim o ponto de equilíbrio econômico do projeto (SAMANEZ, 2007).

De acordo com Samanez (2007) “[...] a TIR é taxa de retorno do projeto de investimento. O método da TIR não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a determinado custo de capital, [...], como a VPL, mas, ao contrário, seu objetivo é encontrar uma taxa intrínseca de rendimento” (SAMANEZ, 2007, p.180).

Devido a eficiência da TIR em indicar a atratividade econômica do projeto, conjuntamente com os fluxos de entradas e saída da VPL, identifica-se se o investimento é factível partindo do pressuposto de que se a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade (taxa de desconto da VPL) o investimento será viável (OLIVEIRA, 1979).

Lapponi (2006) ainda comenta sobre o processo de decisão de se aplicar a TIR:

O procedimento de decisão da TIR se aplica somente num fluxo de caixa cujos capitais apresentam uma única mudança de sinal. Considerando que a TIR do fluxo de caixa de um investimento zera o VPL do mesmo fluxo de caixa, da comparação dos resultados da TIR com os métodos do VPL se deduz que, se a taxa requerida [...] for menor que a TIR do fluxo de caixa, então o VPL do investimento será maior que zero, e se a taxa requerida [...] for maior que a TIR do fluxo de caixa, então o VPL do investimento será menor que zero (LAPPONI, 2006, pg.402).

O mesmo autor ainda destaca:

O ponto forte do método da TIR é retomar uma medida relativa, uma taxa efetiva de juro. O que faz com que a TIR seja fácil de ser comunicada e, aparentemente, bem compreendida por muitos. Entretanto, ao aceitar o resultado da TIR, se subentende a aceitação de um grupo de premissa que diminuem as vantagens desse método. Maiores cuidados devem ser tomados se os capitais do fluxo de caixa apresentarem mais de uma mudança de sinal [...] (LAPPONI, 2006, pg. 403).

Na figura abaixo pode-se observar a Equação 3 matemática da TIR:

$$0 = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Fc_t}{(1 + Tir)^n} \quad (3)$$

Fonte: Excel, 2017

2.9.3. Custo de oportunidade

O custo de oportunidade é viabilizado quando, o indivíduo ou empresa, deixa de realizar um investimento para fazer outro investimento. Assim sendo, este custo é avaliado diante das oportunidades perdidas quando se opta por um investir na opção A, e não na opção B, medindo o retorno do investimento da opção A, quando este foi o investimento efetivado, em relação ao investimento deixado de lado, no caso, a opção B (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

Pindyck e Rubinfeld (2010, p. 194) definem o custo de oportunidade como os custos associados a oportunidades perdidas quando os recursos de uma empresa não são bem utilizados. Ou seja, feito o investimento A, e após a sua aplicação, foi observado que o investimento B seria vantajoso, de maneira que no investimento B os recursos seriam melhor utilizados.

Da mesma forma, abrir mão de um investimento no presente para o fazer no futuro, também é um custo de oportunidade se considerarmos um investimento no presente, principalmente do tocante a taxa de juros futuras ou retornos futuros esperados, quando o investimento tem possibilidade de ser mais vantajoso no futuro (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

2.9.4. Custo total, fixo, variável, médio e marginal

Os custos de produção são mensurados para determinar quanto que será gasto durante o processo de produção de determinado bem ou serviço. Deste modo, baseado na quantidade produzida, se determinará o valor de cada custo (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

O custo fixo sempre será o mesmo, pois são gastos fixados mensalmente. O custo variável é aquele que depende da quantidade produzida. O custo total é determinado a partir da soma entre o custo fixo e a variável. O custo médio é definido a partir do custo total dividido pela quantidade produzida. Já o custo marginal é determinado através da diferença dos níveis de produção, e mostra a diferença do custo total ao se incrementar uma unidade a mais na produção. Exemplo de custo marginal: Se se produz uma unidade a um custo total de 10, e duas unidades a um custo total de 12, o custo marginal é igual 2 (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

2.9.5. Produto total, médio e marginal

O produto está relacionado a produção de uma mercadoria no que tange a capacidade de produção de cada fator de produção de mão de obra em relação ao capital, ou seja, qual quantidade será produzida quando combinados mão de obra e capital. Desta forma é possível, no longo prazo, que as empresas minimizem eu custos utilizando com maior eficiência a combinação destes dois fatores de produção (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

A intensidade do uso do capital alteradas a longo e curto prazo está ligado a um novo investimento, um aumento de força de trabalho, ou sua diminuição. Portanto, no curto prazo, somente um insumo será variável, permanecendo o restante dos insumos fixos. No longo prazo, dentro de um período de tempo necessário, é possível a dinamização de todos insumos, podendo variar os fatores de produção de acordo com a necessidade da empresa (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

No curto prazo, quando uma empresa precisa decidir quanto vai adquirir de um determinado insumo ele terá que acompanhar o benefício que terá o custo, desta forma é medido através do produto médio, variável e marginal, qual a eficiência da adição do insumo de produção de trabalho e o capital fixo, por exemplo, já que é mais difícil variar o capital no curto prazo. Deste modo, considerando a combinação entre trabalho e capital, define-se o produto total como a quantidade total de produção, o produto médio como o resultado da produção total dividido pelo insumo variável, ou seja, o trabalho, e o produto marginal como a diferença entre a produção total atual e a produção total anterior, onde o produto marginal do trabalho é determinado como a produção adicional gerado pela inclusão de uma unidade do insumo trabalho (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

No longo prazo, quando se utiliza dois insumos variáveis, as combinações entre trabalho e capital poderão ser mais complexas, deste modo, a utilização das curvas isoquantas, as quais mostram como o capital e o trabalho podem ser substituídas um pelo outro, torna a substituição entre os insumos mais flexíveis (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

Para introduzir o conceito de produção perante a geração de energia elétrica através os painéis solares, será considerado como insumo de trabalho a radiação dos raios solares que incidiram sobre as placas solares (insumo capital), e assim aplicar uma perspectiva de geração de energia considerando a capacidade de incidência solar mensal e a produtividade marginal do capital, e não a produtividade marginal do insumo trabalho.

2.9.6. **Efeito renda e efeito substituição**

A partir das diretrizes orçamentárias da prefeitura como pressuposto de renda disponível para a efetivação do investimento em uma usina solar fotovoltaica, será comparado a redução do custo da energia para o município através dos conceitos de efeito renda e efeito substituição frente a um bem de consumo normal (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

Devido a redução do preço de um produto, os consumidores escolherão consumir o bem que é mais barato, substituindo uma quantidade de um bem ou serviço mais caro, por outro que traz a mesma satisfação e que tenha preço menor. Neste viés, consumido uma maior parte do bem ou serviço que é mais barato, há um aumento no poder de compra do consumidor, possibilitando que, por um lado, se possa consumir mais daquele bem que o consumidor deseja, e por outro, poupando recursos financeiros para que seja possível ajuizar o orçamento para remanejamento de recursos para setor mais precários da prefeitura (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

Deste modo, podemos definir o efeito substituição para um bem ou serviço normal como a modificação no consumo, mantendo o mesmo nível de utilidade, devido a redução do preço da energia solar em comparação a energia elétrica tradicional, movimento que é caracterizado por um deslocamento ao longo da curva de indiferença, portanto altera os preços relativos as mantem constante a renda real (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

O efeito renda se dá pelo aumento do poder aquisitivo mantendo-se constante os preços relativos, deste modo, o aumento da preferência por consumir energia solar, o qual tem preço mais baixo, e já que este é um bem ou serviço normal, tem o efeito demonstrado através do salto de uma curva de indiferença para a outra, o que mede a variação do poder aquisitivo (PINDYCK E RUBINFELD, 2010).

3. METODOLOGIA

A metodologia está lastreada sobre o conceito de métodos, sendo definido, no que tange as hipóteses conjecturadas e nas investigações projetadas acerca da essência das coisas, como a relação do estudo com a investigação da verdade. De acordo com o dicionário Larousse (1992), a palavra método, do grego *methodos*, prioriza as maneiras de como se chegar a uma meta traçada utilizando de procedimentos pré-estabelecidos e da lógica elementar da ciência, inserindo de maneira ordenada todos os elementos do estudo a ser conduzido através da organização e da coordenação dos processos estudados.

A análise empírica dos fatos é essencial para o desenvolvimento do estudo das ciências econômicas no que abrange as entidades reais diante dos entes concretos da sociedade. Verificando a inesgotável fonte de valores pessoais diante do interminável e inconcluso comportamento do ser humano, deve-se frente a observação ou experimentação, no âmbito de confirmar as conjecturas propostas, verificar a relação das variáveis juntamente com as forças mutáveis da natureza humana, descobrindo assim, as relações de dependência dos efeitos de determinado fenômeno (GIL, 2002).

Evidenciando a proposta do trabalho, a pesquisa tem como aspecto central explicar as premissas que irão implicar na resolução do problema de pesquisa. Desta maneira, ao buscar uma referência metódica para a projeção da viabilidade da mini usina solar fotovoltaica, e constatando de forma ampla a preocupação central para identificar os fatores determinantes da aplicação deste trabalho, atenua-se a característica de caráter explicativo deste estudo, compactuando para a maior rigidez do planejamento deste. Assim, afirma Gil (2008):

Este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente (GIL, 2008, p.28).

O estudo sobre a eficiência econômica sustentável, na jusante ao desenvolvimento econômico, social e ambiental, visando uma nova forma de crescimento econômico, deve ser exemplificado através do método dedutivo, que, de acordo com Gil (2002), tem por objetivo observar os fatos ou fenômenos que se pretendem esclarecer.

Acerca do método de abordagem escolhido a fim de explicar o motivo pela escolha do método dedutivo, quanto ao alcance da investigação, das regras e da validade do método, Gil (2008) afirma:

O método dedutivo, de acordo com a concepção clássica, é o método que parte do geral, e desce ao particular. Parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica (GIL, 2008, p. 9).

Partindo da posição que usinas solares fotovoltaicas já existem por todo mundo, especialmente em países desenvolvidos da Europa, os quais se utilizam deste modelo gerador de energia elétrica com o objetivo de reduzir a importação de carvão e petróleo, valores estes que se tornam expansivos às finanças dos agentes econômicos destes países, considerar a aplicação deste modelo de usina elétrica já pré-definida como eficiente, tanto ambientalmente, como economicamente para os municípios dos países europeus seria avaliado como viável.

Agora, evoluir um modelo já estabelecido à uma nova perspectiva, adaptando aquele sistema aos padrões de consumo brasileiro, considerando que o investimento em energia solar fotovoltaica para o Brasil é subentendido como extravagante, influi para um dogma que deverá ser explorado.

Para países em desenvolvimento, como o Brasil, onde já existem projetos de usinas solares dimensionados a esfera privada e licitatória pública - ainda em processo de construção -, projetos inovadores que poderão ser considerados dogmáticos pelo fato de que o Brasil é rico em outras fontes de energia elétrica, como as vias fluviais – hidrelétrica -, permitiram ser concluídos de forma mais crítica devido a condição real da implantação da mini usina fotovoltaica.

É verdade destacar que, para as ciências substantivas, onde a teoria a ser aplicada deva ter base sólida para ser aproveitada, e para que a pesquisa seja relevante ao mundo real, utilizar um método empírico-dedutivo onde a observação é

o mais importante, corrobora para a utilização deste método nas ciências econômicas (BRESSER-PEREIRA, 2009).

Portanto, partindo de um pressuposto de observação empírica, ou seja, dos resultados históricos obtidos através das experiências já realizadas sobre o arcabouço das usinas solares em operação em países desenvolvidos e emergentes, e da sequência de soluções entrópicas que surgiram através das leis de responsabilidade ambiental, o que também atinge o comércio internacional de energia, faz com que o método dedutivo seja o mais indicado para conduzir este estudo.

O estudo quantitativo nas ciências sociais, de acordo com Marconi e Lakatos (2002), é expresso em números, devendo ter na lógica da sequência dos dados a premissa que leva a solução real.

Para que as variáveis sejam calculadas de acordo com a concepção proposta, a quantificação dos resultados é de extrema importância para determinar se o projeto será aceito ou não, seja no âmbito financeiro, quanto no tocante orçamentário (gasto) público no viés da melhor alocação (eficiência) destes recursos, seja pelo efeito subsequente econômico que o investimento irá gerar, sendo que o resultado econômico do empreendimento poderá ser viabilizado posteriormente em outra pesquisa, quando destacado o efeito quantitativo diante das externalidades.

Assim, para comparar o retorno do investimento em uma mini usina de produção de energia solar fotovoltaica perante o dispêndio com o serviço de consumo de energia elétrica atual (consumo dos imóveis de propriedade pública e iluminação pública), foi calculado o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno do investimento (TIR) para o capital investido na construção e na manutenção da mini usina fotovoltaica, e assim, verificar o *payback*, do investimento, ou seja, calculou-se em quanto tempo o empreendimento irá se pagar.

No método comparativo é tratado o tempo e o espaço como um parâmetro de medida para explicar os efeitos da investigação dos fenômenos e fatos como termo de medida, comparando situações semelhantes aplicados a épocas distintas, sendo um método capaz de direcionar as variáveis dentro do estudo (GIL, 2002).

Com o objetivo de reduzir os custos com energia elétrica para a prefeitura de Horizontina, onde somente custos de distribuição de energia foram considerados, após serem coletados os dados referentes aos quilowatts hora consumidos pelas

propriedades – imóveis e iluminação pública– da prefeitura, dentro do período já determinado, para as distribuidoras de energia elétrica já indicadas, foram comparados os valores colhidos, com os resultados da produção simulada da mini usina solar fotovoltaica, e no fim, verificado se haveriam sobras ou perdas de energia, e assim, estipular quanto deverá ser produzido pelo novo formato de geração de energia para suprir a demanda da prefeitura de Horizontina – considerando, ainda, os tamanhos de terrenos públicos disponíveis para a prefeitura de Horizontina.

Referente as informações técnicas necessárias para a instalação das placas solares, e sobretudo da escolha das placas mais eficientes a serem utilizadas, bem como: i) da definição do melhor local da instalação, ii) do dimensionamento e iii) do projeto arquitetônico da mini usina fotovoltaica, foi necessário a opinião técnica de um engenheiro para auxiliar na escolha do melhor orçamento dos materiais – placas, inversor e estrutura – para a construção da mini usina fotovoltaica.

As técnicas de pesquisa utilizadas no estudo foram a documental, por meio do acesso a documentos online e faturas, e ainda, a pesquisa de campo, através da visitação da Usina Solar Fotovoltaica da Creluz, em Boa Vista das Missões, Rio Grande do Sul.

A documentação indireta é essencial para processar as informações da validação do projeto para um futuro presente, pelo fato de que é preciso ter acesso a documentos válidos que servem de alicerce para o estudo de viabilidade da implantação da mini usina fotovoltaica. Devido a necessidade da pesquisa documental, principalmente pela coleta dos dados referentes a energia elétrica, sendo que estas estão disponíveis no portal da transparência e na controladoria da prefeitura, tem-se nos registros contemporâneos primários, ou seja, nos arquivos públicos da prefeitura de Horizontina e do site do Aneel, os principais documentos para a realização do estudo.

Para tanto, foram analisadas as contas de energia elétrica do município entre janeiro de 2012 a dezembro de 2016, para registrar a quantidade de quilowatts hora utilizados no período. Também foram levantados os gastos com as contas de energia dispendidos com a Rio Grande Energia S/A e Certhil.

De acordo com Marconi e Lakatos (2002), referente a pesquisa de campo:

É aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual se procura uma

reposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles (MARCONI E LAKATOS, 2002, p. 83).

Os dados coletados foram analisados de maneira quantitativa, e apresentados em formas de quadros, gráficos e figuras, utilizando o *software Excel*. Para o alcance dos objetivos primeiramente foram levantados os gastos com energia elétrica de Horizontina para o período de 2012 a 2016. Referente as contas de energia elétrica, foi elaborado uma planilha com os dispêndios do município de Horizontina para o período analisado, para assim poder determinar o montante de dinheiro gasto com as distribuidoras RGE e Certhil.

Sobre a comparação entre a oferta energética atual (tradicional) e energia gerada através da mini usina fotovoltaica, usando como base os preços dos sistemas fotovoltaicos já implantados pelos órgãos públicos e pelas empresas privadas, foi avaliado a relação de preços por megawatts hora pagos para as distribuidoras e o valor prospectado pago para a usina solar.

Os custos para a construção da mini usina fotovoltaica foram prospectados com base nos orçamentos da empresa disposta a instalar o sistema, bem como foram calculados os custos com a instalação, os custos operacionais, a diferença de valores sobre a compensação da energia e também o custo de oportunidade do terreno - considerando a opção de venda ou arrendamento deste para outro empreendimento. Assim, os custos variáveis, médios, totais e marginais da usina solar, relacionando também a produção da usina fotovoltaica e a receita marginal – receita proveniente do não pagamento para as distribuidoras -, foram baseados nos valores orçados prospectando a produção da usina solar de acordo com a potência instalada necessária, e de acordo com a demanda de energia elétrica mensal exigida pelos órgãos públicos do município - tendo como parâmetro a sazonalidade de cada estação climática do ano.

Referente as considerações legais sobre a mini geração distribuída, que engloba as etapas de: i) viabilização do projeto – solicitação e parecer de acesso -, ii) critérios técnicos e operacionais, iii) requisitos do projeto – equipamentos -, iv) procedimentos de implantação e vistoria das instalações, v) requisitos para operação, manutenção e segurança da conexão, vi) sistema de medição e vii) elaboração de contratos, bem como a solicitação e o parecer de acesso, e também os prazos, foram tratados dentro da implantação da usina fotovoltaica.

Por fim, na análise de viabilidade econômica, foram prospectados os custos de instalação e manutenção da usina, e o cálculo referente a produtividade das placas solares – o qual foi baseado nas quatro horas diárias, entre as 10 e 14 horas, em que se atinge o pico máximo de produção - para em seguida calcular a TIR, bem como o valor presente líquido e o payback do investimento. Em relação ao efeito renda e substituição, os quais foram utilizados para averiguar as vantagens do sistema fotovoltaico sobre o sistema de distribuição tradicional, foram considerados os preços por kW-h a partir do momento antes de o retorno ser viável, e em seguida, quando o sistema fotovoltaico é amortizado, e que a taxa de retorno é positiva.

A visita técnica a usina solar da Creluz, em Boa Vista das Missões, foi muito importante para compreender o funcionamento técnico da usina; conhecer os equipamentos necessários para a instalação da usina; e o espaço necessário para tal empreendimento; bem como tomar conhecimento dos valores que foram investidos para este projeto.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta secção serão apresentados os resultados das análises relacionadas a instalação da mini usina solar fotovoltaica, a comparação entre a oferta vigente e a nova oferta de energia elétrica, a prospecção das externalidades e da produção, levando em consideração os custos da implantação da mini usina fotovoltaica.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE HORIZONTINA

Horizontina é um município do interior do Rio Grande do Sul localizada no COREDE Noroeste – latitude: 27° 37' 33" S, longitude: 54° 18' 28" W e altitude: 343m -, com unidade territorial de 229,398km². Sendo a segunda maior cidade em população de pessoas residentes - aproximadamente 19.338 pessoas – na microrregião de Santa Rosa; e de acordo com o Censo de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia, Estatística e Economia) o município de Horizontina tem situação domiciliar de superioridade urbana, com 20% das pessoas residindo no campo e 80% na área urbana, onde aproximadamente 32% das pessoas estão ocupadas nas atividades econômicas, ou seja, que estão trabalhando. Ainda pode-se destacar que, 48,8% dos moradores da cidade são homens, enquanto 51,2% são mulheres (IBGE, 2017).

A educação no município aponta taxa de escolarização, entre 6 e 14 anos, de 92,6%, constatando que a média de anos de estudo nas séries iniciais é de 6,4 anos, e nas séries finais de 5 anos, tendo, de acordo com dados de 2015, 1.850 pessoas matriculadas nas escolas públicas e privadas de Horizontina. O salário médio mensal dos trabalhadores é de 3,6 salários mínimos, considerando o PIB *per capita* de 2014, o qual foi de R\$103.535,12, colocando-se como o 3º maior PIB *per capita* no estado do Rio Grande do Sul; já o percentual das pessoas com rendimento nominal mensal *per capita* de até ½ salário é de 25,7%. Considerando as receitas orçamentais oriundas de fontes externas, estas indicam que os valores percentuais se aproximam de 71,9%, sendo 49º do estado e 20º na microrregião, a qual pertence (IBGE, 2017).

Referente a situação da saúde e das questões de território e meio ambiente, de acordo com os dados de 2014, para mortalidade infantil foram registrados 22,62 óbitos por mil nascidos vivos sendo o 5º município na região e 70º no estado, constatando também que, em 2009, haviam 10 estabelecimentos de saúde SUS no

município. De acordo com dados de 2010, o saneamento básico referente a esgotos é de 49,8%, resultando no 3º melhor indicador do município e 237º no estado. Também é possível destacar que 19,3% das vias públicas são urbanizadas, ou seja, tem asfalto, e que 98,7% do município é arborizado (IBGE, 2017).

Assim sendo, é possível destacar que o IDHM²⁴ (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) é de 0,783, que de acordo com os padrões brasileiros é um índice alto.

No tocando a análise dos reservatórios dos subsistemas das usinas hidrelétricas, que fomentam o sistema interligado nacional, energia esta que é consumida pelo município de Horizontina através das distribuidoras de energia - no caso de Horizontina, a RGE (Rio Grande Energia S.A) -, pode-se afirmar que quando os níveis dos reservatórios das hidrelétricas estão baixos, e quando da utilização dos sistemas de bandeiras para compensar a utilização de energia elétrica gerada pelas usinas termelétricas, as despesas com energia, conseqüentemente, aumentam. Neste caso, para manter o preço pago por kW-h constante, financiar um sistema de geração de energia solar fotovoltaica que tornasse a prefeitura independente da oscilação dos preços praticados - com base nos níveis dos reservatórios e na ativação das termelétricas -, tornaria a prospecção das despesas com energia elétrica altivas em relação a outros dispêndios da prefeitura.

Deste modo, ensejado pelas colocações anteriores, e a fim de buscar informações sobre como realizar a construção de uma usina solar capaz de suprir as necessidades da prefeitura – apontando que o sistema solar fotovoltaico é o mais adequado, seja em relação a estrutura e ao preço por kWp -, foi realizada uma visita a micro usina solar da cooperativa Creluz, em Boa Vista da Missões, a maior usina solar fotovoltaica de autoconsumo remoto da região norte-noroeste do Rio Grande do Sul, com capacidade de 231kWp – de acordo com os registros da Aneel, 2017. Assim sendo, foi realizada a visita técnica à usina solar com o intuito de captar informações referentes a custos de instalação do empreendimento, bem como identificar situações sobre a geração de energia e a administração da usina, trazendo estes dados para a realidade da demanda de energia da Prefeitura de Horizontina.

²⁴ Para o cálculo do IDHM é considerado, como consta na metodologia de cálculo do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, a vida longa e saudável (expectativa de vida), acesso ao conhecimento (educação) e o padrão de vida (renda) (ATLAS BRASIL, 2017).

4.2. VISITA TÉCNICA

A visita técnica à micro usina solar da Creluz, em Boa Vista das Missões - COREDE Rio da Várzea -, realizada no dia 14 de julho de 2017, foi importante para dimensionar a estrutura necessária para a instalação da mini usina fotovoltaica em Horizontina, bem como identificar aspectos relevantes na parte técnica da usina solar. Orientado pelo funcionário da Creluz- técnico em eletrônica -, o qual explicou o funcionamento da usina de acordo com projetos desenvolvidos pela empresa Fockink, de Panambi/RS.

Como o terreno onde foi instalada a usina era desnivelado com a posição a qual os painéis solares precisavam estar posicionados, foi necessário, antes de instalar os suportes e as placas solares, ajustar o nível do terreno - de modo que este foi um dos processos mais demorados da construção da usina fotovoltaica, muito por que foram removidas as estruturas que não seriam ocupadas para a construção da usina, restando apenas a estrutura de uma casa, que foi usada como a sede do local.

Deste modo, foi mostrado que além das placas solares, são necessários outros equipamentos para que a usina opere de forma eficiente e segura. Assim sendo, para as 144 placas de 255 W instaladas, foi preciso utilizar 7 inversores – os quais convertem a corrente contínua que vem das baterias, conectadas às placas solares, para corrente alternada. Tal ligação pode ser observada na figura a seguir. Em vista disso, foi instalado um inversor para, em média, 20 placas. Também foi explicado que o sistema pode ser monitorado remotamente, via internet, através do Data Logger (Software da ABB), o programa onde pode-se acompanhar a produção da usina e os possíveis problemas que possam acontecer dentro do sistema.

Figura 16 - Explicação sobre o funcionamento do inversor



Fonte: Autor, 2017

Outros equipamentos como os de proteção contra curtos circuitos, o PSF (Painel Solar Fockink) – o qual é constituído de disjuntores contadores para cada inversor - e o transformador - que tem por função elevar a tensão gerada na usina de 380 V para 23000 V, incluído neste o protetor de caixa de tensão, juntamente com a seccionadora, que possui mecanismos de segurança para bloquear a corrente de média tensão; e o desligamento das relés do transformador para manutenção da usina, bem como o relógio medidor/leitor bidirecional (especial para usinas fotovoltaicas)-, são indispensáveis para o funcionamento da usina fotovoltaica. Pode-se observar na figura 17 os equipamentos analisados na visita técnica.

Figura 17 - Análise dos equipamentos da usina solar fotovoltaica Creluz



(a) Transformador



(b) PSF (Painél Solar Fockink)

Fonte: Adaptado de Fockink, 2017

A construção da usina foi finalizada em setembro de 2016, e posteriormente entrou em operação, considerando a aprovação da RGE para registrar os CNPJs à ser compensado a energia gerada pela usina. O período transcorrido desde o desenvolvimento do projeto até sua inauguração foi de seis meses – entre março de 2016 e setembro de 2016 -, sendo que entre setembro e dezembro de 2016 (mês de liberação de funcionamento) a usina estava em fase de testes.

De acordo com o funcionário da Creluz, foi estimada a produção mensal de 33.500 kW-h, com a eficiência das placas solares em níveis de 18%, 12,5% acima do que foi projetado (eficiência média de 16%). No total o montante de dinheiro investido no projeto foi de R\$2 milhões de reais, onde 60% deste valor teve como custo os painéis fotovoltaicos. Sendo assim, calcula-se que o custo de geração da

usina por megawatt-hora é entre R\$650 e R\$700 reais, neste primeiro momento – considerando no cálculo impostos como ICMS e PIS/CONFIS.

4.3. LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM HORIZONTINA NO PERÍODO DE 2012 A 2016

Nos últimos 5 anos o consumo de energia elétrica aumentou em Horizontina, fato que foi possível observar a partir dos dados abstraídos do portal da transparência de Horizontina - acessando a estrutura de contas de despesas em: Natureza da Despesa, Despesas Correntes, Outras Despesas Corrente, Aplicações Diretas, Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica, e aplicados no quadro 7, apresentado abaixo.

Quadro 9 - Valor Pago em energia elétrica pela prefeitura de Horizontina entre janeiro de 2012 e dezembro de 2016

Valores Nominais do Dispêndio com Energia Elétrica				Valor Corrigido do Dispêndio com Energia Elétrica para 2017			
Ano	RGE	CERTHIL	TOTAL POR ANO	Ano/Distribuidora	RGE	CERTHIL	TOTAL POR ANO
2012	1.090.921,27	237.439,14	1.328.360,41	2012	1.534.461,28	333.975,67	1.868.436,95
2013	905.061,80	234.250,31	1.139.312,11	2013	1.173.284,47	303.672,36	1.476.956,82
2014	969.095,39	270.047,60	1.239.142,99	2014	1.190.511,40	331.747,27	1.522.258,66
2015	1.663.956,21	385.984,12	2.049.940,33	2015	1.971.675,13	457.364,97	2.429.040,10
2016	1.526.109,14	374.085,38	1.900.194,52	2016	1.635.836,39	400.982,12	2.036.818,51
TOTAL	6.155.109,14	1.501.806,55	7.656.950,36	TOTAL	7.505.768,65	1.827.742,39	9.333.511,04

Fonte: Adaptado de Portal da Transparência Horizontina, 2017

Deste modo, utilizando as informações dos dispêndios nominais com energia elétrica, pagos a RGE e a CERTHIL entre os anos de 2012 e 2016, e corrigidos através do índice IGP-M do quadro 9, foi possível converter os valores corrigidos para o ano de 2017 a fim de utilizar estes como base para o valor que será dispendido com a mini usina fotovoltaica e assim, verificar o custo de oportunidade da auto geração distribuída. Assim sendo, obteve-se um percentual entre o valor total nominal e o valor total corrigido de 21,9% maior.

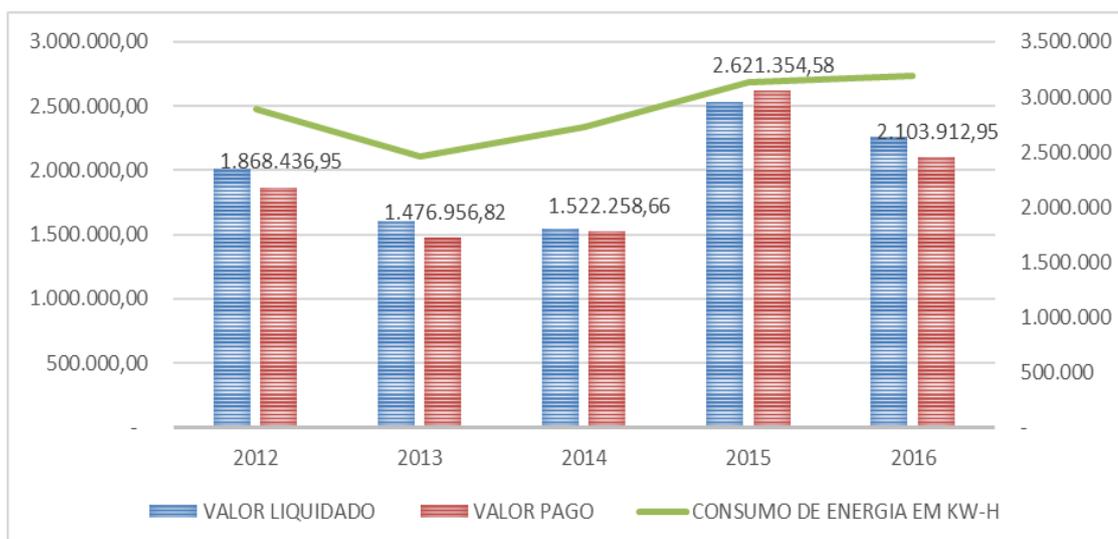
Quadro 10 - Índice IGP-M de inflação

Inflação IGP-M Acumulado para o Ano de 2017	
2012	40,65738
2013	29,63584
2014	22,8477
2015	18,49321
2016	7,19

Fonte: Adaptado de Banco Central do Brasil, 2017

Assim, considerando como base os 5 anos de consumo e dispêndio com energia elétrica, observa-se uma elevação no consumo por kW-h de energia elétrica, bem como do valor pago e liquidado, tendo o montante dispendido com energia reduzido apenas em 2016, como apresentado no gráfico a seguir.

Gráfico 12 - Consumo e dispêndio com energia elétrica pela prefeitura de Horizontina entre 2012 e 2016



Fonte: Adaptado de Portal da Transparência de Horizontina, 2017

O valor liquidado é referente as faturas processadas pela RGE e pela CERTHIL, deste modo, ao considerar o valor pelas faturas geradas pelas distribuidoras, este será o valor correto a ser pago. Agora, ao considerar o valor pago, sendo este menor que o valor das faturas, este engloba atrasos de pagamento e multas acumuladas, ou também pagamentos de faturas referentes a meses anteriores – ou de meses de outros anos, por exemplo, pagando uma conta do período de 2015 no período de 2016. É possível perceber que o valor liquidado só

não é maior que o valor pago em 2015, supondo que houve excesso de cobranças devido ao pagamento de infrações de mora e atrasos.

Ainda pode ser considerado que existe uma ocupação de empresas privadas em espaços públicos, como no caso de empresas privadas que alugam imóveis de domínio público, por exemplo, no espaço no parque de eventos de Horizontina - o qual teve um dispêndio de energia R\$7.750,94 reais em junho de 2017 (com vencimento para agosto), um dos mais altos entre os pontos de consumo da prefeitura.

Outro aspecto relevante é em relação a contabilização do consumo, representado no gráfico pela linha verde. O consumo por kW-h da energia elétrica é contabilizado de acordo com o valor liquidado nominal, ou seja, através das faturas geradas pelas distribuidoras, e com a determinação do preço por kW-h é possível calcular quanto de energia foi consumido no ano. Deve-se atenção com o formato de contabilização dos valores liquidados para o cálculo do consumo. Por exemplo, as faturas com vencimento para o mês de janeiro de 2016 são referentes ao consumo de dezembro de 2015. Portanto, no momento de calcular o consumo do mês de dezembro de 2016, foi considerado o valor líquido de janeiro de 2017 – sendo que este mês não entrou na contabilidade dos valores pagos. Neste viés, foi notado que em 2015 o valor pago, e liquidado, se aproximou mais da linha do consumo do que nos outros anos, basicamente em função do aumento do preço por kW-h.

Deste modo, a partir das informações coletadas foi possível determinar a média do consumo e pagamento por kW-h pago pela prefeitura de Horizontina, anual e mensal, como aprestado no quadro a seguir.

Quadro 11 - Médias simples de gastos com Energia Elétrica pela Prefeitura de Horizontina entre 2012 e 2016

R\$ por ano	1.866.702,21
R\$ por mês	155.558,52
Média Simples kW/h consumidos mês	302.475

Fonte: Autor, 2017

Portanto, considerando o valor corrigido para 2017, o qual resultou em um total de R\$9,3 milhões de reais gastos com energia elétrica entre 2012 e 2016, deu-

se uma média anual de R\$1.866.702,21 de dispêndio com energia elétrica, ou seja, o gasto médio anual foi ultrapassado em três dos cinco anos contabilizados.

4.3.1. Externalidades

Os termos comumente utilizados, para tratar sobre as externalidades auferidas pela utilização de energia gerada através de hidroelétricas e termoelétricas, estão permeadas sobre o arcabouço das externalidades negativas ambientais. Desta forma, as abordagens ambientalmente utilizadas para prescrever os aspectos econômicos sobre a construção de barragens e reservatórios, para as usinas hidrelétricas, e da utilização da queima de carvão para as usinas termelétricas, seriam os impactos causados, tanto para as pessoas que necessitam da economia rural – agrícola ou pesqueira – para ter renda, tanto da agressão que as alterações geográficas causam para o bioma da terra, seja através do alagamento de áreas agricultáveis, e até mesmo desvio de cursos de rios, ou a emissão de CO₂ que, supostamente, agride a camada de oxônio, causando assim o efeito estufa.

As externalidades que foram tratadas neste trabalho são aquelas de viés econômico do setor público, ou seja, as externalidades causadas pelo alto valor pago para a energia elétrica em razão do benefício que a economia desse valor dispendido pode trazer para outros setores de atuação da prefeitura, como a saúde e a educação, por exemplo.

Deste modo, a opção por gerar energia através de fontes alternativas não está diretamente ligadas as questões ambientais, mas sim, são o resultado positivo de um método de geração de energia mais eficiente e que torna o produtor independente da oscilação dos preços determinados, por exemplo, pelo sistema de bandeiras (Verde/Amarelo/Vermelho) da Aneel, o qual é alterado no momento em que os níveis dos subsistemas estão abaixo dos parâmetros da ONS, e quando entram em operação as termelétricas. Assim determina a Aneel sobre a alteração da cor das bandeiras:

A cada mês, as condições de operação do sistema de geração de energia elétrica são reavaliadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, que define a melhor estratégia de geração de energia para atendimento da demanda. A partir dessa avaliação, definem-se as térmicas que deverão ser acionadas. Se o custo variável da térmica mais cara for menor que R\$ 211,28/MWh, então a Bandeira é verde. Se for igual a R\$ 211,28/MWh e inferior a R\$ 422,56/MWh, a

Bandeira é amarela. E se for igual R\$ 422,56/MWh e inferior a R\$ 610,00/MWh, a Bandeira será vermelha – patamar 1. Para custo igual ou superior a R\$ 610,00/MWh, a Bandeira será vermelha – patamar 2 (ANEEL, 2017).

A busca por maior eficiência energética através de alternativa de geração energética é devido à baixa do nível dos reservatórios dos subsistemas em operação no Brasil, esta, relacionada a capacidade de geração de energia das usinas hidrelétricas, correlacionado o aumento do preço da energia elétrica quando da ativação das termelétricas.

4.3.1.1. Nível dos reservatórios das represas do subsistema Sul

Corolário a opção da adoção de um sistema de auto geração distribuída para a prefeitura de Horizontina – e neste caso a construção de uma mini usina fotovoltaica -, também à de se considerar as externalidades causadas pelos efeitos sazonais das chuvas diante da necessidade desta, pelas hidrelétricas, para a geração de energia elétrica, e posteriormente a transmissão desta energia para as distribuidoras. Deste modo, ao analisar os níveis dos reservatórios dos subsistemas Sul – Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná -, como apresentado na figura a seguir, pode-se observar que apenas três reservatórios estão acima da média do nível geral atual, Passo Real com nível de 72,69%, representando 14,85% do total do subsistema, Passo Fundo com nível de 83,23%, representando 8,6% do total do subsistema, e Ernestina com nível de 102,48%, representando 1,05% do total do subsistema, sendo que a maior parcela do subsistema é o reservatório de G.B. Munhoz, com 30,32% e nível de reservatório de 21,08.

Figura 18 - Nível dos reservatórios do subsistema Sul

Subsistema Sul - EAR atual 36,58%		
PRINCIPAIS BACIAS	PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS	VOLUME ÚTIL ATUAL
CAPIVARI 1,92% do subsistema*	G. P. SOUZA 1,92% do subsistema*	35,35%
	G. B. MUNHOZ 30,32% do subsistema*	21,08%
IGUAÇU 50,98% do subsistema*	SALTO SANTIAGO 16,42% do subsistema*	24,07%
	SEGREDO 2,29% do subsistema*	21,97%
	SANTA CLARA-PR 1,85% do subsistema*	16,79%
	PASSO REAL 14,85% do subsistema*	72,69%
JACUI 15,91% do subsistema*	ERNESTINA 1,05% do subsistema*	102,48%
	MAUA 1,30% do subsistema*	11,00%
PARANAPANEMA 1,30% do subsistema*		
URUGUAI 29,89% do subsistema*	BARRA GRANDE 15,02% do subsistema*	32,56%
	PASSO FUNDO 8,60% do subsistema*	83,23%
	MACHADINHO 4,55% do subsistema*	30,46%
	CAMPOS NOVOS 1,15% do subsistema*	12,80%

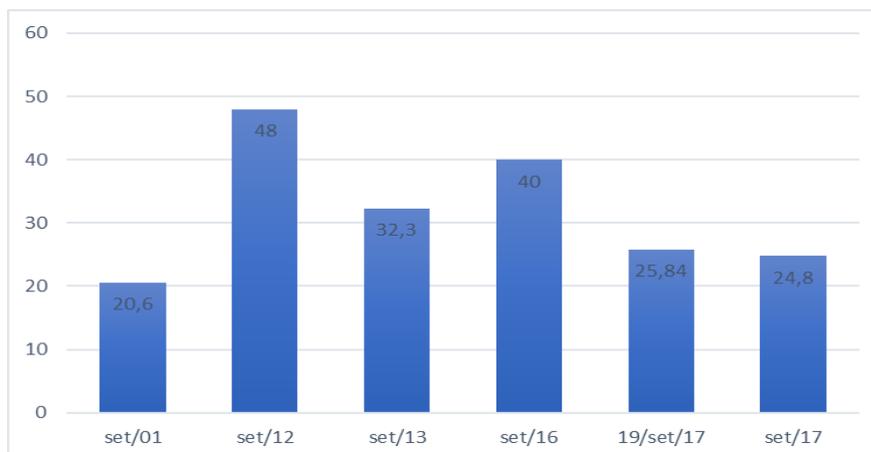
* Capacidade de armazenamento de energia da bacia/reservatório em relação ao subsistema considerando todos os reservatórios cheios.

Fonte: ONS, 2017

Comparando com os outros subsistemas analisados pela ONS, todos estão com os níveis de reservatório abaixo do subsistema Sul, com o subsistema Norte marcando 29,91%, o Sudeste/Centro-Oeste marcando 23,07%, e o Subsistema Nordeste 8,76%.

De acordo com os dados levantados pela ONS, os reservatórios do Centro-Oeste, se encontram em situação próximo aos níveis de setembro de 2001, quando houve a crise energética no Brasil, como pode ser observado no gráfico a seguir.

Gráfico 13 - Nível dos reservatórios na região Centro-Oeste entre 2001 e 2017



Fonte: Bom dia Brasil adaptado de ONS, 2017.

De forma a corroborar para um grau de risco de os níveis de reservatórios do subsistema sul atingir um patamar de 24,8%, esta precisa perder 32,2% da sua capacidade, para que fique no mesmo nível dos reservatórios do Centro Oeste. Mas de forma proporcional, se os níveis do Sul chegarem a 30,38%, ou seja, uma redução de 16,95%, é possível que assim se instale novamente a crise energética.

Pelo fato de que com o Sistema Interligado Nacional de transmissão de energia, caso houver uma demanda excedente de energia para a região sul, e considerando que a evolução do autoconsumo de energia solar no estado de São Paulo, seja possível suprir esta demanda da região sul pela oferta energética em São Paulo, será utilizada menos energia advinda de fontes térmicas. Mas se o nível dos reservatórios do estado exportador também estiver baixo, e se for necessário a operação das termoelétricas, o preço da energia elétrica irá se elevar, viabilizando o empreendimento da auto geração de energia.

Por outro lado, deve-se ter em mente que o ciclo de chuvas poderá aumentar o nível dos reservatórios, mas neste caso, e caso isto ocorra, pode-se recorrer a análise da infraestrutura das hidrelétricas, por exemplo, na defasagem do sistema mecânico dos geradores, a novos investimentos sobre a recuperação destas usinas, e o repasse destes custos para o consumidor final.

4.3.1.2. Síntese da gestão pública dos setores Saúde e Educação da Prefeitura de Horizontina

As externalidades negativas diante da economia da gestão pública deverão ser tratadas como atenuantes da pujante falta de recursos para setores que o

governo municipal, dentro das características econômicas do modelo atual de gestão pública, tem obrigação de afluir para os residentes do município - recursos estes angariados através da captação de impostos e de repasses estaduais.

Assim, diante da afirmação que faltam recursos para o pagamento de salários de professores e para novos contratos referente a manutenção da oferta para o setor da saúde no município, a economia com o não pagamento dos valores para as distribuidoras da RGE e CERTHIL poderá ser utilizado para aquela ação.

Diante das arrecadações e dispêndios com pessoal e encargos sociais, através do quadro a seguir apresentado, foi possível determinar as variações entre os anos de 2012 e 2016, e comprovar, por exemplo, o grau das externalidades para a saúde e educação da prefeitura de Horizontina para o momento atual.

Lembrando que a arrecadação é equivalente a receita por natureza da receita, em relação ao recolhimento de impostos, e transferências estaduais, federais e multigovernamentais, o qual foi utilizado como base para e estimativa das despesas do ano seguinte, ou seja, projetar as despesas do ano corrente em função da arrecadação do ano anterior. Portanto, se utilizou como base das despesas a receita auferida no ano de contribuição anterior.

Com a finalidade de elucidar o poder de arrecadação do município, e demonstrar que existem adversidades na distribuição dos recursos financeiros públicos, foram tratados os valores e percentuais apresentados no quadro 12, a fim de averiguar as externalidades causadas pelo aumento expressivo dos salários diante das variações com os setores de saúde e educação.

Quadro 12 - Variação e participação do pagamento em relação a arrecadação em valores corrigidos pelo IGP-M entre 2012 e 2016 da Prefeitura de Horizontina

Ano	Arrecadação	▲% Arrecadação Ano a Ano	Despesa com Pessoal e Encargos Sociais	▲% CNPES Ano a Ano	Despesa Energia Elétrica	▲% Despesas Energia Elétrica
2012	70.486.749,94	-	32.763.345,10	-	1.868.436,95	-
2013	80.068.571,45	14%	33.100.355,91	1,03%	1.476.956,82	-20,95%
2014	70.365.529,21	-12%	36.200.268,11	9,37%	1.522.258,66	3,07%
2015	88.655.143,24	26%	39.806.053,32	9,96%	2.429.040,10	59,57%
2016	96.448.943,34	9%	53.002.185,47	33,15%	2.036.818,51	-16,15%

Fonte: Adaptado de Portal da Transparência de Horizontina, 2017

Assim sendo, ao avaliar a variação da elevação dos salários entre 2012 e 2016, em 61,77% - com destaque para um aumento de 33,15% entre 2015 e 2016 -, contra a elevação da arrecadação de 36,83%, é possível verificar que a falta de recursos para saúde e educação pode ter influências diretas com o aumento das despesas com salários, tendo pouca influência o aumento dos dispêndios com energia elétrica, o qual se elevou 9,01% para o mesmo período - com ênfase para o aumento de energia elétrica de 59,57% entre 2014 e 2015, e uma redução no dispêndio com energia elétrica de 20,95% entre 2012 e 2013.

Também foi possível observar que o salário, bem como a arrecadação, sempre mantiveram uma elevação do percentual de variação conjunta, mesmo que decrescendo em alguns anos, por exemplo, entre 2014 e 2015, em que houve um aumento de 26% para a arrecadação e 9,96% dos custos com folha salarial - período em que os gastos com energia elétrica subiu 59,57%; ou quando houve, entre 2015 e 2016, uma elevação de 9% da arrecadação, em que os dispêndios com pessoal subiu 33,15%, havendo uma redução de 16,15% para os gastos com energia. Desta forma, foi possível perceber um gasto maior com pessoal para o período 2012/2016 do que a arrecadação para o mesmo período.

Já para as despesas como saúde e educação para os anos de 2012 a 2016, pode ser verificado, de acordo com o quadro a seguir, as variações percentuais do período em questão.

Quadro 13 - Despesas com saúde e educação em valores corrigidos pela IGP-M entre 2012 e 2016 da prefeitura de Horizontina

Ano	Despesas Educação	▲% Despesas com Educação	Despesas Saúde	▲%Despesa com Saúde
2012	15.138.502,51	-	11.202.973,82	-
2013	15.760.896,18	4,11%	11.466.001,36	2,35%
2014	18.114.261,36	14,93%	12.621.792,68	10,08%
2015	19.400.233,21	7,10%	14.058.716,96	11,38%
2016	20.336.682,52	4,83%	15.666.269,93	11,43%

Fonte: Adaptado de portal da transparência de Horizontina, 2017

À cerca disso, observou-se que as despesas com educação aumentaram 34,34% entre 2012 e 2016, já as despesas com saúde subiram 39,84% entre 2012 e 2016. Deste modo, o aumento dos dispêndios com saúde e educação foram menores que os aumentos dos dispêndios com pessoal.

Considerando os movimentos executados ao fim de cada período, tanto as receitas quanto as despesas programadas na Lei Orçamentária Anual, ficou exposto que este está acima do que realmente foi recolhido e gasto. Deste modo, as despesas com pessoal, encargos, e com energia elétrica, observado no quadro 12, bem como as despesas com saúde e educação, apresentados no quadro 13, são os valores verdadeiros executados, sendo as variações percentuais referentes ao estimado.

Assim, foi observado que aumentos de gastos com pessoal, e também aumentos desproporcionais com energia elétrica (mais especificamente, entre 2014 e 2015), e também, como citado por Schneider (2017), devido a redução da arrecadação do município, a qual irá reduzir ainda mais até 2020, juntamente com os aumentos progressivos de despesas com saúde entre 2013 e 2016, resultaram em um desequilíbrio das contas públicas para a gestão 2017/2020.

Com vigor indicioso, aponta-se que o montante dispendido com energia elétrica tem importância para cobrir eventuais gargalos e flagelos das contas públicas municipais; mas como os gastos com saúde cresceram constantemente - não como na educação, o qual teve um decréscimo nos seus gastos a partir de 2014 - a falta de recursos com saúde e educação na nova gestão pública municipal deverão ser supridos através da redução de pagamentos com pessoal somados a economia gerada pela redução do pagamento para energia elétrica.

Por fim, a falta de recursos para saúde e educação para o ano de 2017 não podem ser vinculados diretamente aos gastos com energia elétrica. Para perceber a relação entre a participação de cada setor diante da arrecadação, foi utilizada no quadro a seguir.

Quadro 14 - Participação percentual dos dispêndios frente a arrecadação entre 2012 e 2016 para a prefeitura de Horizontina

Ano	Salário	Saúde	Educação	Energia Elétrica
2012	46,48%	16%	21,48%	2,65%
2013	41,34%	14%	19,68%	1,84%
2014	51,45%	18%	25,74%	2,16%
2015	44,90%	16%	21,88%	2,74%
2016	54,95%	16%	21,09%	2,11%

Fonte: Autor, 2017

Preponderante a esta compreensão, e utilizando-se do conceito de efeito renda e efeito substituição, foi prospectado uma relação entre a redução dos gastos com energia elétrica e o aumento do valor disponível para gastos com saúde e educação, - considerando aqui também uma redução dos dispêndios com folha salarial - em função da diferença entre o preço por kW-h pago a distribuidora e o preço da diluição do capital referente a produção da mini usina fotovoltaica.

Assim sendo, através do quadro anterior, foram identificados os percentuais de cada setor tratado até este momento de modo a realizar uma breve comparação com o percentual gasto com energia elétrica sobre as despesas totais do município, observando que, somados estes percentuais, estes dispêndios representam em média 88,15% dos gastos totais da prefeitura.

Como especificado no quadro acima, em todos os anos o percentual com salários frente a arrecadação foi maior que os dispêndios com saúde, educação e energia elétrica, com destaque para os anos de 2014 e 2016, quando a participação com folha salarial (incluindo despesas com pensão, aposentadoria, previdência, assistências e provisão) ultrapassaram 50% de participação, apontando 51,45% e 54,98% respectivamente.

Pujante ao benefício que os dispêndios com saúde e educação auferem em relação ao número de pessoas beneficiadas no município, e comparando com o benefício reduzido que os gastos com energia elétrica e folha salarial trazem para o total de pessoas residentes no município- pois mais pessoas são afetadas entre os gastos com saúde e educação, do que com gastos de energia elétrica e pagamento de salários – foi considerado que, mesmo com participações de gastos com energia elétrica, frente a arrecadação, variando entre 1,84% e 2,74%, esse montante dispendido poderia ser melhor aplicado para sanar as necessidades das pessoas do município em setor de dependência pública, como o caso da saúde e da educação municipal, pois, mesmo a energia elétrica tem uma menor participação nestes gastos, o montante se torna relevante.

Portanto, considerando o alheamento dos dispêndios com energia elétrica em relação aos gastos com pessoal obsidiante à arrecadação, foi avaliado que percentualmente os gastos com energia elétrica não impactam no desequilíbrio das contas públicas tanto quanto os gastos com folha salarial, tanto no tangente do crescimento quanto de percentual da arrecadação.

Com o intuito de aumentar a renda disponível para gastos como, por exemplo, os setores de saúde e educação, foi avaliada a participação percentuais dos setores dentro das despesas da prefeitura, bem como a participação do capital disponível para investimentos, e o que já foi amortizado, como apresentado no quadro a seguir.

Quadro 15 – Participação percentual dos setores sobre as despesas em valores corrigidos da Prefeitura de Horizontina entre 2012 e 2016

Ano	Valor	Educação	Saúde	Capital	Investimento	Amortizações	Energia Elétrica
2012	64.350.986,23	23,52	17,41	10,55	12,77	1,33	2,90
2013	62.378.653,55	25,27	18,38	6,65	8,21	1,06	2,37
2014	71.274.850,85	25,41	17,71	7,76	9,47	1,19	2,14
2015	76.003.044,35	25,53	18,50	8,18	9,91	0,88	3,20
2016	90.570.719,89	22,45	17,30	9,93	11,49	0,44	2,25

Fonte: Adaptado do Portal da Transparência, 2017

Deste modo, reduzindo os gastos com energia elétrica, que anualmente é em média, de R\$1.866.702,21, entre 2012 e 2016, para R\$699.558,20, o percentual de participação diminuirá em cerca de 62,5%, de um patamar de participação de em média nas despesas de 2,6%, para uma participação perto de 1%. Por outro lado, os investimentos irão subir perto de 22,3%, de um patamar de média percentual de participação nas despesas de 10,37%, para 12,7% - caso os investimentos mantenham o mesmo nível até o pagamento do financiamento de R\$1.693.540,11, o qual terá periodicidade de 9 anos. Assim, mesmo que se reduza as despesas com energia elétrica, as despesas totais se elevarão durante os nove primeiros anos do funcionamento da mini usina fotovoltaica devido a transferência de despesas entre contas – pagamento de juros e amortização -, o que torna o empreendimento da mini usina fotovoltaica um investimento de retorno de longo prazo.

4.4. COMPARAÇÃO ENTRE A OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA ATUAL COM O SISTEMA DE ENERGIA ALTERNATIVO PROPOSTO

Atualmente o preço médio pago pela energia elétrica no município de Horizontina oscila entre R\$400 e R\$720 reais por megawatt-hora, dependendo da quantidade de energia consumida, o segmento (iluminação pública, imóveis ou a energia rural) e o sistema de bandeiras vigente. Deste modo, ao comparar com o

custo a ser pago por megawatt hora, de acordo com os valores do orçamento levantado, o preço por megawatt-hora da usina solar é de R\$670 por megawatt no quinto ano, R\$563 no sexto ano de operação da usina, chegando a R\$160 reais considerando o vigésimo quinto ano de operação.

Sobre os resultados referentes aos preços por MW-h, de acordo com Silva (2015), para 2012, um empreendimento com capacidade centralizada de geração de 30MW custaria R\$161 milhões, desconsiderando os custos de conexão à Rede Básica²⁵, e dependendo também da Taxa Interna de Retorno (TIR), teria um custo entre R\$362,00 MW-h e R\$407,00 MW-h. Para a EPE²⁶, considerando o investimento em uma usina solar de 1MW, o custo estaria entre R\$300,00 MW-h e R\$400,00 MW-h. Mas de acordo com os cálculos de viabilidade de um leilão realizado para o estado de Pernambuco, o preço médio por MW-h ficou entre R\$228,63 e R\$215,12. Apenas como fator de comparação, o preço da energia eólica já chegou a R\$100,00 MW-h (SILVA, 2015).

Segundo EPE *apud* SILVA (2015), os custos seriam maiores para a energia fotovoltaica devido ao preço ainda elevado para os equipamentos (kits), os quais já estão em descenso, apontando como os custos já estão caindo, e ainda deverão cair para os segmentos residenciais, comerciais e planta centralizada, respectivamente, 48,7%, 46,3% e 54,8%, entre 2010 e 2020.

Ainda, de acordo com EPE *apud* Silva(2015), os preços dos sistemas solares fotovoltaicos nos segmentos comerciais e residenciais caíram 12% desde 2012, apresentando em 2014 os seguintes resultados:

Quadro 16 - Custo MW-h da geração fotovoltaica distribuída em relação a potência instalada em 2012

Categoria	Potência	Custo MW-h
Residencial	5 kWp	R\$602,00
	10kWp	R\$541,00
Comercial	100kWp	R\$463,00
Industrial	1.000kWp	R\$402,00

Fonte: Adaptado de SILVA (2015).

²⁵ “O serviço de transporte de grandes quantidades de energia elétrica por longas distâncias, no Brasil, é feito utilizando-se de uma rede de linhas de transmissão e subestações em tensão igual ou superior a 230 kV, denominada Rede Básica” (ANEEL, 2011).

²⁶ Empresa de Pesquisa Energética.

Referente a determinação da curva de oferta ($CMg = CVMe$), para este tipo de empreendimento, quando não há esta igualdade entre custo marginal e custo variável médio nos resultados do quadro de custo, se presume que o fator determinante da eficiência econômica é a igualdade entre o preço do kW-h cobrado pela distribuidora e o preço por kW-h encontrado na relação entre a produção e a diluição do capital, o qual é o resultado da divisão do valor investido pelo número de meses do ano de referência dividido novamente pela produção média mensal da usina.

Deste modo, comparando com o quadro 17, a seguir, onde foi calculado o retorno por diferença de capital, a fim de averiguar o retorno ano a ano sobre a diferença entre o preço do kW-h pago a concessionária (distribuidora) e o preço por kW-h auferido com a diluição do capital (sem considerar custos operacionais, impostos, juros e amortizações), teve para o quinto ano um valor positivo, este sendo considerado no momento em que o preço por kW-h da diluição do capital do empreendimento se torna menor que o preço por kW-h cobrado pela distribuidora. Para o cálculo da diferença foi utilizada a Equação 4 a seguir.

$$RDP = (((P_{dim} - P_c) * PC_{im}) + ((P_{dip} - P_c) * PC_{ip})) * G * A \quad (4)$$

Fonte: Autor, 2017

Onde:

RDP: Retorno por Diferença de Preço de kW-h

P_{dim} : Preço por kW-h cobrado pela distribuidora para os imóveis

P_{dip} : Preço por kW-h cobrado pela distribuidora para a iluminação pública

P_c : Preço por kW-h gerado pela diluição do capital

PC_{im} : Percentual de consumo dos imóveis públicos

PC_{ip} : Percentual de custo da iluminação pública

G: geração anual de quilowatts hora da mini usina fotovoltaica

A: Ano para cálculo do retorno acumulado

Para calcular o RDP, foram considerados os dados do quadro a seguir, destacando na coluna, entre parênteses, cada variável da fórmula (apenas a coluna *Diluição Interna do Capital* não será utilizada como variável, sendo os dados utilizados como informação adicional), onde o valor de $P_{dim} = 0,72$ e $P_{dip} = 0,40$.

Quadro 17 - Retorno por diferença de preço

Ano (A)	Geração Anual de kW-h (G)	Diluição Interna do Capital	Preço médio kW-h Energia Solar (Pc)	Retorno por diferença de preço de kW-h (RDP)
1	3.054.520	9.865.000,00	3,230	- 5.059.392,10
2	3.027.152	4.932.500,00	1,629	- 3.633.895,21
3	3.000.028	3.288.333,33	1,096	- 2.234.059,76
4	2.973.148	2.466.250,00	0,830	- 859.540,34
5	2.946.509	1.973.000,00	0,670	490.004,35
6	2.920.108	1.644.166,67	0,563	1.814.911,50
7	2.893.944	1.409.285,71	0,487	3.115.514,26
8	2.868.014	1.233.125,00	0,430	4.392.141,82
9	2.842.317	1.096.111,11	0,386	5.645.119,38
10	2.816.849	986.500,00	0,350	6.874.768,28
15	2.791.610	657.666,67	0,244	12.684.061,07
20	2.574.397	493.250,00	0,192	17.956.165,84
25	2.461.112	394.600,00	0,160	22.727.110,79

Fonte: Autor, 2017

A partir destas constatações, e considerando o investimento de R\$9.865.000,00 para a instalação de duas mini usinas fotovoltaicas, que somadas chegam a uma potência de 1.973 kW, utilizou-se a diluição interna do capital por ano para encontrar o preço médio do kW-h - o qual se reduz em 95,05%, entre o primeiro ano e o vigésimo quinto ano. Para tanto, para calcular o preço médio do kW-h, foi dividido o capital investido por 12 (número de meses de um ano), dividido novamente pela média da geração mensal da usina.

Assim, considerando a geração de 3.054.520 kW-h anuais; onde 34% do preço, em média, é de R\$0,40 – referente ao consumo da iluminação pública na distribuidora -, e 66% do preço é R\$0,72 – referente ao preço pago pelo consumo da distribuidora dos imóveis da prefeitura e consumo CERTHIL, considerou-se o sexto ano como período em que a diferença de preço se torna positiva, momento em que o retorno por diferença do preço por kW-h – R\$1.814.911,50 - é maior que a diluição interna do capital do investimento – R\$1.973.000,00 -, e onde o preço por kW-h cobrado é semelhante ao preço médio dos preços por kW-h utilizados no cálculo, determinando assim o ponto de equilíbrio para o investimento se tornar rentável - de acordo com o a teoria da empresa competitiva.

Ainda se averiguou que, para os vinte e cinco anos de funcionamento da mini usina solar, o preço por MW-h é 78,9% menor que o preço pago para a distribuidora atualmente, (desconsiderando os valores com juros, amortização, manutenção, pagamento disponibilidade de operação, despesas operacionais e administrativas).

4.5. PROSPECÇÃO DA PRODUÇÃO DA MINI USINA SOLAR FOTOVOLTAICA

A classificação da usina fotovoltaica em Horizontina, referente ao modelo de distribuição, será a cogeração qualificada para uma geradora com potência maior de 75 kW e menor que 5 MW, caracterizando-se como um empreendimento de geração compartilhada – já que a mini usina pode ser instalada em área separada da unidade consumidora.

O cálculo da potência necessária a ser instalada consistiu em um conjunto de informações da demanda das empresas RGE (Rio Grande Energia S/A) e CERTHIL (Cooperativa mista Entre Rios), contabilizando o valor liquidado nominal dispendido por ano – valor representativo das faturas – onde, dividindo o valor liquidado mensal pelo preço por kW-h estimado - sendo considerado para a RGE, um valor de R\$0,40 centavos para o consumo da iluminação pública e R\$0,72 para o restante. Para a CERTHIL foram utilizados os preços por quilowatt hora de R\$0,72, alinhando o mesmo valor de preço da RGE -, encontrou-se o consumo da Prefeitura de Horizontina para os 61 pontos de consumo de energia da RGE, e 16 pontos de consumo de energia para a CERTHIL, divididos em tensões do grupo B (baixa tensão).

Para melhor especificar a oferta de energia da mini usina fotovoltaica, foi distribuído o consumo sazonalmente por estações do ano, considerando que cada estação do ano propicia uma irradiação diferente de raios solares. Deste modo, após o primeiro ano de funcionamento da usina, prever, por exemplo, quanto de energia será produzido no inverno, quando há menor incidência da radiação solar. Assim segue esta divisão por estações do ano no quadro 10 a seguir.

Referente a demanda média mínima de potência instalada, de acordo com o consumo de energia dos prédios da prefeitura - alugados ou próprios -, foi calculado uma média de potência instalada para supri 72% da demanda por energia da prefeitura, resultando em duas mini usina de potência somadas de 1.973 kWp, - sendo considerado neste cálculo 4 horas de radiação pico, entre as 10 e 14 horas -, como pode ser observado no quadro a seguir, onde ainda pode ser verificado a demanda de potência instalada por estações do ano. Os valores poderão ser observados no quadro abaixo.

Quadro 18 - Demanda mínima de potência pico instalada em kWp

RGE							
Ano	Potência Demandada Sazonal				POTÊNCIA PICO MÍNIMA DEMANDADA INSTALADA em Kw	kW-h consumidos	Média PIM
	Verão 21/12-20/03	Outono 21/03-20/06	Inverno 21/06-20/09	Primavera 21/09-20/12			
	1o Trimestre	2o Trimestre	3o Trimestre	4o Trimestre			
2012	1716	1512	1621	1881	1683	2.423.047	1.577
2013	1524	1321	1234	1444	1381	1.988.508	
2014	1375	1325	1629	1719	1512	2.177.245	
2015	1.438	1.781	1.678	1.849	1.686	2.428.282	
2016	1.221	2.310	1.391	1.567	1.622	2.524.708	
CERTHIL							
Ano	Potência Demandada Sazonal				POTÊNCIA PICO MÍNIMA DEMANDADA INSTALADA em Kw	kW-h consumidos	Média PIM
	Verão 21/12-20/03	Outono 21/03-20/06	Inverno 21/06-20/09	Primavera 21/09-20/12			
	1o Trimestre	2o Trimestre	3o Trimestre	4o Trimestre			
2012	130	457	353	363	326	469.216	396
2013	332	304	317	349	326	468.774	
2014	233	492	377	420	380	547.612	
2015	464	519	318	642	486	699.336	
2016	329	608	407	511	464	668.288	

Fonte: Adaptado de Portal da Transparência de Horizontina, 2017

Como existe uma limitação de tamanho de terrenos de propriedade da prefeitura em Horizontina, foram calculadas a potência para RGE em relação ao consumo total dos imóveis públicos e do consumo total da iluminação pública, onde para a primeira foi considerado um preço de R\$0,72 por kW-h e para a segunda o preço de R\$0,40 por kW-h. Já para a CERTHIL existe uma demanda com um preço por quilowatt hora de cerca de R\$0,65, corrigido pela inflação – mas para o cálculo da potência instalada foi considerado o preço de R\$0,72 por kW-h.

Entretanto, como a prioridade é suprir a demanda dos imóveis públicos, e o excedente da geração da usina utilizada para compensar a demanda da iluminação pública, esta última teve que ser formulada a partir de uma proporção através da tentativa e erro em função do tamanho do terreno disponibilizado pela Prefeitura.

4.5.1. Proposta de Instalação de uma Mini Usina Fotovoltaica

Com embasamento na proposta solicitada para a empresa Fockink – CNPJ: 03.021.334/0001-30, localizada na Rua Holanda, nº 123, município de Panambi, Rio Grande do Sul, esta tendo como atividade principal a fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica, será necessário a

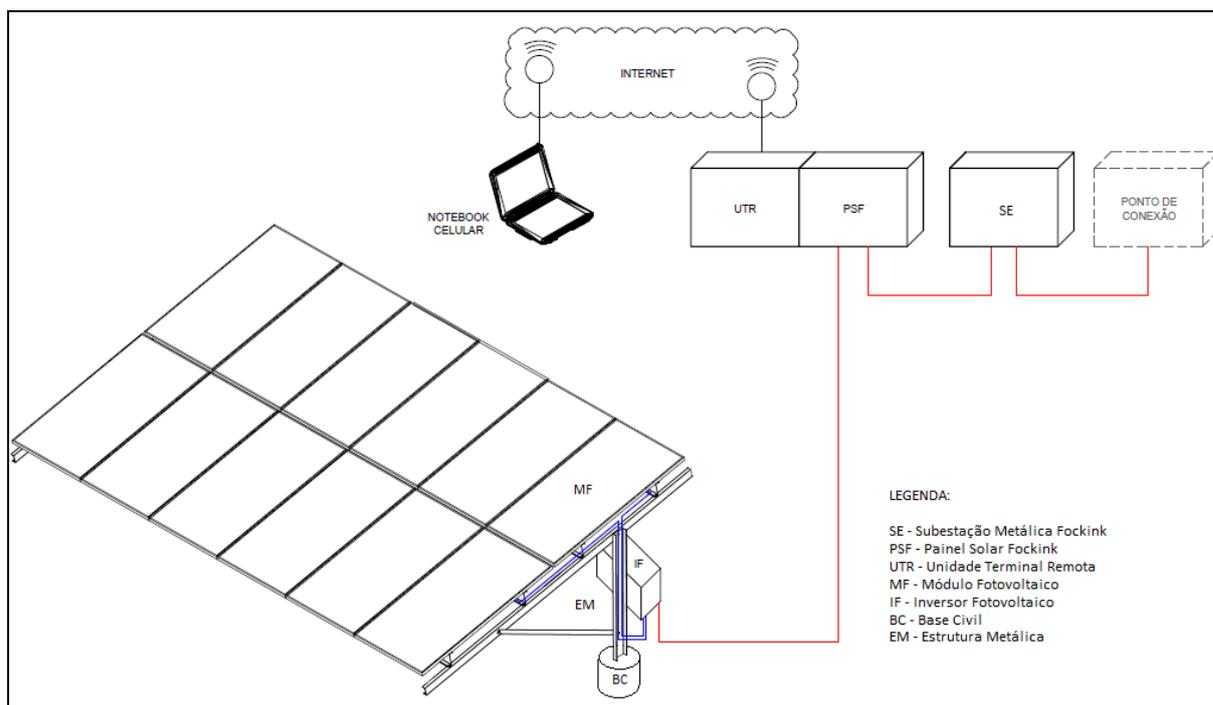
instalação de duas usinas, uma para a rede da RGE e outra para a rede da CETHIL.

Nesta proposta está incluso²⁷: i) a estrutura metálica de sustentação das placas solares, ii) os inversores fotovoltaicos, iii) os painéis elétricos, iv) a subestação, v) o transformador elevador, vi) a base civil de painéis e estrutura metálica, vii) canaletas, viii) britagem do canteiro de obras, ix) sistema de automação e monitoramento da geração, além dos componentes básicos como cabeamento, conexões e treinamento. Ainda deverá ser considerado o licenciamento ambiental para a operação da mini usina fotovoltaica.

Deste modo, considerando como premissas as resoluções normativas 482/2012 e a 687/2015, bem como as normas técnicas da Aneel - NBR 161550:2013 (Sistemas fotovoltaicos – procedimentos de ensaio), NBR 16149:2013 (Sistemas fotovoltaicos interface com distribuição), NBR 5410 (instalações elétricas de baixa tensão), NBR 14039 (instalações elétricas de média tensão) e NBR 10 (instalações e serviços em eletricidade), tendo como base o diagrama técnico da figura a seguir, sendo a tipologia *on-gride* (RGE-Sul), o sistema foi enquadrado tecnicamente como Mini Geração Distribuída Compensada.

²⁷ Os preços incluem os impostos conforme indicado nos itens específicos e legislação em vigor até a presente data: Imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços (ICMS) na alíquota conforme legislação estadual vigente; ICMS Substituição Tributária conforme Protocolos entre Estados; Imposto sobre produtos industrializados (IPI); COFINS na base de 7,6 %; Contribuição do PIS na base de 1,65 % e o Imposto Sobre Serviços ISS. (para SP/MG/RS). Conforme exposto, no Livro I (Artigo 4º. Incisos IX do Decreto nr. 37.699/97), eventuais diferenciais de alíquota de ICMS nas operações interestaduais são de responsabilidade do contratante. (Para demais estados). (FOCKINK, 2017)

Figura 19 - Diagrama técnico Fockink



Fonte: Fockink, 2017.

A usina 1 - RGE - terá potência elétrica projetada de 1400kW, já a usina 2 – CERTHIL – tem a potência projetada de 350 kW, as duas com tensão de saída de 380 Vca, sendo a tensão de conexão em alta é de 13.800 Vca – o transformador de elevação utilizado na usina 1 é de 1.845 kVA e da usina 2 de 514kVA. Deste modo, para a usina 1, de 1577 kWp, foi considerado a aplicação 4852 módulos fotovoltaico e, para a usina 2, de 396kWp, foi considerada a aplicação de 1218 módulos fotovoltaicos, como apresentado no quadro abaixo.

Quadro 19 - Especificação da mini usina fotovoltaica

Marca e Modelo das placas:	Canadian 325 W (CS6X-325P)	
Marca e Modelo dos Inversores:	ABB	
Transformador:	Fockink	
Especificações Mini usina fotovoltaica	USINA1 (RGE)	USINA2(CERTHIL)
Quantidade de Placas:	4852	1218
Quantidade de Inversores:	14 -100W	7 - 50W
Potencia elétrica projetada:	1400 kW	350 kW
Potencia elétrica total de módulos:	1577kW	396 kW
Geração de energia elétrica (sem depreciação):	2.441.286 kW-h ano	612.837 kW-h ano
Consumo de energia elétrica total:	2.308.358 kW-h	570.645 kW-h
Tensão de saída:	380 Vca	380 Vca
Tensão de conexão em alta:	13.800 Vca	13.800 Vca
Transformador elevador (VCA):	1.845 kVA – 380/13.800	514 kVA - 380/13.800

Fonte: Adaptado de Fockink, 2017

Ainda através do quadro 20 é possível ver todas as especificações do módulo fotovoltaico a ser utilizado pela Fockink, observando atentamente, principalmente o parâmetro de temperatura para atuação eficiente no módulo solar, fator que deverá ser medido no terreno em que pode ser feita a instalação do sistema fotovoltaico.

Quadro 20 - Especificações do módulo solar CS6X-325P

Características Físicas				Circuito Aberto	Curto Circuito	Ponto Máximo de Potência	
Comprimento	Largura	Área	Peso	TENSÃO (V)	CORRENTE (V)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)
1954	992	1,94	23	37,9	9,32	37	8,78
Potência (W)				Temperatura (Condições Normais de Operação)	Produção Média de Energia (kW/h mês)	Eficiência Energética	
325				45	40,61	16,8	

Fonte: Inmetro, 2017

Através do quadro apresentado a seguir, a Fockink descreveu todos os serviços inclusos e outros excludentes, que não fazem parte da proposta, sendo alguns dos pontos, indicações para que a construção da mini usina possa ser formalizada de forma correta.

Quadro 21 - Exclusões e observações

Item	Descrição
1.	Qualquer deslocamento ao cliente ou à obra (exceto para levantamento de dados em campo e parametrização dos dispositivos de proteção) será cobrado custo extra e estará sujeito a novo prazo de disponibilidade. Nota: Se durante a execução dos trabalhos que fazem parte desse escopo, surgirem atividades não previstas, as mesmas estarão passivas de novo acordo comercial financeiro, podendo as mesmas ter reflexo tanto no aspecto financeiro como ao prazo de entrega final.
2.	Técnico Segurança
3.	Vigilância
4.	Terraplanagem e nivelamento do terreno, será de fornecimento do cliente.
5.	Outros itens de instalações elétricas não mencionadas.
OBSERVAÇÕES	
Item	Descrição
1.	Incluso um Engenheiro / Encarregado
2.	Incluso canteiro de obras
3.	Incluso caminhão Munck
4.	Para construção da base civil e canaleta está sendo considerado o solo plano perfurável a trado (planície), sem interferência de rochas, não desmoronável e sem lençol freático.
5.	Está sendo previsto que a rede de alta tensão da distribuidora ou interna existente a unidade, está instalada próxima a subestação coletora da UFV, havendo somente a necessidade de realizar uma conexão à rede.

Fonte: Fockink, 2017.

Concomitante aos serviços inclusos, o valor final da proposta para a usina conjunta, uma com potência de 1.577 kWp, e outra com potência de 396 kWp terá

um preço final de custo de R\$5 mil reais por quilowatts de potência – definido através de conciliação de preço feito por e-mail -, como apresentado no quadro a seguir.

Quadro 22 - Proposta mini usina fotovoltaica Fockink

Posição	Qtde	Descrição	Fornecimento			Valores
			FCK	IMP	FD	(R\$)
01	01	Sistema Fotovoltaico de 1.577 kW	x			7.885.000,00
01	01	Sistema Fotovoltaico de 396 kW	x			1.980.000,00
Preço total da proposta R\$						9.865.000,00

Fonte: Fockink, 2017

Os valores acima apresentados correspondem ao valor do capital investido no empreendimento, ou seja, este será o valor utilizado para o cálculo do *VPL*. É importante lembrar ainda que serão calculados os juros sobre um eminente financiamento destes valores e, portanto, o investimento será maior que apenas o valor do bem cotado. Ainda é preciso determinar o tempo que levará para a obra ser finalizada, ou seja, o período do começo da obra até ela ser entregue – a qual ficou estabelecida para um prazo médio de 3 a 4 meses de acordo com a informação da Creluz.

4.5.2. Financiamento

A modalidade de financiamento indicado pela Fockink foi o FINAME, ou seja, empréstimos que podem ser Automático Padrão ou Incentivada, sendo que no primeiro caso a taxa é referenciada pela UMBNDES, Dólar ou SELIC somados a 2,1% a.a. concatenado a Remuneração do Agente Financeiro (negociação com o intermediador), podendo o BNDES financiar até 80% do total do investimento. Já para o apoio incentivado, a taxa utilizada é a TJLP 7% a.a. somados a 2,1% a.a., e somados também a Remuneração do Agente Financeiro (negociação com o intermediador), podendo o BNDES financiar até 60% (+20%). As duas modalidades tem como prazo máximo de financiamento de 240 meses (BNDES, 2017).

Mas existe, de acordo com o BNDES (2017) uma modalidade de incentivo a geração, e outro para a distribuição de energia elétrica - os dois com limite de empréstimo de R\$20 milhões -, sendo que para a geração de energia têm disponíveis recursos para a expansão e modernização da infraestrutura de geração a partir de fontes renováveis; já a modalidade de distribuição é voltada para o

melhoramento da infraestrutura e modernização desta categoria. Para tanto, como foi empreendido uma mini usina fotovoltaica o modelo de incentivo mais indicado, e com juros mais acessíveis, foi escolhido o programa de financiamento: BNDES Finam – Geração de Energia.

Esta modalidade de financiamento, o BNDES Finam – Geração de Energia, tem como opção de financiamento, para implantação e ampliação de empreendimentos destinados a geração de energia elétrica renovável, itens financiáveis como: i) estudos e projetos, ii) obras civis, iii) montagem e instalações, iv) móveis e utensílios, v) treinamento, vi) despesas pré-operacionais, vii) máquinas e equipamentos nacionais novos credenciados no BNDES e viii) máquinas e equipamentos importados sem similar nacional, podendo estes ser estas situações destinadas a empresas, ou aos estados, municípios e o distrito federal (BNDES, 2017).

Existem também duas modalidades para a determinação da taxa de juros, o apoio direto (solicitação feita diretamente ao BNDES) e o indireto (solicitação feita por meio de instituições financeiras credenciadas pelo BNDES como Banco do Brasil e Caixa Federal), sendo que o que diferencia uma categoria da outra é o acréscimo da taxa do agente financeiro (cobrada na modalidade de apoio indireto). Como pode ser observado na figura a seguir, na modalidade de apoio direto, tanto para as empresas quanto para os estados, municípios e distrito federal, são cobrados o custo financeiro (TJLP), a remuneração do BNDES e a taxa de risco.

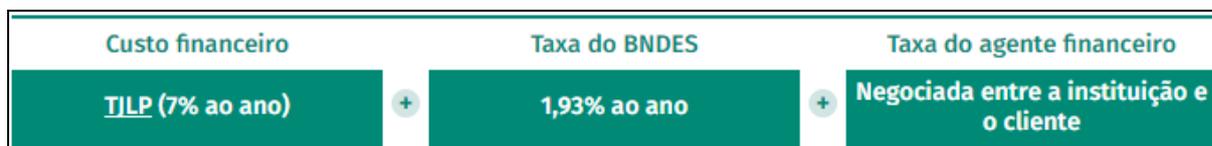
Figura 20 - Taxa de Juros BNDES (Finam apoio direto)

Empresas		
Custo financeiro	Remuneração do BNDES	Taxa de risco de crédito
TJLP (7% ao ano)	+	1,7% ao ano
		+
		Variável conforme risco do cliente e prazos do financiamento
Estados, municípios e Distrito Federal		
Custo financeiro	Remuneração do BNDES	Taxa de risco de crédito
TJLP (7% ao ano)	+	1,7% ao ano
		+
		0,1% ao ano (com garantia da União) ou 1% ao ano (sem garantia da União)

Fonte: BNDES, 2017

Agora, como observado na próxima figura, quando o apoio é indireto, a remuneração do BNDES aumenta de 1,7% a.a. para 1,93% a.a., somado também a taxa do agente financeiro.

Figura 21 - Taxa de Juros BNDES (Finam apoio indireto)



Fonte: BNDES, 2017

De maneira diligente, para agilizar a negociação em relação ao custo de oportunidade sobre as viagens que devem ser feitas para solicitar o empréstimo diretamente com o BNDES e a taxa de juros mais alta cobrada pelo programa, foi escolhida a modalidade de apoio direto, ou seja, foi determinada para o empreendimento uma taxa de juros de 8,93% mais a taxa de risco, onde a garantia deverá ser definida no momento da contratação.

Referente a amortização do empréstimo, de acordo com o BNDES (2017), este poderá ser de até 240 meses (ou 20 anos), tendo como participação do BNDES 80% do montante total do projeto, sendo que a prefeitura pode solicitar uma contrapartida para dispêndios de seis meses antes da contratação do financiamento do BNDES, sendo a outra parte financiada com recursos próprios.

Ainda sobre o valor do crédito o BNDES coloca que: “[...] será determinado conforme capacidade de pagamento do projeto. Deverá ser observado o atendimento de Índice de Cobertura do Serviço da Dívida Geral do Projeto (ICSD) mínimo de 1,3, aferido anualmente” (BNDES, 2017).

Para o financiamento via BADESUL- Banco de Desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul – mesmo que este possua linha de financiamento para geração, transmissão e distribuição, através das modalidades de condição conjunta ao BNDES, com linhas de financiamento para municípios de baixa, média e altas rendas, este somente é destinado a empreendimentos hídricos (UHEs), pequenas centrais hidrelétricas (PCH), eólicos e termelétricas, cogeração, gás e bioeletricidade; focando em linhas de importação de equipamentos, de inovação e meio ambiente do BNDES, sem incólume à empreendimentos em energia solar.

Deste modo, no primeiro momento, foi considerado uma taxa de juros através do apoio indireto, com a taxa sendo calculada 10,93%, considerando, 7% da TJLP, 1,93% referente a taxa do BNDES, e mais 2% que é a taxa esperada ser negociada entre a instituição e o cliente.

Sobre o endividamento das contas públicas de Horizontina, e de acordo com a Secretaria da Fazenda da Prefeitura, o **% da DC sobre a RCL** (percentual da dívida consolidada sobre a receita corrente líquida) - com o Badesul e o Pasep - é de 1,57% - resultado para o primeiro semestre de 2017 -, ou seja, capacidade de endividamento de R\$92 milhões, possibilitando a contratação do financiamento para a construção da mini usina fotovoltaica. No ANEXO I estão as informações de forma analítica, de modo que, observando as dívidas consolidadas, que no total é de R\$1.213.300,62, os financiamentos registraram R\$818.720,03. Já nas Deduções, as quais somam um total de R\$12.334.21,83, a disponibilidade de caixa apresentou valor de R\$10.603.904,13. Deste modo a Dívida Consolidada líquida (Deduções menos Dívida Consolidada) é R\$0,00.

4.5.3. **Produção em kW-h da Mini Usina Fotovoltaica**

Considerando as variáveis de: i) consumo médio da prefeitura de Horizontina de 4.230.000 de kW-h/ano ²⁸(entre 2012 e 2016), ii) a dimensão total das placas solares de, aproximadamente, 12 mil m², ii) a produção de 4,9 kW-h/m² (com base na irradiação anual) e iii) a eficiência de 16,94% (Canadian Solar, 2016) das placas solares, foi definido qual será a produção, em kW-h, aproximada da mini usina fotovoltaica. Levando em consideração os tamanhos disponíveis de terreno em posse da Prefeitura, constatou-se que o empreendimento não poderá ter a dimensão necessária para suprir toda demanda de consumo, deste modo, optou-se por uma mini usina que compensasse, principalmente o gasto dos imóveis, e através da energia excedente, abater o consumo da iluminação pública.

4.5.3.1. *Produtividade em kW-h da Geração de Energia Fotovoltaica*

A produtividade dos módulos fotovoltaicos foi calculada pela Aneel, considerando os kW-h/kWp/ano para as distribuidoras de energia das diversas regiões do Brasil, de acordo com a irradiação solar de cada região, como

²⁸ Sendo o consumo da iluminação pública e do consumo dos prédios da prefeitura divididos igualmente em 50%.

apresentado no quadro a seguir. Deste modo, para facilitar o cálculo da produtividade tendo como premissa os preços por kW-h das distribuidoras, foram utilizados estes valores em comparação com o a produtividade apresentada pela Fockink.

Quadro 23 - Produtividade do sistema fotovoltaico por distribuidora

Distribuidora	Produtividade (kWh/kWp/ano)	Distribuidora	Produtividade (kWh/kWp/ano)	Distribuidora	Produtividade (kWh/kWp/ano)
AES-SUL	1.450	CFLO	1.461	EFLUL	1.413
Amazonas	1.394	CHESP	1.564	ELEKTRO	1.524
AMPLA	1.488	CNEE	1.618	ELETROACRE	1.412
BANDEIRANTE	1.460	COCEL	1.419	ELETROCAR	1.498
Boa Vista	1.409	COELBA	1.514	ELETROPAULO	1.376
CAIUÁ	1.577	COELCE	1.541	ELFSM	1.416
CEA	1.389	COOPERALIANÇA	1.428	Energisa Minas Gerais	1.477
CEAL	1.460	COPEL	1.492	Energisa Nova Friburgo	1.209
CEB	1.594	COSERN	1.524	Energisa Paraíba	1.528
CEEE	1.406	CPFL Jaguari	1.611	Energisa Sergipe	1.465
CELESC	1.410	CPFL Leste Paulista	1.611	Energisa Borborema	1.466
CELG	1.571	CPFL Mococa	1.610	ENERSUL	1.572
CELPA	1.436	CPFL Paulista	1.601	ESCELSA	1.450
CELPE	1.494	CPFL Piratininga	1.469	Forcel	1.340
CELTINS	1.528	CPFL Santa Cruz	1.561	HIDROPAN	1.496
CEMAR	1.498	CPFL Sul Paulista	1.451	IENERGIA	1.516
CEMAT	1.504	DEMEI	1.494	LIGHT	1.482
CEMIG	1.546	DMED	1.586	MUXENERGIA	1.501
CEPISA	1.583	EDEVF	1.584	RGE	1.476
CERON	1.450	EEB	1.544	SULGIPE	1.439
CERR	1.427	EFLIC	1.395	UHENPAL	1.421

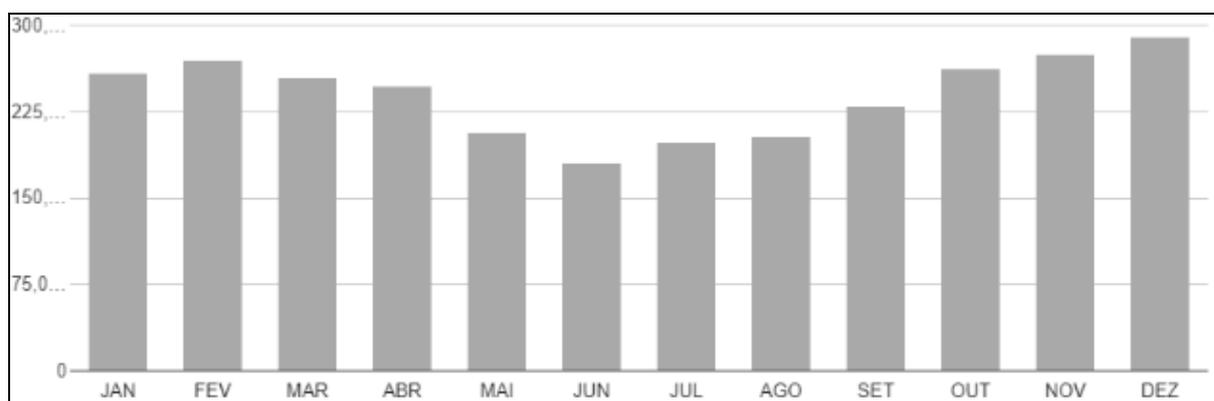
Fonte: CASTRO, 2017

A partir do cálculo da produção em relação a dimensão por metros quadrados do empreendimento (geração compartilhada com outras unidades consumidoras), e constatando que, de acordo com as especificações técnicas do dimensionamento do painel Canadian 325Wp de 1954 mm de comprimento, 982 mm e 40 mm de largura, sejam utilizados 6071 painéis, onde cada painel tem 1,918828 m², ou seja, com a dimensão dos painéis sendo de 11649,2 m² no total da soma da área utilizável, considerando a eficiência dos módulos fotovoltaicos de aproximadamente 16,94%, e diante da produtividade de 4,9 kW-h/m² (irradiação na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, a produção da usina, dentre as 4 horas de irradiação pico (e os outros períodos do dia fora do pico), tem capacidade de geração de 9133 kW-h dia, 7,5% a mais do que a produção esperada. Este resultado pode estar atrelado a produção por m², ou seja, ao invés de considerar 4,9 kW-h/m² de irradiação, por exemplo, fosse o fator de irradiação de 4,5 kW-h/ m², a produção diária seria de 8352 kW-h, valor próximo a produção definida pela Fockink.

Ressaltando, como a produção depende da irradiação de cada estação do ano, e como a cada mês a produção oscila, como pode ser visto no gráfico 13 a seguir – extraído de uma simulação do portal solar, a qual foi baseado nos dados solarimétricos de Cruz Alta -, haverá meses em que se utilizará mais energia da distribuidora que em outros, sendo possível usar o sistema de compensação de energia nestes períodos.

Neste arcabouço, considerando a irradiação de sol diária por períodos sazonais, a geração de energia dever-se-á ocorrer semelhantemente como apresentado no gráfico 14 a seguir, ou seja, há meses que a geração de energia é maior que em outros.

Gráfico 14 - Simulação de Geração Mensal de Energia



Fonte: Portal Solar, 2017

Para tanto, a geração de excedentes energéticos nos meses de maior irradiação solar é fundamental para que a conta de energia não se eleve nos meses em que a mini usina fotovoltaica produz menos, como os meses de Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro.

Dividindo a produção da usina, considerando a depreciação da geração e da potência da usina, pois, quando deprecia a produção de energia, ao mesmo tempo se deprecia a potência instalada da usina, valor da produtividade é de 1548 kW-h/kWp/ano, ou seja, 4,88% a mais que a calculada pela Aneel. Assim, foi considerada a depreciação anual de 0,896% ano, como apresentado no quadro a seguir, onde a média mensal de produção para 25 anos foi de 228.966 kW-h, ou seja, uma produção anual de 2.747.587 kW-h, ainda assim a produtividade de kW-h por potência continuará sendo a mesma.

Quadro 24 - Produção mensal por ano da mini usina fotovoltaica com depreciação de 0,896% ano

Média Anual de Produção Desconsiderando a Sazonalidade e com Depreciação de 0,896% a.a					
Ano	Produção	Ano	Produção	Ano	Produção
1	3.054.520	10	2.816.849	18	2.621.157
2	3.027.152	11	2.791.610	19	2.597.672
3	3.000.028	12	2.766.598	20	2.574.397
4	2.973.148	13	2.741.809	21	2.551.330
5	2.946.509	14	2.717.242	22	2.528.470
6	2.920.108	15	2.692.896	23	2.505.815
7	2.893.944	16	2.668.767	24	2.483.363
8	2.868.014	17	2.644.855	25	2.461.112
9	2.842.317				

Fonte: Autor, 2017

Deste modo, foi possível constatar que a produtividade por kW-h/kWp/ano, a partir do décimo terceiro ano ficará abaixo da produtividade média da usina, e a partir do sétimo ano, abaixo da produtividade média definida pela Aneel.

4.5.4. Receita da Produção da Mini Usina Fotovoltaica

Na Receita da Produção foi considerado um percentual de 50% de participação de consumo referente a iluminação pública e o restante da energia elétrica consumido pelos imóveis da prefeitura, através da distribuidora RGE. Para uma metade % a receita foi calculada a partir do preço de R\$0,40 por kW-h pago a distribuidora, e para a outra, referente aos gastos da prefeitura em imóveis, o preço considerando foi de R\$0,72. Estes percentuais foram encontrados em uma relação onde os dispêndios totais com energia elétrica foram subtraído pelos valores gastos com a iluminação pública, para posteriormente descobrir a quantidade de quilowatts hora a serem consumidos somente pelos imóveis públicos – dividindo o valor do resultado da subtração por R\$0,72.

Em seguida, descontou-se da produção da mini usina fotovoltaica o consumo por quilowatts hora para os imóveis públicos, e o excedente não utilizado foi calculado como compensação da iluminação pública. Deste modo, sendo consumido 2.016.244 kW-h ano pelos imóveis públicos – sendo 570.646 kW-h gerados pela mini usinas da Certhil e 1.445.599 kW-h na RGE - e 1.038.276 kW-h pela iluminação pública, sobre uma geração total, das duas usinas, de 3.054.520 kW-h total, ou seja, uma participação de 67% para o consumo dos imóveis públicos e da demanda para a usina CERTHIL, e 33% utilizado para a iluminação

pública, foi possível calcular a Receita da Produção de forma assertiva, adaptando a produção à demanda pelo preço por kW-h, como apresentado no quadro a seguir.

Quadro 25 - Faturamento anual da mini usina fotovoltaica em relação a geração

Ano	Receita da Produção	Produção anual com depreciação
1	1.876.697,09	3.054.520,00
2	1.859.881,88	3.027.151,50
3	1.843.217,34	3.000.028,22
4	1.826.702,11	2.973.147,97
5	1.810.334,86	2.946.508,56
6	1.794.114,26	2.920.107,85
7	1.778.039,00	2.893.943,68
8	1.762.107,77	2.868.013,95
9	1.746.319,28	2.842.316,54
10	1.730.672,26	2.816.849,39
15	1.654.515,16	2.692.895,77
20	1.581.709,31	2.574.396,66
25	1.512.107,22	2.461.112,02

Fonte: Autor, 2017

Assim, observou-se um decréscimo da Receita da Produção entre o primeiro e o vigésimo quinto ano, bem como a da produção, de 19,43% para o mesmo período. Assim sendo, o motivo para a redução deste crescimento anual é em função da depreciação das placas fotovoltaicas.

4.5.5. Custos da Instalação e da Produção da Mini Usina Solar Fotovoltaica

Nesta seção foram apontados os custos referente a instalação e a produção do sistema fotovoltaico, elucidando os custos operacionais e administrativos, analisando também o cálculo sobre o financiamento do investimento.

4.5.5.1. Custos de instalação

Referente ao percentual equivalente adentre o montante total dispendido para a instalação do sistema e elaboração do projeto, ou seja, a participação proporcional de gastos de cada componente na construção do empreendimento, foi elucidada através do quadro a seguir – o qual tem defasagem dos preços, mas serviu para a projeção equivalente dos gastos -, constando que a Fockink estabeleceu um custo fixo para cada kW instalado.

Quadro 26 - Custos por componente do empreendimento

Capacidade (Wp/ha)	1.052.346
Painéis Fotovoltaicos	R\$ 4.191.583,09
Inversores de Frequência	R\$ 1.053.687,66
Custo de Cabos e Proteções (R\$)	R\$ 464.259,07
Custo do Sistema de Fixação (R\$)	R\$ 500.719,09
Demais custos (Conexão, Projeto, etc) (R\$)	R\$ 642.998,85
Terras	R\$ 9.251,70
Total	R\$ 6.862.499,46

Fonte: GROTH, 2013

Assim, pode ser observado que 61,08% dos gastos são referentes aos módulos fotovoltaicos, 15,35% são referentes aos dispêndios com inversores, 6,77% são os gastos destinados à cabos e proteções, 7,29% são destinados ao sistema de fixação, 1,35% é destinado aos custos com a compra do terreno, e 9,37% destinado aos demais custos, como as conexões e o projeto.

Deste modo, foi determinado que os Custos Fixos são representados por aquelas da instalação, considerando o projeto, as placas, a estrutura fixadora, os inversores, o transformador, cabos, equipamentos de segurança, mão-de-obra, entre outros, ficou pré-estabelecido pela Fockicnk. Mas, devido a variação do preço ser determinado pelo tamanho da usina, de modo que quanto maior a potência do empreendimento mais equipamentos serão utilizados, e mesmo que estes se tornem mais baratos devido a compra em escala, o custo total sempre irá aumentar, mesmo assim, estes custos são considerados fixos.

Por outro lado, nos custos variáveis foi elucidado a explanação constituída a partir do item 1 do quadro 18 (ver página 121), onde é cobrado um valor adicional sobre qualquer deslocamento à obra que não esteja dentro do orçamento pré contratado, aquelas consideradas atividades não previstas. Caso em alguma parte da execução da obra surgir algum trabalho passivo de novo acordo comercial financeiro, este valor alterará o custo variável, sendo que algum aspecto financeiro poderá ser incluindo no contrato alterando o valor contratado.

O Custo Total representa o preço total do empreendimento, variando de acordo com o custo fixo e o custo variável, podendo sair de R\$8.000 reais, para uma usina de 1 quilowatt de potência e chegando a R\$10.000.000 para uma usina de 2 megawatts (preço médio de R\$5.000 por quilowatt de potência instalado).

O custo fixo médio da instalação do sistema remete ao preço médio de R\$5.000 reais por kW instalado, de modo que, sendo toda a instalação, desde o custo do projeto (planta baixa) até o custo das placas e dos demais equipamentos, enquadrados nos custos fixos. O custo variável médio apenas acompanha a variação média do custo variável. Já o custo marginal (CMg) para este empreendimento poderá ser praticamente o mesmo após o nível de produção chegar a 1.000 quilowatts de potência caso não aja nenhum custo adicional a obra.

4.5.5.2. *Custos da Produção*

Para os custos de produção foram considerados todos os gastos para manter a mini usina fotovoltaica em funcionamento, desde o pagamento do custo de disponibilidade e do rateio do custo da iluminação pública sobre as faturas, bem como o pagamento de salários, o pagamento de compensação de energia sobre a diferença dos dispêndios com a iluminação pública noturna, e também os cálculos de amortização e pagamento de juros, os quais foram considerados como custos devido seu efeitos sobre a receita líquida.

4.5.5.2.1. *Custos Operacionais*

O orçamento da Fockink não identificou, especificamente, os valores gastos em painéis, inversores, transformador, sistema de fixação, cabeamento, proteções, conexões, e por fim o preço do projeto (planta do empreendimento), onde somente foi informado o preço por kWp de potência a ser instalado, o qual tem o custo de R\$5.000 / kWp.

Groth (2013) analisa a vida útil dos inversores e o risco de falha destes equipamentos, bem como a necessidade da substituição de cabeamentos. Sendo assim, como destacado pelo autor, a troca de painéis será feita a partir do vigésimo quinto ano e dos inversores no décimo ano – sendo que para os inversores da ABB a vida útil será de 8 anos em média, dependendo das temperaturas e da área de instalação do equipamento (ABB, 2015) -, o que fará com que o lucro líquido diminua, conseqüentemente, reduzindo a TIR.

4.5.5.2.2. *Custo de Disponibilidade*

Neste módulo estão contidas a Tarifa de utilização do Sistema de Distribuição (TUSD), no qual estão inseridos os custos com despesas de capital e manutenção

das linhas de transmissão (ABRADE, 2017), e também está contido o pagamento referente as linhas de transmissão, ou a Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST), sendo esta concedida através da Resolução Normativa N° 559/2013, o qual tem reajuste anual e é realizado a partir da simulação do programa Nodal²⁹ - utilizando como parâmetros de entrada as linhas de transmissão, as subestações, a geração e a carga -, sendo todos reajustes enquadrados na Receita Anual Permitida. Outro aspecto destacado pela a Aneel é em relação a manutenção do sistema de transmissão, assim complementado por esta:

A parcela principal da TUST, a TUST-RB refere-se às instalações de transmissão integrantes da Rede Básica, com nível de tensão igual ou superior a 230 kV, utilizada para promover a otimização dos recursos elétricos e energéticos do sistema e, portanto, é aplicável a todos os usuários. O serviço de transmissão prestado pelas unidades transformadoras previstas no art. 2º da REN nº 67/2004 é pago por distribuidoras que dele se beneficiam, mediante parcela específica da TUST, denominada TUST-FR, que incorpora, ainda, os custos de transporte associados às Demais Instalações de Transmissão - DITs compartilhadas entre as concessionárias de distribuição (ANEEL, 2015).

Descontos ainda poderão ser concedidos ao consumo como destacado pela Resolução Normativa N°77 da Aneel, definida assim em 18 de agosto de 2004, e alterada pela REN 745 de 22.11.2016, assim é destacado pelo artigo 2º:

Fica estipulado o percentual de 50% (cinquenta por cento), a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada ou destinada à autoprodução para: II – empreendimentos com base em fonte solar, eólica, de biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja igual ou inferior a 30.000 (trinta mil) kW (ANEEL, 2016).

Ainda, obsidiante a aplicação do desconto, é promulgado:

§1º Não deve incidir o percentual de desconto às tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição aplicadas ao consumo da energia destinada à autoprodução, para os empreendimentos de que tratam os incisos I e II e que entrarem em operação comercial antes de 1º de janeiro de 2016. §4º Para os empreendimentos com base em fonte solar que entrarem em operação comercial até 31 de dezembro de 2017, o percentual de redução será de 80%(oitenta por

²⁹ “A metodologia nodal utilizada resulta em tarifas a serem pagas pelos geradores e cargas em função de sua localização eletro-geográfica no sistema elétrico. Calcula também os encargos de cada agente de distribuição devidos em função do uso de transformadores de fronteira com a rede básica assim como de rede compartilhada em tensão abaixo de 230kV e maior ou igual a 88kV. No cálculo da TUSDG, esta versão permite a simulação para até 50 redes unificadas, e até dezesseis redes de distribuição por rede unificada” (ANEEL, 2011).

cento) aplicável nos 10 (dez) primeiros anos de operação da central geradora, aplicando-se o valor definido no caput deste artigo para os anos subseqüentes (ANEEL, 2016).

Portanto, considerando os preços normais do Consumo de Uso do Sistema- [Kw/h] -TUSD, já incluindo no cálculo a alíquota dos tributos (ICMS, CONFIN e PIS), a tarifa com distribuição representa cerca de 54,8% do valor total pago da fatura, sendo 47,6% o Consumo Bandeira Verde – TE, e 4,9% relativo ao custo adicional da Bandeira Vermelha. Agora, se considerar a Composição do Fornecimento o valor pago para distribuição, sem considerar os impostos, este percentual se reduz para cerca de 16,59%. Já o montante referente a transmissão é equivalente a 5,56% do total da fatura.

Ainda existe a cobrança de perdas (técnicas – rede básica e rede de distribuição - e não técnicas – concomitante de furtos e inadimplência) do sistema de distribuição, o qual é calculado pela Aneel em função de uma metodologia própria contida no módulo 7 do PRODIST – baseado em informações obrigatórias referenciadas no módulo 6 do PRODIST. A norma exige que os cálculos, feito pelas distribuidoras, seja dentro de um período de 12 meses completos, sendo estes dados fiscalizados pela Aneel (Aneel, 2010). Deste modo, as perdas da distribuição cobrados nas faturas de energia elétrica são assim exemplificados pela COPEL (2017):

É necessário a separação das perdas técnicas e das perdas comerciais. Para as perdas técnicas, sugerimos que esteja alocada na componente TUSD encargos do consumo, devendo ser rateada pelo índice de perdas de energia e diferenciada por nível de tensão, para identificar o custo incorrido pelos diversos níveis de tensão. Isso se justifica, pois um consumidor de um nível maior de tensão, em tese possui menor responsabilidade sobre este custo, do que aquele consumidor de nível menor. Já para as perdas comerciais, estas representam um ônus para sociedade. Devem ser rateadas para todos os consumidores sem levar em consideração a diferenciação por nível de tensão proposta para as perdas técnicas. Nesse caso todos os consumidores contribuem igualmente, de acordo com seus consumos. Em se tratando de um custo cujo a origem está ligada a fatores econômico-sociais, não há porque diferenciar a responsabilidade de cada consumidor (COPEL, 2017).

Ao analisar a fatura de energia elétrica, pode-se observar que o percentual dos custos das perdas pode variar entre 3,7% e 4,3% sobre o total da fatura.

Referente ao consumo fora do horário de produção, quando a usina não supre a necessidade de consumo das unidades consumidoras e quando será

efetuada a utilização da tarifa energética onde existe diferenciação do preço compensado posteriormente na fatura, onde há compensação do consumo através do excedente injetado nos sábados e domingos, que não é utilizada no consumo direto, será cobrado um valor adicional ao custo de disponibilidade, que é a diferença do que foi consumido da distribuidora e o valor de venda da energia produzida pela usina e cedido à consumidora. Os impostos relativos a este consumo diferencial, considerando o sistema cálculo por dentro da cobrança na fatura, onde ICMS, PIS e CONFINS (tributos que atualmente representam cerca de 34,79% da fatura, e somados aos encargos, chegam a 39,35%) não é referente a base de cálculo, mas sim a 100% do total pago a distribuidora.

4.5.5.2.3. *Custo da Iluminação Pública*

Atualmente os residentes do município de Horizontina pagam uma tarifa mensal denominada, IP-CIP (Contribuição de Iluminação Pública), destinada ao serviço de iluminação pública – pagamento do consumo, manutenção e a operacionalização -, a qual funciona apenas no período noturno, ou seja, este rateio tem por função custear todas as despesas referente a iluminação pública dos postes de luz no município (CPFL, 2017).

A iluminação pública (postes noturnos) da parte urbana do município de Horizontina, atualmente efetuada pela RGE, e que é custeada através de um rateio pelos residentes (casa e apartamento) em Horizontina, diferem da iluminação pública destinada ao interior (área rural). Para a iluminação pública noturna no interior - sendo que nestes locais a energia consumida é faturada pela CERHIL-, como constado nas planilhas de gastos com energia elétrica da prefeitura, existem apenas quatro localidades do interior que necessitam deste serviço, sendo estes: Lajeado Patos, Secção 19, Rua Ipiranga Mato Queimado e Mambuca, tendo como dispêndios, respectivamente, R\$34,59, R\$46,74, R\$51,74 e R\$51,74 (valores do mês de março de 2017). Deste modo, como os valores dispendidos com tal função são ínfimos, não foram considerados os preços de compensação de energia diferenciado nas receitas, o que certamente reduziria o lucro econômico, ou seja, as proporções irrelevantes, constatando que aqueles valores somados representam apenas 0,16% do total - dispendido com energia em março de 2017 - não afetariam o cálculo de viabilidade econômica como este foi realizado. Já para a área urbana praças do município, sendo: Vila Colato, Recanto do Sol, Alvorada e 25 de Julho,

nas quais a média de dispêndios com faturas em 2017 são, respectivamente, R\$1.885,00, R\$514,90, R\$73,68 e R\$2.044,20, tem nas praças Vila Colato e 25 de Julho os valores de dispêndio mais elevados.

Através da verificação no portal da transparência, acessando as contas de: Receita, Natureza da Receita, Receitas Correntes, Receitas de Contribuições, Contribuições para o Custeio de Serviço de Iluminação Pública, se encontrou um recolhimento médio mensal de IP-CIP, para 2016, de R\$75.173,42 (R\$902.081,08 no ano), e para 2015, de R\$52.405,03 (R\$628.860,30 por ano), verificando uma redução do recolhimento para este custeio de 30,29%. Corrigindo estes valores para o ano de 2017, a receita anual total para 2016 será de R\$966.941,48 e de 2015 de R\$745136,56, ou seja, uma média da receita, para estes dois anos, de R\$856.039,02 por ano.

A cobrança de IP-CIP está distribuída em quatro níveis – como observado nas faturas da RGE -, sendo os pagamentos de: i) R\$12,29 até 299kW-h consumidos, ii) R\$19,66 para consumo acima de 300kW-h até 699kW-h, iii) R\$28,26 para consumo acima de 700kW-h até 1000kWh e iv) R\$34,40 para consumo acima de 1000kWh. Para os cálculos do demonstrativo financeiro foram considerados como despesa de custo operacional com IP-CIP o valor fixo de R\$12,92 - devido ao consumo direto da distribuidora não ser maior que 300kW-h mês – devido a compensação (net metering).

Foi considerado o consumo e compensação de energia (método *net metering*) para o pagamento diferencial dos montantes, onde verificou-se uma redução do pagamento atual das faturas da RGE em referência ao que foi compensado posteriormente na mesma fatura da Iluminação Pública, como pode ser observado no quadro a seguir. Deste modo, as receitas e despesas anuais auferidos no quadro 25, por exemplo, foram referentes ao faturamento médio de 2.211.786,77 kW-h ano, bem como uma tarifa de R\$0,36 – com impostos e adicional das bandeiras baseados na fatura de outubro de 2017 -, sendo esta tarifa 10% inferior ao preço da tarifa média de R\$0,40 (média encontrada para os anos de 2015 e 2016).

Sendo assim, as entradas para o exemplo do quadro 27 somaram R\$799.704,46, considerando as operações de Consumo Uso Sistema, Bandeira Verde -TE e, Bandeira Amarela e Vermelha. Já os descontos, referente a compensação de 1.038.276 kW/h, somaram um valor de R\$241.002,56, resultando em um total pago por ano a iluminação pública de R\$558.701,91, um valor 30,14%

menor do que o valor pago de forma integral para as faturas referentes a iluminação pública.

Quadro 27 – Exemplo sobre diferenciação no pagamento das faturas da Iluminação Pública anual

Operação	Qtd. Faturada	Um. Med.	Tarifa c/ Tributos³⁰	Valor Total Operação
(+)Consumo Uso Sistema [kW/h] – TUSD	2.211.786,77	kW/h	0,14698589	325.101,45
(+)Consumo Bandeira Verde – TE	2.211.786,77	kW/h	0,17125901	378.788,41
(+)Consumo Bandeira Amarela	2.211.786,77		0,00831	18.379,95
(+)Consumo Bandeira Vermelha	2.211.786,77		0,03501	77.434,65
(-)Energia Compensada – TUSD	1.038.275,78	kW/h	0,0958348	99.502,95
(-)Energia Compensada BDV - TE	1.038.275,78	kW/h	0,111660875	115.934,78
(-)Energia Compensada Adicional B. Amarela	1.038.275,78		0,0047367	4.918,00
(-)Energia Compensada Adicional B. Vermelha	1.038.275,78		0,01988568	20.646,82
Total Distribuidora				558.701,91

Fonte: Autor, 2017

Para encontrar a média do preço de R\$0,40 por kW-h, foram considerados os faturamentos anuais da RGE dos anos de 2015 e 2016 (dados recolhidos com a prefeitura), bem como o consumo de kW-h ano médio e a média anual de pagamentos a RGE, corrigidos pela inflação com base no ano de 2017. Mas ao trazer os valores corrigidos houve divergência de valores na verificação final do total faturado, pois, se multiplicar o consumo médio pelo preço por kW-h médio, as entradas resultam em R\$882.688,19, e se dividir o valor médio anual pago de R\$933.359,81 pelo consumo médio, o preço médio por kW-h será de R\$0,42, deste modo existe uma margem de erro neste cálculo de cerca de 5% para mais no preço médio e no pagamento médio anual.

Referente ao percentual destinado a compensação da energia elétrica, este foi elaborado de acordo com o percentual sobre um dispêndio médio mensal para o ano de 2015, descontando do pagamento mensal líquido de energia total os valores concomitantes ao pagamento de custo de iluminação pública para o mesmo ano. Encontrando o valor utilizado para o dispêndio com energia dos móveis públicos e dividindo este valor pela tarifa de R\$0,72 – considerando impostos e valores adicionais – encontrou-se um consumo próximo de 1.749.404 kW-h. Em seguida foi

³⁰ As tarifas foram embasadas nas contas de luz da prefeitura de Horizontina, para a iluminação pública, da fatura do mês de outubro da RGE, como apresentado no ANEXO II.

descontado este consumo do imóveis do total gerado pela mini usina fotovoltaica, restando ainda 1.038.276 kW-h para serem abatidos do consumo com iluminação pública, o que representou 47% do faturado para a IP - sendo os 53% restantes os valores pagos integralmente direto a distribuidora, ou seja, a compensação da fatura foi realizada, na média, sobre um valor anual de R\$558,701,91.

Outros diferenciais, de outros endereços, só poderão ser calculados através da experiência (de consumo injetado diretamente pela mini usina e sua posterior compensação), pois, constando que o preço creditado da compensação de energia é menor que o preço cobrado pela RGE, como explicado anteriormente, e como será calculado somente os kW-h que serão consumidos da RGE, demonstrar isto no lucro líquido, neste momento, não terá validade.

4.5.5.2.4. Despesas Gerais Administrativas

É importante considerar, para o funcionamento regular da usina, bem como a manutenção periódica desta, a efetivação de funcionários da prefeitura que ficarão responsáveis pelas atividades técnicas, de administração e de limpeza do local. Deste modo, deverá se definir a quantidade necessária de horas mensal para a alocação de trabalho de cada especialista. Como sugerido por Groth (2013), seriam designados quatro cargos para as funções de manutenção e gerenciamento da mini usina, como, por exemplo, um técnico em elétrica, um operador de limpeza, um engenheiro e outro para a administração – salários estes baseados nos cálculos do Sine (Fundação Gaúcha de Trabalho e Ação Social).

Quadro 28 – Custo dos funcionários da mini usina fotovoltaica Horizontina

Funcionário	Vaga	Salário Base	Carga Horária Semanal	Despesa Mensal	Despesa Anual
Engenheiro Sênior	1	R\$ 8.958,85	20	R\$ 4.479,43	R\$ 53.753,10
Técnico Eletricista	1	R\$ 2.583,65	40	R\$ 2.583,65	R\$ 31.003,80
Operador de limpeza	1	R\$ 1.517,98	40	R\$ 1.517,98	R\$ 18.215,76
Administração e Contratos	1	R\$ 4.716,10	10	R\$ 1.179,03	R\$ 14.148,30
TOTAL					R\$ 117.120,96

Fonte: Adaptado de GROTH, 2017

Após definido o salário base, também será definida a carga horária semanal que cada funcionário se encarregará, o que resultará em uma despesa mensal - que será contabilizada como despesas administrativa.

4.5.5.2.5. Custos do Terreno

Solicitado à prefeitura de Horizontina um terreno com tamanho de 11,6 hectares, ou seja, um tamanho compatível com a dimensão das placas fotovoltaicas, foi disponibilizado por aquela um terreno de apenas 9 hectares, localizada ao lado do aeroporto, em um local conhecido como “Orto” – de acordo com mapa no Anexo III. Assim sendo, será necessário ajustar os painéis, apoiado por um técnico da Fockink, de modo que a inclinação não seja prejudicada pelo sombreamento dos mesmos painéis, e de maneira que toda a capacidade prevista seja atingida – entre os 1973 kWp. Caso seja preciso reduzir o tamanho da usina, esta deverá ser analisada novamente, através das planilhas utilizadas para realizar a verificação da viabilidade econômica, observando os resultados dos instrumentos de retorno do investimento.

Sobre o custo de oportunidade do investimento, no tangente a venda do terreno pela prefeitura de Horizontina a um preço de mercado de R\$28.000,00 (SILVIO SANTOS, 2017) por hectare, resultando em um montante de total de R\$252.000,00, considera-se o cálculo do valor futuro – realizado através da calculadora HP -, onde i) R\$252.000,00 é o *PV*, ii) 25, referente ao período de 25 anos determinados para o investimento é *n*, iii) 7,25% referente a taxa de juros, para determinar um resultado de valor futuro de R\$1.449.883,35, retorno de 475% em 25 anos.

4.5.5.2.6. Juros e Amortizações

Os juros foram calculados dentro do sistema de prestação constante (SPC), ou também, conhecido como Sistema Francês ou Tabela PRICE, onde as parcelas são fixas (LAPPONI, 2006). Os juros a serem pagos ao banco – o qual é a renda do banco (lucro) sobre o capital emprestado -, tiveram como taxas anuais o valor de 10,93% ao ano, constituído de acordo com as taxas de financiamento ofertadas pela linha de investimento *Finam* indireto, o qual tem o acréscimo da administração cobrada pelo banco. Deste modo, utilizando como premissa sete anos de financiamento, ou seja, período de retorno positivo do VPL concatenado a parcelas sustentáveis ao dispêndio atual com energia elétrica pela prefeitura de Horizontina, os juros ficaram constituídos de acordo com o quadro 40, que será analisado nas páginas subsequentes. Neste momento é satisfatório afirmar que os dispêndios com

juros serão de R\$5.376.861,00, divididos em parcelas mensais progressivas como constado no ANEXO IV, e resumidamente apontado no quadro 29 a seguir.

Ao considerar o montante total da operação e somando ao valor financiados os juros a serem pagos, onde até o nono ano será desembolsado um valor de R\$15.241.861,00 – onde 54,5% são relativos aos juros -, e a fim de ter resultados positivos, ou seja, lucro líquido acumulado, foi definido que o financiamento terá prazo de 108 meses, ou 9 anos. Deste modo, será dispendido anualmente um valor de R\$1.693.540,11, ou seja, valor inferior ao que é pago, em média, atualmente a RGE.

Quadro 29 - Resumo do dispêndio com juros e amortizações acumulados por ano

Ano	Juros	Amortização	% Juros/Total Pago no Ano
1	994.993,86	698.546,26	58,75
2	918.642,75	774.897,36	54,24
3	833.946,47	859.593,64	49,24
4	739.992,88	953.547,23	43,70
5	635.770,17	1.057.769,94	37,54
6	520.155,92	1.173.384,19	30,71
7	391.905,02	1.301.635,09	23,14
8	249.636,31	1.443.903,80	14,74
9	91.817,62	1.601.722,49	5,42
TOTAL SOMADO	5.376.861,00	9.865.000,00	54,50

Fonte: Autor, 2017

É interessante observar o efeito regressivo da participação percentual das taxas de juros sobre o total pago anualmente. Os juros regridem em 90,77% no percentual, saindo de um patamar de 58,75% de participação de juros sobre a parcela anual para o primeiro ano, para um nível de 5,42% para o último ano. Já as amortizações se elevam em 129,3% do primeiro até o nono ano. Ou seja, para os últimos dois anos, a redução da receita líquida é alavancada pelo aumento vertiginoso das amortizações. Mas a escolha do período de 108 meses está relacionado diretamente com o resultado da receita líquida, com os valores de compensação pagos e com a taxa interna de rendimento, utilizando assim, de um valor pago anual de juros e amortizações que não permita que se tenha prejuízos, apenas decréscimo da taxa de lucro.

Para a realização dos cálculos foram utilizadas formulas do método PRICE de amortização, utilizando as regras de juros compostos sobre a prestação, a qual está expressa na Equação 5 a seguir.

$$PR = P * i / 1 - (1 + i)^{-n} \quad (5)$$

Fonte: LAPPONI, 2006

Onde:

PMt = Prestação

C= Capital

i= Taxa de Juros

n= Tempo

Para o cálculo das prestações foi utilizada a taxa de juros mensal de 0,0868157%, ou seja, uma taxa de juros real de 10,41479% ao ano. Após ter os resultados do montante e do preço, foi calculado o juro mensal sobre o saldo devedor inicial de R\$9.865.000,00, e assim descontando os juros da prestação foi encontrado o valor da amortização, sendo o saldo devedor seguinte, do próximo mês, é igual ao saldo devedor anterior menos a amortização.

4.5.6. Procedimentos para acesso de mini geração distribuída do sistema de compensação de energia elétrica

Dentro dos procedimentos para acesso está contemplada a implantação da conexão, a qual, substancialmente, tem contido em sua condição e responsabilidade os procedimentos de sistemas de proteção, a aprovação do ponto de conexão e ainda a competência dos contratos, todos os processos devendo ser analisado, validados e aprovados pela RGE.

Referente as etapas para a viabilização do acesso, foram obrigatórias as etapas de solicitação e parecer de acesso junto a RGE, não sendo necessária a outorga – registro público na ANEEL. Na solicitação de acesso deverá ser formalizado, o encaminhamento da documentação, dos dados e das informações pertinentes, bem como o projeto – desenvolvido pela empresa contratada.

4.5.6.1. *Implantação da conexão*

Para esta seção foram definidos os parâmetros técnicos dos sistemas de proteção exigidos pela distribuidora/concessionária RGE, e também as condições burocráticas da implantação da conexão com a fornecedora da rede básica do município de Horizontina, como a aprovação do ponto de conexão, os contratos e, os prazos e vencimentos para a liberação do funcionamento da usina.

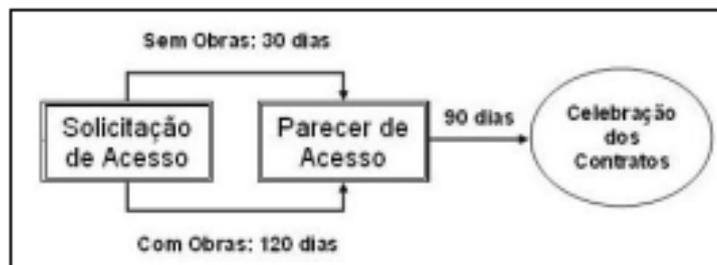
Sendo que o empreendimento da prefeitura de Horizontina é menor de 5.000 kW, onde esta se enquadra como central geradora de capacidade reduzida (RCG) - não sendo considerada como instalação de interesse restrito -, assim destaca a Aneel (2017) através da Lei 9.074/1995, “Determina que os empreendimentos de capacidade reduzida [...] não dependem da autorização da Aneel, então somente após a sua implantação é que devem ser comunicados ao Poder Concedente para serem registrados”.

4.5.6.1.1. Procedimentos de Acesso

Existem alguns processos iniciais para se cumprir a fim de obter a regularidade na instalação da mini usina fotovoltaica. Adentre os processos obrigatórios, para todos os empreendimentos, estão a solicitação de acesso e o parecer de acesso. Por sua vez a consulta de acesso e informações de acesso, bem como os dois processos citados anteriormente, são necessários somente para centrais geradoras – autorização, outras distribuidoras de energia e para agente importador/exportador de energia. Assim sendo, como o empreendimento na prefeitura de Horizontina se encaixa como central geradora – registro – onde será preciso a emissão de um certificado de registro -, será necessário apenas a realização da solicitação de acesso e do parecer de acesso.

Referente aos períodos entre a solicitação de acesso com obras, o qual é necessário para este empreendimento, deve-se encaminhar, em até 120 (cento e vinte) dias, a solicitação de acesso. Referente ao parecer este tem 90 (noventa) dias para ser efetivado, onde no final do período serão celebrados os contratos, conforme fluxograma a seguir, indicado na figura 22 (ANEEL, 2016).

Figura 22 - Fluxograma de vencimentos de solicitação e parecer de acesso



Fonte: Aneel, 2016

Para a solicitação de acesso documentos como projeto das instalações de conexão, memorial descritivo, localização, arranjo físico, diagramas, e por ventura, o Sistema de Medição de Fornecimento – dados fornecidos pela Fockink – serão necessários nesta etapa do processo. Após a apresentação desta documentação, a acessada (distribuidora), terá até 30 (trinta) dias para dar o retorno formal referente a qualquer informação adicional necessária a documentação do projeto encaminhada. Após esta notificação da acessada, o acessante (Prefeitura), terá até 60 dias - da data de recebimento do documento das informações adicionais da distribuidora - para ajustar as irregularidades do projeto e enviar as correções para a acessada. Caso o prazo expire a solicitação de acesso perde efeito (Aneel, 2016).

O documento de parecer de acesso obrigatoriamente deverá ser apresentado pela acessada (distribuidora), sem custo adicional para o acessante, sendo contido nesta documentação as condições de acesso, compreendendo a conexão e o uso, e os requisitos técnicos que liberem a conexão das instalações do acessante – dentro dos respectivos prazos -, sendo os itens listados a seguir.

Quadro 30 - Itens referentes ao parecer de acesso

Item	Descrição
a)	a classificação da atividade do acessante
b)	a definição do ponto de conexão de acordo com o critério de menor custo global, com a apresentação das alternativas de conexão que foram avaliadas pela acessada, acompanhadas das estimativas dos respectivos custos, conclusões e justificativas;
c)	as características do sistema de distribuição acessado e do ponto de conexão, incluindo requisitos técnicos, como tensão nominal de conexão, além dos padrões de desempenho;
d)	a relação das obras e serviços necessários no sistema de distribuição acessado, com a informação dos prazos para a sua conclusão, especificando as obras de responsabilidade do acessante e aquelas de responsabilidade da acessada
e)	a participação financeira
f)	as informações gerais relacionadas ao ponto de conexão, como tipo de terreno, faixa de passagem, características mecânicas das instalações, sistemas de proteção, controle e telecomunicações disponíveis
g)	os modelos dos contratos a serem celebrados
h)	as tarifas de uso aplicáveis
i)	as responsabilidades do acessante
j)	eventuais informações sobre equipamentos ou cargas susceptíveis de provocar distúrbios ou danos no sistema de distribuição acessado ou nas instalações de outros acessantes
k)	os impactos na Rede Básica e nas DIT, a partir de interação com o ONS

Fonte: Aneel, 2016

Outros pontos a destacar são: i) quando não for feita a documentação referente a informação de acesso, estas devem estar discriminadas no parecer de acesso; iii) se a tensão de acesso da central geradora for superior a 69kV, a elaboração do parecer de acesso deve ser coordenada pela ONS; ii) os contratos devem ser assinados em até 90 (noventa) dias após a emissão do parecer de acesso (Aneel, 2016).

4.5.6.1.2. Critérios técnicos e operacionais

O sistema será condicionado a critérios como fatores de tensão de conexão – trifásico de tensão nominal 220V/127V e 380V/220V, ou monofásico 254V/127V e 440V/220V -, de potência no ponto de conexão – referente a “operação do banco de capacitores instalados para correção de potência, o qual não deve provocar transitórios ou ressonâncias que prejudiquem o desempenho dos sistema de distribuição acessado ou das instalações das demais acessantes” (Aneel, 2016) -, ao sistema de proteção – no tocante as informações que a distribuidora deverá fornecer sobre o “valor da corrente de curto-circuito presumida para o ponto de

conexo desejado” (Aneel, 2016) quando do desenvolvimento do padrão de entrada na UC -, e também a forma de onda no ponto de conexão – de responsabilidade do acessante sobre a violação dos valores de referência referidos na regulamentação frente a: i) distorções harmônicas, ii) desequilíbrio de tensão, iii) flutuações de tensão e iv) variações de tensões de curta duração (Aneel, 2016).

Estas informações deverão ser avaliadas, formalizadas e fiscalizadas pela Fockick, perante as condições estabelecidas no item 3, da seção 3.2 do módulo 3 do PRODIST, de modo a assegurar que a conexão de unidade consumidora - de sistema de distribuição de baixa tensão – esteja dentro normas da ABNT, e registrada em documento conforme ANEXO V.

4.5.6.1.3. Requisitos para operação, manutenção e segurança da conexão

Com o intuito de manter a segurança das instalações, dos equipamentos e do pessoal envolvido, bem como que sejam mantidos todos os padrões de qualidade das instalações, como estabelecido no módulo 8 do PRODIST, está incluído no procedimento de manutenção: a inspeção, a manutenção corretiva, preventiva, preditiva, e também a manutenção em linha viva (Aneel, 2016).

Sobre os distúrbios que possam ocorrer na rede, deverá se contratar uma equipe de especialistas para a análise das perturbações - quando as partes interessadas tiverem dúvidas sobre a definição da responsabilidade -, sendo um dos especialistas contratados pela distribuidora, um outro contratado pelo acessante, e um terceiro contratado em comum acordo, cabendo a resposta a avaliação ter prazo de aprovação ou rejeição de 10 dias – apresentando os motivos e fundamentos da discordância sobre os pareceres dos especialistas, tendo as partes mais 7 dias para se reunir e acertar as divergências. O pagamento das despesas recairá sobre àquele em que o parecer final foi desfavorável, ou, quando não houver responsabilidade identificada, as despesas serão divididas

Referente a segurança da conexão existem normas para a execução do serviço, como regras de comunicação, distâncias de seguranças, sinalização, procedimento de combate a incêndios, regras de acesso e circulação iluminação de emergência e segurança do trabalho em vias públicas, além de outras normas técnicas, como aterramento temporário e a instalação anterior de chaves de manobra e conjuntos de aterramento, onde o acessante é responsável por manter sempre a adequação técnica a segurança das instalações da sua usina. A

distribuidora ficará responsável por campanhas periódicas de orientações e informações de direitos e deveres do acessante.

4.5.6.1.4. Acesso a mini geração distribuída

Todos os procedimentos de pré-instalação das etapas de acesso podem ser verificados no ANEXO VI, bem como os prazos de retorno das considerações e os responsáveis por cada operação, seja na solicitação e parecer de acesso, na implantação da conexão, na aprovação do ponto de conexão e nos contratos – os quais são divididos em Contrato de Conexão às Instalações de Distribuição e Contrato de Uso do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica. O ponto de conexão e conexão deverão ser efetivados de acordo com o item 5 da Seção 3.2. Também é importante destacar os equipamentos necessários na instalação da mini usina fotovoltaica, os quais podem ser observados no quadro 30, a seguir relacionado:

Quadro 31 - Requisitos mínimos em função da potência instalada

EQUIPAMENTO	Potência Instalada
	Maior que 500 kW e menor ou igual a 5 MW
Elemento de desconexão (1)	Sim
Elemento de interrupção (2)	Sim
Transformador de acoplamento(3)	Sim
Proteção de sub e sobretensão	Sim
Proteção de sub e sobrefreqüência	Sim
Proteção contra desequilíbrio de corrente	Sim
Proteção contra desbalanço de tensão	Sim
Sobrecorrente direcional	Sim
Sobrecorrente com restrição de tensão	Sim
Relé de sincronismo	Sim(5)
Anti-ilhamento	Sim(6)
Medição	Quadrantes Medidor 4

Fonte: Aneel, 2016

4.5.6.1.5. Compensação de Energia

É de extrema importância destacar que foi adotado o sistema de compensação de energia elétrica, o *net metering*, sistema que injeta a energia gerada em excesso na rede (energia gerada não consumida), e que pode ser usada para abater o consumo direto da distribuidora no final de cada leitura para cada prédio ou sala que a prefeitura tenha como propriedade (pública). Também será necessário um contrato referente a adesão ao sistema de compensação de energia elétrica (Aneel, 2016).

Analisando as informações das tarifas com base no ANEXO VII, se o consumo for 100kWh, será cobrado, com impostos, um valor de R\$30,72 para o Consumo de Uso do Sistema [kW/h] – TUSD, e de R\$35,80 referente ao Consumo da Bandeira Verde – TE, sendo cobrado ainda o adicional de bandeira amarela e bandeira vermelha. Por consequência de ter sido compensada toda a energia consumida diretamente da RGE, ainda será cobrado 100kW-h do custo de disponibilidade, por se tratar de um sistema trifásico, ou seja, mais R\$66,52. Em contraponto, serão restituídos os valores da Energia Compensada – TUSD e Energia Compensada BVD – TE para os 100kW-h utilizados direto da rede (total de cobrança de 200kW-h), sendo estas compensações de, R\$20,03 e R\$23,35 respectivamente, o equivalente a uma redução de 34,8% sobre o valor integral; e ainda um percentual de desconto das bandeiras, sendo 43% para a amarela e 43,2% para a vermelha. Ou seja, a distribuidora irá cobrar R\$0,66525 por kW-h pela energia consumida e irá descontar, para o mesmo valor de consumo da rede, R\$0,4338 por kW-h, uma diferença de 34,79%. Se considerar as tarifas adicionais e o custo de disponibilidade, a cobrança por kW-h da RGE será de R\$1,38 e a tarifa do valor de desconto, será de R\$0,4596 por kW-h, ou seja, uma diferença entre as tarifas de consumo e de compensação – e não de economia - de 66,67%. Sendo assim uma, unidade que consumo apenas 100kW-h mês não poderá fazer parte da distribuição da mini usina, já que o custo de disponibilidade será vantajoso somente para aquelas unidades que consumirem 130kW-h mês, ou mais.

4.5.7. Distribuição da produção por unidade consumidora

A distribuição para uma autogeração distribuída compartilhada será consolidada pelo excedente de energia consumido pelo prédio principal da prefeitura, onde será dividido percentualmente, entre cada unidade consumidora, a

quantidade de energia a ser compensada. Por exemplo, se o prédio principal da prefeitura consumiu 5% da energia gerada pela usina, os outros 95% serão, antecipadamente, informados a RGE para que possam ser utilizados nas outras unidades consumidoras.

4.5.8. Demonstrativo Financeiro e Fluxo de Caixa

Apesar da mini usina fotovoltaica ser de domínio público, serão calculados os lucros referente a geração de energia adentre todos os custos com impostos, pagamento de juros e custos operacionais; através de uma demonstração contábil, considerando também a depreciação e a troca futura de equipamentos.

Como visto no quadro 28, a Receita Bruta será o valor referente aos kW-h gerador pela usina (mensalmente ou anualmente) multiplicado pelo preço do kW-h pago atualmente para a distribuidora de energia elétrica, a RGE, mais a receita de IP-CIP já demonstrada anteriormente – cerca de R\$856.039,02 anuais.

Quadro 32 - Classificação para demonstração financeira

1. Receita Bruta (2)*(3)
2. Geração Bruta Total (kW-h)
3. Preço Cobrador pela Distribuidora
4. Receita IP-CIP
5. Receita Líquida (1-4)
6. Custos e Despesas de Produção (7+11+16)
7. Custos Operacionais
8. Custo de Disponibilidade (distribuição, transmissão, perdas, bandeiras, encargos e tributos)
9. IP-CIP
10. Diferença de Tarifa Compensada Iluminação Noturna
11. Despesas Administrativas
12. Técnico Eletricista
13. Operador de Limpeza
14. Engenheiro
15. Administrador
16. Trocas e Equipamentos
17. Painéis
18. Inversores
19. Lucro Operacional Bruto (4-5)

Fonte: Adaptado de ROSS *apud* GROTH, 2013

A Receita Líquida é a diferença entre a receita bruta e os custos e despesas de produção, onde neste estão arcados os custos operacionais, as despesas administrativas e as trocas de equipamentos. Já o lucro operacional bruto faz referência lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortizações.

Por fim, o Lucro Operacional Bruto é a diferença entre a Receita Líquida e os Custos e Despesas de Produção – que engloba os custos operacionais (pagamento de TUST, TUSD, o IP-CIP e a diferença das faturas compensadas da iluminação pública noturna), Despesas Administrativas (Salários) e a troca de equipamentos (painéis e inversores), reforçando as afirmações do parágrafo anterior.

Referente ao EBIT (earnings before interest and taxes), de acordo com ROSS *apud* GROTH (2013), tem por singularidade a obtenção do lucro bruto considerando apenas as despesas operacionais e administrativas, desconsiderando os juros e a depreciação, como pode ser observado no quadro 33 a seguir.

Quadro 33 - Lucro Antes dos Juros e dos Impostos (EBIT)

1. Receita Bruta (2)*(3)
7. Custos Operacionais
11. Despesas Administrativas
EBIT- Lucro Antes dos Juros e dos Impostos(1-2)

Fonte: Adaptado de GROTH *apud* ROSS, 2013

Por fim, o Lucro Líquido é calculado a partir do quadro 34, a seguir, onde este é feito a partir da soma do lucro operacional bruto e o resultado financeiro, este incluindo os juros a pagar sobre a dívida e a amortização.

Quadro 34 - Lucro Líquido do Empreendimento

20.Resultado Financeiro
21. Juros a pagar sobre a divida total
22. Divida Inicial
23. Nova Divida Contratada
24. Amortização
24. Lucro Líquido
25. Lucro Prejuízo Acumulado

Fonte: Adaptado de ROSS *apud* GROTH (2013)

Sobre Fluxo de Caixa Livre da Empresa (Lucro Operacional Líquido) é o resultado final da demonstração, descontando neste momento, os juros –

remuneração do capital ao banco - e as amortizações – quitação da dívida do empréstimo -, o qual, de acordo com ROSS *apud* GROTH (2013), é feito através do cálculo de fluxo de caixa dos ativos, como demonstrado no quadro 35.

Quadro 35 - Fluxo dos Ativos da Empresa

Lucros Antes do Juros e dos Impostos (EBIT)
(-) Imposto de Renda e CSLL (Simples)
(=) Lucro Operacional Líquido de Impostos (NOPLAT)
(+) Depreciação e Amortizações
(-) Investimento de Capital (CAPEX)
(-) Variação do Capital de Giro
(=) Fluxo de Caixa Livre da Empresa
(=) Fluxo de Caixa Livre da Empresa
(-) Pagamento de Juros
(+) Benefício Tributário de Pagamento de Juros
(-) Pagamento do Principal da Dívida
(+) Novas Dívidas
(=) Fluxo de Caixa Livre do Acionista

Fonte: Adaptado de ROSS *apud* GROTH (2013)

Porém, como o fluxo para este investimento público difere de um negócio empresarial privado – sendo que a prefeitura não possui acionistas, bem como não será recolhido imposto de renda e CSLL, não havendo também capital de giro, ao mesmo tempo em que não existirá benefício tributário sobre o pagamento de juros - o fluxo de caixa do empreendimento da prefeitura será feito de forma simplificada, considerando o lucro operacional bruto como o valor de fluxo para os cálculos do valor presente líquido.

4.6. CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DA MINI USINA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MUNICÍPIO DE HORIZONTINA

A viabilidade econômica do empreendimento da mini usina fotovoltaica de geração distribuída, mais especificamente do tipo compartilhada, foi influenciada previamente por duas variáveis: i) o contingenciamento do orçamento público municipal e ii) a manutenção da cobrança da energia pelo sistema de bandeiras; considerando para a primeira variável os problemas de restrição orçamentária no ano de 2017 para a prefeitura de Horizontina, e para a segunda variável, a qual depende de outras variáveis macroeconômicas e demográficas, como: o

crescimento populacional e a renda dos indivíduos, e também variáveis de âmbito da gestão energética, como o nível dos reservatórios dos subsistemas de geração de energia hidrelétrica, bem como da oscilação do preço do kW-h - cobrado pelas distribuidoras e regulado pela Aneel – tem como influência a preocupação da problemática sobre os altos preços pagos por energia elétrica, seja pela falta de eficiência dos gestores federais nas usinas hidrelétricas estatais, ou até mesmo pela falta de chuvas em algumas regiões do Brasil.

Sendo que este estudo teve como principal motivação a independência do consumo energético e a auto suficiência da gestão de seus recursos financeiros, foi necessário comprovar a viabilidade econômica e financeira do empreendimento considerando todos os dispêndios já citados anteriormente, como o pagamento dos juros, impostos sobre o consumo, salários, custos do terreno e a também a vida útil dos painéis, para que assim fosse possível calcular o retorno do investimento, e neste caso, demonstrando o resultado através do *Valor Presente Líquido*, da *Taxa Interna de Retorno* e do *Payback Descontado*.

Diante destas informações, o payback, a TIR e o VPL encontrados através dos cálculos sobre a produção e o capital investido no empreendimento tiveram, sobre a validação econômica e financeira, maior efetividade de comprovação dos resultados, sendo possível provar que os resultados econômicos encontrados da mini usina fotovoltaica de Horizontina, serão verdadeiros se estiveram próximos aos resultados obtidos pela Aneel.

4.6.1. Demonstrativo Financeiro

Para completar a soma da Receita Bruta foi somado ao valor da receita de produção o valor de R\$856.039,02, viabilizado com base na arrecadação das Contribuições Para o Custeio de Serviço de Iluminação Pública. Após a implantação da mini usina solar, quando o montante do rateio da iluminação pública anual será menor, cerca de R\$650.645,12, ainda será necessário o pagamento de uma contribuição pública para o custeio da operação da mini usina solar para que a receita líquida do empreendimento seja positiva - cerca de R\$214.573,90. Deste modo, poderá ser criada uma lei que permita a cobrança adicional de uma tarintifa para operação da mini usina solar, desde que os municípios concordem com tal medida. Mas para fins de projeção foi considerado o valor normal do rateio, devendo ter seu valor recalculado se o projeto for implementado

Quadro 36 - Receita acumulada com geração de energia elétrica e dispêndios com Custo de Disponibilidade, IP-CIP, Despesas Administrativas, Diferença de Consumo, Juros e Amortização acumulados

A N O	Receita Bruta	Custo de Disponibilidade	IP-CIP	Diferença de Tarifa Compensada Iluminação Noturna	Despesas Administrativas (Salários)	Receita Operacional Bruta	Juros	Amortização
1	2.732.736,11	39.916,80	8.996,28	650.645,12	117.120,96	1.916.056,95	994.993,86	698.546,26
2	5.448.657,01	79.833,60	17.992,56	1.301.290,24	234.241,92	3.815.298,69	1.913.636,60	1.473.443,62
3	8.147.913,37	119.750,40	26.988,84	1.951.935,37	351.362,88	5.697.875,88	2.747.583,07	2.333.037,26
4	10.830.654,50	159.667,20	66985,12	2.602.580,49	468.483,84	7.563.937,86	3.487.575,96	3.286.584,49
5	13.497.028,39	199.584,00	44.981,40	3.253.225,61	585.604,80	9.413.632,58	4.123.346,13	4.344.354,43
6	16.147.181,67	239.500,80	53.977,68	3.903.870,73	702.725,76	11.247.106,70	4.643.502,04	5.517.738,62
7	18.781.259,69	279.417,60	62.973,96	4.554.515,85	819.846,72	13.064.505,55	5.035.407,07	6.819.373,71
8	21.399.406,47	319.334,40	71.970,24	5.205.160,98	936.967,68	14.865.973,18	5.285.043,37	8.263.277,51
9	24.001.764,78	359.251,20	80.966,52	5.855.806,10	1.054.088,64	16.651.652,32	5.376.861,00	9.865.000,00
10	26.588.476,06	399.168,00	89.962,80	6.506.451,22	1.171.209,60	18.421.684,44		
11	29.159.680,52	439.084,80	98.959,08	7.157.096,34	1.288.330,56	20.176.209,74		
12	31.715.517,09	479.001,60	107.955,36	7.807.741,46	1.405.451,52	21.915.367,15		
13	34.256.123,48	518.918,40	116.951,64	8.458.386,59	1.522.572,48	23.639.294,38		
14	36.781.636,15	558.835,20	125.947,92	9.109.031,71	1.639.693,44	25.348.127,88		
15	39.292.190,33	598.752,00	134.944,20	9.759.676,83	1.756.814,40	27.042.002,90		
20	51.625.233,16	798.336,00	179.925,60	13.012.902,44	2.342.419,20	35.291.649,93		
25	63.603.915,70	997.920,00	224.907,00	16.266.128,05	2.928.024,00	43.186.936,66		

Fonte: Autor, 2017

Assim, observou-se uma acumulação de capital para a receita bruta de R\$63.603.915,70 até o vigésimo quinto ano, alavancado substancialmente pelo valor de R\$21.625.975,50, ou 34% do valor da receita bruta acumulada, referente a arrecadação em relação as contribuições para o custeio da iluminação pública.

A partir do décimo ano apenas os dispêndios com pagamento de custo de disponibilidade - R\$399.168,00 -, pagamento da tarifa de IP-CIP – R\$89.962,80 –, despesas administrativas – R\$1.171.209,60 -, e diferença de tarifa compensada de IP noturna – R\$6.520.451,62 -, serão auferidos no cálculo do lucro líquido. Assim sendo, até o vigésimo quinto ano será pago R\$997.920,00 em custo de disponibilidade, R\$224.907,00 com IP-CIP, R\$2.928.024,00 com salários, e R\$16.301.129,04 de diferença de taifa compensada da iluminação noturna, e descontando estes valores da receita bruta de R\$63.603.915,70, resultará em um lucro operacional bruto de R\$43.186.936,66, e lucro líquido final de R\$27.910.074,67, como mostrado no quadro 37 a seguir. Ou seja, as despesas administrativas e operacionais representam 32% da receita bruta, e as despesas totais representam 56% da receita bruta, onde. No entanto, ao considerar apenas os dispêndios com taxa de IP-CIP, custo de disponibilidade e salários, o percentual de custo sobre a receita brutas será de 9,8%. Deste modo, se observa uma relação de grande desembolso de valores correspondentes as despesas com a energia elétrica

que não é suprida pela mini usina fotovoltaica – cerca de 26% da receita bruta -, significando 79,7% das despesas totais e conferindo percentual 300% maior que as despesas somadas de custo de disponibilidade, taxa de IP-CIP e salários pagos.

Quadro 37 – Lucro Líquido Acumulado

Ano	Lucro Líquido Acumulado
1	221.116,80
2	425.418,39
3	613.055,43
4	784.177,25
5	938.931,82
6	1.077.465,79
7	1.199.924,50
8	1.306.451,97
9	1.397.190,96
10	3.165.823,05
15	11.779.141,31
20	20.021.788,13
25	27.910.074,67

Fonte: Autor, 2017

Após o período dos primeiros nove anos, em que o financiamento de R\$15.241.861,29 (amortização + juros) – do capital investido - será quitado com o banco, e após o pagamento destes juros e amortizações, quando a receita bruta acumulada for de R\$24.001.764,78 no nono ano, o Lucro Líquido Acumulado será de R\$1.397.190,96, ou seja, terá sido pago o financiamento e atingido um lucro acumulado de 9,17% sobre o investimento. No décimo ano a receita líquida acumulada sobe 126,58% em relação ao nono ano e o lucro sobre o investimento será de 20,77%. A partir do décimo primeiro ano, quando o lucro acumulado subir 55,37%, em relação ao décimo ano, o lucro sobre o investimento será de 32,27%. Ao final do vigésimo quinto ano o Lucro Líquido Acumulado será superior em 83% do investimento inicial.

Outra despesa que deverá ser considerada, e que reduzirá o lucro líquido, é o custo de terraplanagem, o qual deverá ser incrementado na planilha de custo da construção do empreendimento, mesmo que o equipamento seja cedido pela prefeitura – devendo ser contabilizado, por exemplo, as despesas com combustível, a depreciação das máquinas e o custo de oportunidade social sobre obras de interesse público consolidadas. Assim, supondo que o preço por hora de uma

motoniveladora, uma escavadeira e de um retroescavadeira, somados será de R\$640,00, e determinado um tempo de 80 horas máquina para a operação, logo será deduzido do lucro líquido, apenas para o primeiro ano, o valor de R\$51.200,00.

Sobre os dispêndios não considerados no quadro 36, como: i) produtos de limpeza (detergente neutro para a higienização dos painéis) - os quais não foram calculados e descontados por ser necessário a experiência de limpeza após a instalação da mini usina, bem como determinar a periodicidade desta manutenção -; ii) os custos diferenciais de consumo nas unidades consumidoras que não são iluminação pública, e iii) a manutenção dos postes e eventuais trocas de lâmpadas, - os quais poderão reduzir o lucro líquido e por fim reduzir levemente o percentual da TIR - , terão de ser enquadrados de acordo com a necessidade, sendo preciso acompanhar o desenvolvimento da usina, bem como salvaguardar um valor para eventuais substituições de artigos indispensáveis para a iluminação.

Referente aos gastos futuros no viés da substituição dos inversores e painéis, estes são muitos difíceis de prever devido a relação de oferta e demanda agregadas do setor de energia solar, a oscilação dos preços do mercado, a adoção das tecnologias no âmbito nacional no tocante aos estímulos a produção através da redução de impostos, ou a redução de impostos de importação, bem como o comportamento do consumidor no futuro.

4.6.2. Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para compreender quando o investimento começa a ter fluxos positivos, foi considerado como entrada do cálculo da VPL (o qual pode ser observado graficamente a partir do gráfico 14) apenas o valor inicial do investimento - desconsiderando os juros -, pois, consentindo que o retorno do capital sobre o investimento difere dos custos com remunerações (juros e salários) e o pagamento das terras, as quais não produzem valor e apenas fortalecem aquele capital que é produtivo, para o cálculo do VPL foi computado o investido na usina, ou seja, os R\$9.865.000,00, desconsiderando os R\$5.376.861,00 dos juros pagos ao banco (BNDES e banco intermediador).

A seguir, no quadro 38, está listado a série de entrada do VPL resumidos através dos valores de acordo com a Receita Operacional Bruta sem subtrair as diferenças de tarifa de iluminação pública noturna, utilizando uma taxa de uso do capital de 6,7% para o cálculo (descontando da taxa de juros de 10,93% a inflação

média acumulada para os últimos 12 meses - encontrada através, dos indicadores econômicos do IBGE, e apresentados pelo Banco Central). Sendo assim, analisou-se o período entre janeiro e junho de 2017 do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA), e definiu-se a taxa real de custo de capital de 6,7% para o cálculo do fluxo do VPL, subtraído a taxa de inflação encontrada de 4,23%.

Quadro 38 - Fluxo de Entrada do Valor Presente Líquido

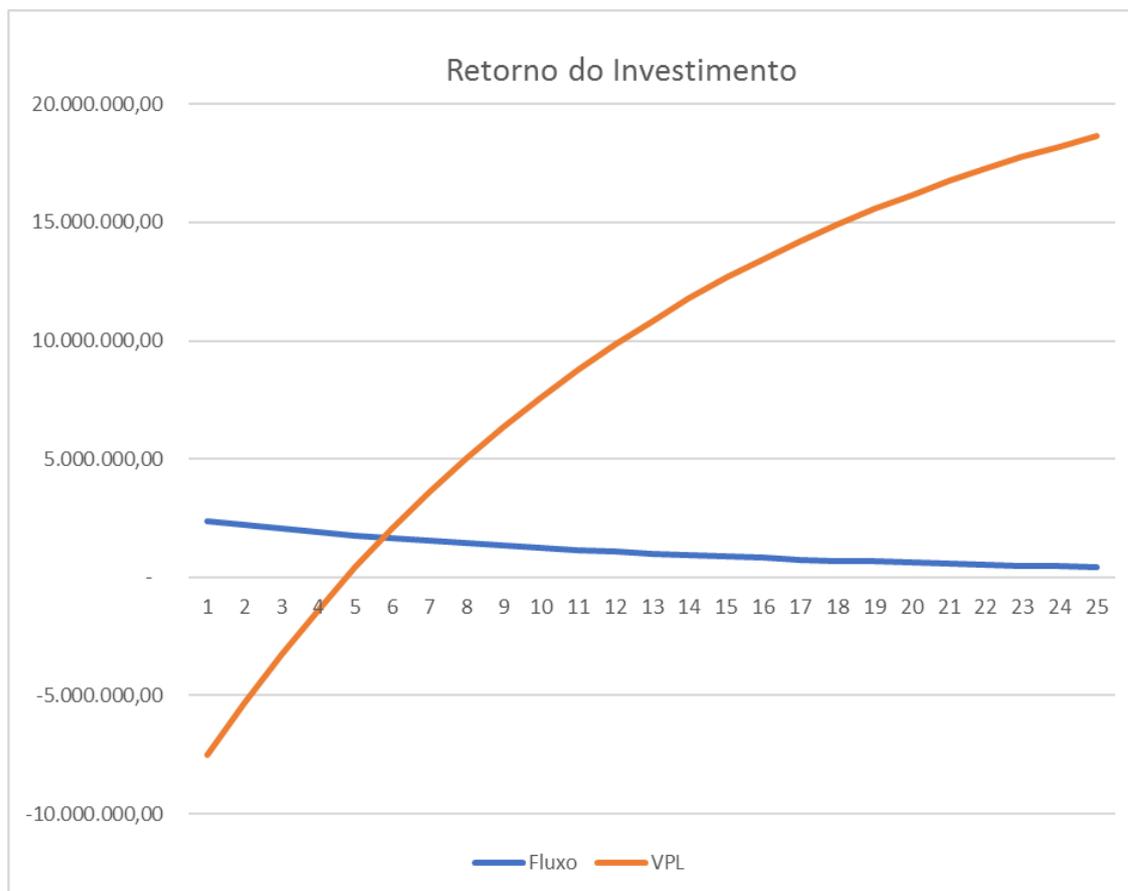
Ano	Fluxo	VPL
0	-	- 9.865.000,00
1	2.405.531,46	- 7.459.468,54
2	2.239.711,46	- 5.219.757,08
3	2.085.355,24	- 3.134.401,84
4	1.941.668,10	- 1.192.733,74
5	1.807.910,57	615.176,83
6	1.683.394,57	2.298.571,40
7	1.567.479,82	3.866.051,22
8	1.459.570,51	5.325.621,73
9	1.359.112,21	6.684.733,95
10	1.265.589,00	7.950.322,95
15	886.314,14	13.086.342,57
20	620.962,42	16.684.049,50
25	435.240,16	19.205.262,13

Fonte: Autor, 2017

Assim, o retorno sobre o capital terá fluxos positivos a partir do quinto ano, quando o valor do VPL passa de -R\$1.192.733,74 no quarto ano, para R\$615.176,83 no quinto ano – situação que pode ser identificada também no gráfico 15. Deste modo, ao final do período o valor presente líquido acumulado será de R\$19.205.262,13. Portanto, a partir do ano cinco o empreendimento auferirá um valor positivo após os fluxos serem suficientes para a quitação do custo do capital principal, subindo 3.021% até o vigésimo quinto ano - restando ainda a necessidade de caixa para o pagamento de impostos, juros e amortizações.

Os valores da série do VPL ainda poderão ser alterados pelo fato de a alíquota para ICMS residências variar, por exemplo, quando o consumo é de 91kW até 200kW, o percentual do imposto é 12% do total; isento quando o consumo for abaixo de 90kW; e 25% quando o consumo for superior a 200kW. Sendo assim, o custo de disponibilidade poderá ser menor que o pagamento anual de R\$39.916,80.

Gráfico 15 - Retorno do VPL sobre o capital diluído



Fonte: Autor, 2017

Portanto, a partir do gráfico acima, é possível identificar que, quando as linhas de Fluxo e VPL se cruzam, indica o ano em que o fluxo se tornou positivo, de modo que facilita a visualização do retorno do investimento do capital.

Referente a Taxa Interna de Retorno, considerando os fluxos de entrada e saída, apresentados como receita líquida no do quadro 40, e utilizando o cálculo realizado pela função do Excel **TIR**, se encontrou um rendimento do investimento de 6,9%. Isto significa que o investimento tem um retorno menor do que a estimativa de da taxa básica de juros de 7,25% mas ainda assim é muito próximo da taxa, anulando o custo de oportunidade sobre o investimento em outro ativo financeiro.

Quadro 39 - Receita Líquida Para o Cálculo da TIR

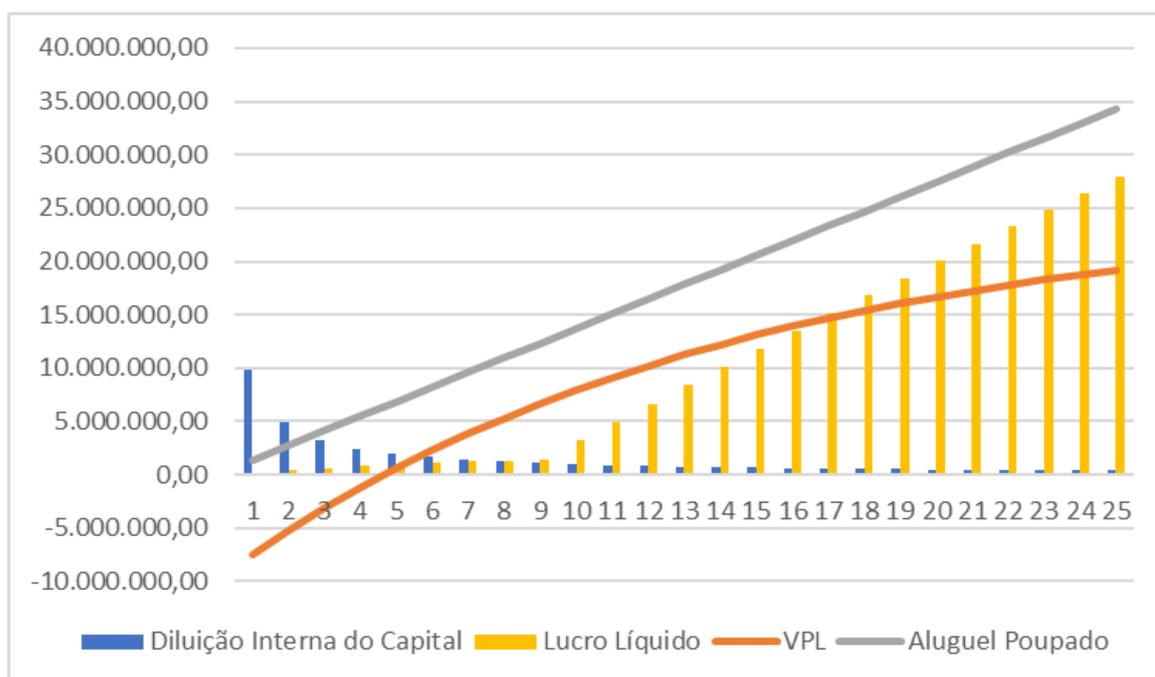
Ano	Fluxo
1	221.116,80
2	204.301,59
3	187.637,05
4	171.121,82
5	154.754,57
6	138.533,97
7	122.458,71
8	106.527,48
9	90.738,99
10	1.768.632,08
15	1.692.474,98
20	1.619.669,12
25	1.550.067,04

Fonte: Autor, 2017

A redução da receita líquida entre os períodos do primeiro ao nono ano, tendo o valor de lucro líquido acumulado no nono ano chegado a R\$1.397.190,96, apresentou redução de 58,96%, sendo este resultado em função, principalmente, devido ao pagamento do financiamento - alavancado em parte pelo crescimento da amortização do sistema PRICE. Entre o ano nove e o ano dez, com a receita bruta chegando a R\$26.588.476,06 (ver quadro 36) e o Lucro Líquido Acumulado atingindo R\$3.165.823,05 (ver quadro 37), o Lucro Anual, de R\$1.768.632,08 para o décimo ano, obteve-se um crescimento deste de 1849,14% - em função, principalmente, da finalização do pagamento dos juros e amortizações. Após este aumento houve uma redução progressiva anual de 0,876% do lucro líquido, ou seja, uma redução do lucro líquido anual de 12,34%, do décimo ao vigésimo quinto ano - sendo a regressão da produção, em função da depreciação das placas fotovoltaica da usina solar, o motivo para este decréscimo.

Esta evolução das receitas e fluxos – já apresentados anteriormente a partir do cálculo do valor presente líquido -, bem como o valor poupado com aluguel – o qual será analisado no quadro 41 -, e também a análise sobre a diluição interna do capital apresentado no quadro 26, pode também ser analisado através das linhas de tendência no gráfico 16 apresentado a seguir.

Gráfico 16 - Evolução Anual das Receitas, Fluxos e Diluição do Capital



Fonte: Autor, 2017

Assim, acompanhando a evolução do VPL diante do crescimento do lucro líquido acumulado a partir do nono ano, e ao observar o sobrepujamento da coluna do lucro líquido a linha da VPL, tem-se que, a partir do décimo sétimo ano haverá uma depreciação do lucro líquido em função da VPL, onde o valor real do Lucro Líquido se adequará ao custo do capital da VPL.

Considerando a equivalência entre os valores presentes e lucro líquido acumulado, a partir do décimo sétimo ano foi possível perceber uma compensação em referência aos valores dimensionados - e ainda não auferindo a inflação sobre os valores - quando o retorno sobre os fluxos do investimento - de R\$9.865.000,00 - se igualam. Assim sendo, no décimo sexto ano quando o lucro líquido apresentar valores R\$13.456.791,84, o VPL será de R\$13.911.750,21, já para o vigésimo quinto ano, quando o lucro líquido for de R\$27.910.074,67, o VPL será de R\$19.205.262,13. Portanto, avaliando os juros imbuídos nos valores do lucro líquido, já que se está projetando este valor de lucro para um futuro, ao trazer estes valores para o presente, estes serão semelhantes aos valores calculados pelo VPL.

Já o lucro líquido é 18,5% menor que o montante economizado com o não pagamento de aluguel - considerando apenas a economia gerada pela produção da

mini usina -, ou seja, para o lucro líquido se aproximar do aluguel que será compensado faltará 22,74%.

Pode-se observar também o aluguel poupado como a linha mais alta no final do período de 25 anos - sendo este informado no quadro 40 a seguir. Isto ocorre porque 50% do dispêndio da energia elétrica é representado pelo consumo dos imóveis, da RGE e da CERTHIL, onde 100% desta parcela é calculado pelo preço por kW-h de R\$0,72, e dos outros 50%, que representam a iluminação pública, apenas 47% dos 100% (dos 50%) são calculados pelo preço por kW-h de R\$0,40.

Quadro 40 - Aluguel Poupado com Energia Elétrica

Ano	Aluguel Poupado
1	1.372.026,12
2	2.744.052,25
3	4.116.078,37
4	5.488.104,49
5	6.860.130,62
6	8.232.156,74
7	9.604.182,86
8	10.976.208,99
9	12.348.235,11
10	13.720.261,23
15	20.580.391,85
20	27.440.522,47
25	34.300.653,08

Fonte: Autor, 2017

Referente as premissas para a redução da receita líquida, como citado anteriormente, tem na queda anual da geração das placas fotovoltaicas, bem como os dispêndios com os impostos sobre a compensação de energia, como o principal fator deste movimento. Considerando o aumento de 28% do consumo de elétrica energia entre 2013 e 2016, e uma prospecção em relação ao ano de 2017, e considerando a expansão da area municipal para este mesmo ano, seria necessário a instalação de uma mini usina com capacidade de geração cerca de 4.230.000 kW-h, ou uma potência instalada de 2.400 kW-h de potência, em média, para que a demanda total de energia elétrica fosse suprida, alternado o lucro líquido devido ao aumento da receita bruta gerado pelo aumento da geração energética.

Considerando agora os juros e amortizações, mais os dispêndios com impostos, encargos, e também dispêndios operacionais e administrativos - que representam R\$35.658.840,05 acumulados para os vinte e cinco anos, onde os

valores de do pagamento da iluminação pública representam 45% deste valor - sobre o total pago a distribuidora de R\$46.667.555,21, esta economia será de aproximadamente 23,6%. Mas devido ao valor do capital permanecer como propriedade da prefeitura, e considerando que o equipamento irá possuir valor de mercado, mesmo que mínimo, após 25 anos, o percentual de economia ainda será superior ao apresentado.

Agora, ao comparar apenas os custos referentes a demanda de 72% da geração da mini usina solar - crescendo o valor de R\$4.369.521,81 referente ao valor pago a RGE para os 1.038.276 kW-h compensados em relação aos 47% abatidos da iluminação pública, o que resultará em uma despesa de R\$22.752.750,07, - ao poupado com a RGE de R\$34.300.653,08, haverá uma economia de R\$11.547.903,00 ou 33,67%.

Por fim, é importante também analisar a relação entre a receita bruta em função das despesas totais, sendo o valor deste, para 25 anos, de R\$63.603.915,70, e as despesas totais acumuladas até o vigésimo quinto ano de R\$35.693.841,04 – considerando o abatimento de juros e amortizações nos primeiros nove anos e ainda pagamento a RGE da energia não compensada -, o lucro líquido será de aproximadamente 44% da receita bruto.

Deste modo, mesmo que o percentual de economicidade seja maior entre o aluguel não pago às concessionárias em relação a energia compensada pela mini usina, do que os custos totais da mini usina somados ao que ainda é pago a RGE sobre todo valor de aluguel dispendido com as concessionárias, este último abrange todos gastos com energia elétrica, e não apenas a relação dos 72% de compensação da demanda e produção da usina, assim sendo existe 33,67% de economia na geração e compensação da mini usina, e uma economia total da prefeitura com as contas de luz de 23,6%.

4.6.3. Payback

A partir do quadro 41, a seguir, foi observado que, de acordo com a Aneel (2017), o payback para os consumidores da distribuidora RGE são, de 7,5 anos para residências e de 6,1 anos para empresas. Não abrangendo neste momento retornos para empreendimentos com finalidade pública.

Quadro 41 - Payback de acordo com as distribuidoras de cada região

Distribuidoras	Payback residencial (anos)	Payback comercial (anos)	Distribuidoras	Payback residencial (anos)	Payback comercial (anos)	Distribuidoras	Payback residencial (anos)	Payback comercial (anos)
CEEE	8,2	6,7	RGE	7,5	6,1	CPFL Santa Cruz	5,7	4,7
Boa Vista	10,6	8,8	ENERGISA MG	5,7	4,6	CHESP	5,5	4,6
CELESC	7,5	6,1	LIGHT	6,0	4,9	CELG	6,4	5,2
Eletrobrás AC	6,2	5,1	AMPLA	5,1	4,1	Energisa MS	5,7	4,8
EFLUL	5,9	4,9	COPEL	6,8	5,6	Energisa Caiuá	6,6	5,4
ELFSM	6,8	5,6	DEMEI	7,4	6,1	Eletrobrás PI	6,6	5,4
COCEL	6,3	5,1	CELPE	6,9	5,6	EDEVP	6,4	5,3
UHENPAL	5,5	4,5	HIDROPAN	6,1	5,1	DMED	7,3	5,9
COOPERALIANÇA	6,3	5,2	ELETROCAR	6,6	5,4	CEB	6,4	5,3
CELPA	5,3	4,4	CEMAR	5,5	4,5	CPFL Paulista	6,5	5,3
SULGIPE	5,9	4,8	MUXEnergia	7,3	6,0	CPFL Mococa	5,9	4,9
RGE SUL	6,6	5,4	Energisa MT	5,8	4,8	CPFL Jaguari	6,6	5,4
CERON	7,4	6,2	COELBA	6,7	5,5	CPFL Leste Paulista	6,2	5,2

Fonte: CASTRO, 2017.

Mas, se comparar os retornos da RGE com outras concessionárias dos grupos pertencentes aos mesmos controladores, como RGE Sul, CPFL Paulista, CPFL Mococa, CPFL Jaguari e CPFL Leste Paulista, observa-se que a RGE tem um alto valor de anos para o retorno do investimento, sendo que todas as distribuidoras citadas têm *payback* inferiores ao da RGE, tendo apenas a distribuidora de Boa Vista com *payback* superior ao da RGE.

Ao avaliar anteriormente o VPL, a partir do quadro 38, tomou-se como resultado para o *payback descontado* o décimo segundo ano, período onde o VPL é igual ao valor investido. Mas ao analisar o ano cinco, observa-se que a partir deste o valor do investimento já foi quitado, quando o VPL se torna positivo.

Para completar o cálculo do *payback*, foi utilizado a função do Excel *SE*, mostrada na Equação 6 a seguir, o qual retorna um valor de verdadeiro (1) ou falso (0), e que posteriormente é utilizada novamente para retornar o ano verdadeiro do *payback*.

$$R=SE(D29<0;1;0) \quad (6)$$

Fonte: SAWITZKI, 2017

No primeiro momento, definindo a série a partir da dedução do investimento inicial de R\$9.865.000,00, e somando a este valor os fluxos referentes a receita líquida de cada ano, em sequência até o vigésimo quinto ano, a função retornará o valor 1, até o ano doze, e a partir do décimo terceiro, a função retornará 0. Este resultado é utilizado no segundo momento dentro da mesma função, como definido na Equação 7.

$$R=SE(SOMA(E29:E54)>15;"maior que 16";SOMA(E29:E54)) \quad (7)$$

Fonte: SAWITZKI, 2017

Desta forma, através dessa função (equação) foi determinado o ano 13 como sendo o *payback* do investimento, constatando assim, que este é um investimento de retorno de longo prazo, valor 73,3% maior que o *payback* residencial e 113,1% maior que o *payback* empresarial calculado pela Aneel.

Poderá existir um aumento do *payback* para 15 anos caso seja desconsiderado a contabilização da receita bruta a contribuição da iluminação pública, e os dispêndios referentes ao pagamento da diferença de tarifa compensada da iluminação noturna, considerando uma redução da receita líquida acumulada para R\$22.810.228,21, e também a redução da TIR para 5,1%. Assim, por um lado, reduzindo o encargo para os municípios dos valores pagos por estes à IP-CIP - devido a redução do dispêndio com iluminação pública – e a não cobrança da contribuição para a operação da mini usina solar, aumentará a aprovação pública sobre a política fiscal do governo municipal. Mas, por outro lado, o investimento da mini usina solar não terá uma TIR equilibrada com o custo de capital - o que poderia ocorrer se se aumentasse o período de amortização, o que iria gerar um percentual de juros muito elevado sobre o capital investido - desqualificando o empreendimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de energia solar através das placas fotovoltaicas se tornou uma realidade no Brasil para as pessoas e as empresas que tem por objetivo reduzir suas despesas com energia elétrica, que atualmente tem crescido em seus custos adicionais o sistema a cobrança por bandeiras, além da alta tributação já vigente. Em países da Europa, como Alemanha, Portugal, Escócia, Noruega e Dinamarca, bem como em países asiáticos como China e Japão, e em outros países como os Estados Unidos, altos investimentos em energia limpa permeiam as políticas energéticas, seja através da energia eólica ou solar (termosolar e fotovoltaica), ou ainda através da geração da energia da queima de biomassa e da energia geotérmica, investindo em tecnologias que possam substituir as ofertas tradicionais por alternativas que com o passar do tempo se equipararão com preços competitivos como do carvão e o petróleo - usado nas termelétricas ou do preço por megawatt das hidrelétricas.

Assim sendo, considerando o efeito oferta e demanda sobre o carvão e o petróleo, por exemplo, onde um aumento na demanda possa aumentar os preços do carvão ou petróleo, e assim aumentar o preço por megawatt de energia gerado, a energia solar, - e neste momento principalmente a energia gerada através dos painéis fotovoltaicos, o qual vem reduzindo seu preço desde 2012 -, será a tecnologia capaz de auxiliar o rompimento do paradigma da dependência energética no que diz respeito a regulamentações governamentais excessivas sobre a oferta energética e seu consumo, e também na relação de condições climáticas adversas, quando, por exemplo, os reservatórios dos subsistemas estão em níveis baixos, tendo como solução de suprir a demanda, a ativação das usinas termelétricas, auferindo incrementos de encargos na fatura da energia elétrica.

Deste modo, para compreender a relação entre a economia e a inovação energética, concatenado ao fluxo metabólico real da economia diante aos dispêndios governamentais, foi relacionado a eficiência dos gastos públicos em energia elétrica do município de Horizontina em contraste com a instalação de painéis solares fotovoltaicos para suprir a demanda por energia das instituições, secretarias e prédios do município, e também da iluminação pública, de modo que foi incentivados o desenvolvimento regional, o desenvolvimento da economia da energia, a geração de empregos no setor e do impulso à inovações que agreguem valor ao comércio do

município, visando observar os efeitos econômicos da instalação da mini usina solar fotovoltaica.

Neste viés, o objetivo deste estudo visou mensurar a viabilidade econômica da aplicação de um sistema de captação de energia solar fotovoltaico no município de Horizontina, e para atingir o mesmo foi necessário inicialmente realizar o levantamento do consumo de energia elétrica do período de 2012 a 2016 no município de Horizontina, comparando economicamente a oferta de energia elétrica atual com o sistema de energia alternativo proposto, prospectar a produção da usina solar fotovoltaica e, por fim, verificar a viabilidade econômica para a implantação da mini usina solar fotovoltaica no município de Horizontina.

Para atingir o primeiro objetivo, ou seja, o levantamento do consumo de energia elétrica do período entre 2012 e 2016, foi necessário encontrar os valores dispendidos com energia elétrica, bem como identificar a quantidade consumida de cada distribuidora, sendo que para o município de Horizontina existe o consumo das distribuidoras RGE e CERHIL. Ainda foi necessário identificar os quilowatts hora consumidos por cada segmento de consumo, observando que além do consumo dos imóveis de propriedade da prefeitura, existe ainda o consumo da iluminação pública dos postes noturnos e o consumo de energia elétrica da área rural de Horizontina, a qual é exclusivamente realizada pela CERHIL. Assim sendo, i) acessando o portal da transparência de Horizontina, foi possível encontrar valores referente aos dispêndios com as distribuidoras RGE e CERHIL; ii) consultando a controladoria da prefeitura, foi possível conseguir as faturas para prospectar um preço médio por kW-h cobrado; e, iii) consultando a secretaria da fazenda da prefeitura foi possível identificar os valores pagos somente para a iluminação pública do município.

Foi necessário, por conseguinte, consultar informações da Aneel e também na ONS com o intuito de correlacionar as regulamentações e atos normativos com as externalidades financeiras, e assim, explicitar o alto valor gasto com energia elétrica pela prefeitura de Horizontina.

Portanto, através de uma correlação institucional que resultou em uma conclusão sobre o redirecionamento de recursos financeiros para sanar problemas de orçamento público quanto a escassez de dinheiro diante de compromisso com os setores de saúde e educação, foi possível observar também que o aumento da folha de pagamento dos servidores públicos de Horizontina, o qual foi um fator influente que contribui com a escassez de recursos públicos, onde, se os gastos com energia

elétrica se elevaram em 9,01%, entre 2012 e 2016, o gastos com salários aumentou 61,77% para o mesmo período. Mas mesmo assim, constatou-se, que para as necessidades dos setores de saúde e educação serem supridas a longo prazo, onde se reduziria a participação dos gastos com energia elétrica de 2,6% para 0,6% sobre as despesas, transferindo este montante para aumentar a participação dos setores já descritos, seria importante que houvesse também uma redução do pagamento de energia elétrica.

O próximo objetivo, o qual foi de comparar economicamente a oferta de energia elétrica atual com o sistema de energia alternativo proposto, teve como intuito apenas comparar o preço por MW-h cobrado em Horizontina com os preços por MW-h a ser usufruídos da mini usina fotovoltaica. Deste modo, se baseando em um estudo já realizado por Silva (2015), constatou que os preços da energia advinda das placas fotovoltaicas estão em pleno descenso, chegando a patamares próximo ao preço por MW-h do carvão. Também foi determinado o quinto ano como sendo aquele em que o preço por kW-h de R\$0,67 foi considerado o ponto de equilíbrio do empreendimento da mini usina fotovoltaica, onde a relação dos preços de R\$0,40 e R\$0,72 retornaram valores positivos.

O terceiro objetivo foi prospectar a produção da usina solar fotovoltaica, sendo este a base para formular o último objetivo. Deste modo, verificando os horários de funcionamento dos prédios públicos da prefeitura, os quais estão consumindo energia elétrica apenas fora do horário de pico, entre as 8:00 horas e 17:15 horas, toda a energia produzida pela mini usina fotovoltaica é consumida no ato da geração. Já na parte da iluminação pública, o qual é feita na parte da noite pelos postes distribuídos na cidade, é cobrada uma tarifa diferenciada, a qual oscila de um mês para o outro. Deste modo, através de observações acerca de usinas já em funcionamento, foi previsto de maneira praxeológica a receita proveniente da produção da usina solar e a relação entre receitas e despesas no demonstrativo de resultados, com base na produção de 3.054.520 kW-h ano da usina, no que confere 67% destinados as unidades consumidoras da CERTHIL e dos imóveis públicos de domínio da prefeitura cadastrados na RGE, sendo que 33% da produção da mini usina fotovoltaica será utilizada para compensar 47% da demanda por energia elétrica da iluminação pública noturna, foram definidos os custos operacionais e administrativos anuais e acumulados, os quais foram concluídos no quarto objetivo específico.

No tocante ao valor de R\$9.865.000,00 que deverão ser dispendidos para a compra da mini usina fotovoltaica de 1973kWp, constatou-se uma produtividade superior em quase 5% por àquela definida pelo estudo da Aneel, sendo a produtividade da mini usina fotovoltaica perto de 1548 kW-h por quilowatt instalado de potência. Sobre o financiamento com juros de 10,93% ao ano para o período de 108 meses, este foi assim escolhido para manter a *TIR* em um nível favorável de compensação de investimento.

Referente aos estímulos para investir em projetos de geração de energias solar, o projeto de Lei do Senado - nº 475, de 2013 -, o qual está em tramitação e prestes a ser aprovado pela Comissão de Assuntos Econômicos, que exonera as tarifas de Imposto sobre Importação (II), Impostos sobre Operações Financeiras (IOF) e Imposto de Produtos Industrializados (IPI) dos equipamentos utilizados para o funcionamento do sistema de autogeração de energia elétrica incentivada especial, fomenta a autoprodução de energia elétrica nos pequenos negócios, por exemplo, ao mesmo tempo que auxilia o mercado energético como um todo, reparando problemas de perda de energia na transmissão dentre do Sistema Interligado Nacional (MATA, 2013).

Já o quarto objetivo teve como premissa os cálculos referentes ao retorno do investimento, através do *VPL*, da *TIR* e do *Payback Descontado*. Para encontrar as informações pertinentes ao resultado financeiro, foi verificado que a receita bruta é a soma da receita da produção da mini usina solar acrescido do valor da receita proveniente da contribuição do custeio da iluminação pública, onde posteriormente é descontado o custo de disponibilidade, o custo do rateio da IP das faturas dos imóveis públicos, e os salários, resultando assim na Receita Operacional Bruta. Assim, para o cálculo do *VPL* foi utilizada uma taxa de custo de capital de 6,7%, referente a taxa bancária de juros de 10,93% menos uma inflação de 4,23% ao ano (média encontrada para a inflação acumulada dos últimos 12 meses entre os meses de janeiro e junho de 2017 através do índice IPCA) e também os fluxos relativos as receitas antes da amortização e juros, bem como dispêndios de pagamento de diferença de compensação de consumo – sendo representado pelos 53% da demanda da iluminação pública noturna não atendida -, ou seja, a Receita Operacional Bruta. Assim sendo, se encontrou um resultado de fluxos positivos para todos os anos, com o *VPL* representando um aumento do capital investido de 83%. Para o cálculo da *TIR*, os fluxos foram determinados através do desconto da

diferença de compensação, e também os juros e amortizações - para os primeiros 9 anos. Assim os fluxos da TIR, utilizando a Receita Líquida com fluxos, teve como resultado a taxa de 6,9%, se aproximando muito da taxa básica de juros atual e anulando o custo de oportunidade de investir este capital em outro ativo financeiro.

Para o *payback* descontado foi considerado com base os anos de retorno do investimento definidos pela Aneel, mesmo que estes apresentassem valores relativos as estimativas residências e comerciais, não havendo ainda um estudo específico para retorno do investimento no setor público. Deste modo, calculando o *payback* descontado a partir do retorno do cruzamento entre o lucro contábil e a recuperação do capital investido determinado pela VPL, e também através de uma função lógica do *Excel*, foi determinado que o investimento trará retorno em 13 anos. Considerando o tempo de 25 anos de vitalidade do empreendimento e mesmo comparado com outros investimentos, a instalação do sistema fotovoltaico público se torna viável devido, justamente, a este período longo de recuperação de capital. Ainda pode-se afirmar que o *payback* para um investimento público é 73% maior que o *payback* de um empreendimento residencial, e 140,7% maior que um empreendimento comercial.

Entretanto, se o preço por kW-h aumentar 25%, elevando o preço cobrado pela iluminação pública para R\$0,50 e do restante seja cobrado R\$0,90, haverá um aumento da TIR para 10,6%, um VPL positivo já no quarto ano, um *payback* de 11 anos e uma receita líquida acumulada de 36,9% maior que o cálculo atual, corroborando para um retorno mais rápido do investimento. Outro fator variável a se considerar é em relação a taxa sobre o custo de capital, pois, com uma inflação menor, aquela taxa aumentará. Por exemplo, se a taxa de capital for de 8%, ao invés dos 6,7% utilizados, o VPL ao final de 25 anos será de R\$16.136.897,38, ou seja, uma redução de aproximadamente 16% do VPL em relação ao atual calculado.

Mas, projetando o ganho com energia igual ao consumo total da energia gerada pela mini usina, para os 25 anos de utilização do empreendimento - quando estará quitado as parcelas referentes a juros e amortizações do empréstimo realizado para a aplicação do investimento -, pode-se observar que, a partir da premissa de que existe um acúmulo de Lucro Líquido de R\$27.910.074,67 no final do vigésimo quinto ano, e que o dinheiro gasto com energia anteriormente - montante este que era apenas uma despesa -, e que neste momento é utilizado

como um investimento, torna o dinheiro aplicado no empreendimento um ativo lucrativo, gerando uma economia de 23,6%.

Em resposta ao problema de pesquisa: Quais os efeitos econômicos que a instalação de uma mini usina fotovoltaica poderia auferir nas contas públicas da Prefeitura de Horizontina, pode-se considerar que ao conferir uma receita positiva para o final do período especificado de 25 anos, e verificando que haverá uma economia de 23,6% frente aos dispêndios atuais com energia elétrica, observando também um aumento R\$11.008.715,16, em valores nominais, da renda para despesas, por exemplo, com saúde e educação, ao final da vida útil do empreendimento verificou-se que a instalação de uma mini usina solar fotovoltaica pública é viável economicamente, pois é possível criar uma reserva de valor para sanar problemas orçamentários públicos.

Reforçando o retorno positivo do investimento através da eficiência marginal do capital (EMgK), perante a visão ortodoxa neoclássica/keynesiana e a visão clássica destacada por Bresser-Pereira (1973), onde a procura por investimentos depende da perspectiva de lucratividade do negócio e, considerando uma taxa de juros que poderá variar em um dado período de tempo, observa-se para o empreendimento da mini usina solar fotovoltaica um otimismo crescente frente ao crescimento da renda perante uma tendência do aumentos dos preços da energia elétrica e o avanço tecnológico para investimento futuros de capital – para a manutenção da mini usina -, proporcionando um retorno contínuo do capital, desindexando a relação entre a taxa interna de retorno do investimento e a taxa de juros, e corroborando com a EMgK em função da taxa de lucro do investimento.

Diante da análise das variáveis econômicas que integram a gestão pública municipal, e através da utilização de uma alternativa à oferta e demanda atual de energia, a partir do momento em que os gastos recorrentes da demanda de energia elétrica para iluminação dos prédios – por exemplo, uso de eletrodomésticos dos imóveis dos órgãos municipais - e iluminação pública seja originária da mini usina fotovoltaica, reduzindo o total da demanda por energia elétrica das distribuidoras, o equilíbrio das receitas e despesas inerte a conduta de responsabilidade intragovernamental da articulação de uma política fiscal de longo prazo aumentará a possibilidade de aplicação dos recursos monetários economizados em outros setores da economia pública, como por exemplo, na saúde e na educação.

Assim sendo, a introdução de uma mini usina solar fotovoltaica pública é o primeiro passo para que um novo ciclo de gestão das finanças públicas se instaure em Horizontina através do viés tecnológico e econômico, intensificando a utilização de métodos que gerarão economicidade e liberação de orçamento – após a amortização da mini usina fotovoltaica –, com foco em setores de alta dependência de verbas públicas.

Através do incentivo público, ao reduzir os dispêndios com energia elétrica frente a incorporação da inovação tecnológica energética para substituir as formas tradicionais do consumo energético pelos órgãos públicos, poderá ser constituída a formação de um novo modelo de administração da energia elétrica no município, voltado para as tecnologias energética com viés de realocação de recursos financeiros. Mas este processo só ocorrerá se os indivíduos perceberem valor no empreendimento, considerando o retorno do capital e a capacidade deste para o desenvolvimento do município, concomitante ao comportamento dos agentes públicos congêneres ao cálculo econômico.

Apesar de o retorno do investimento ser de longo prazo, adotando um paradigma de independência de consumo energético em Horizontina em favor da resiliência das contas públicas, posteriormente, havendo a necessidade de expandir o projeto para que 100% da iluminação pública do município seja atendida, e reduzindo a discrepância de custos de diferença do consumo de energia elétrica ainda dispendida com a RGE, deverá ser prospectado um novo cálculo para reaver a viabilidade econômica, bem como a nova distribuição e localização das mini usinas fotovoltaicas.

Para sugestão de trabalhos futuros indica-se o estudo referente a oscilação do *Nível De Preços* da energia elétrica em função de premissas econômicas sobre i) o preço das tarifas e encargos sobre a energia elétrica, ii) o custo de produção, iii) o volume de investimentos em energia alternativas, iv) a densidade geográfica (população de pessoas), v) a renda dos indivíduos, vi) a demanda por energia alternativas, vii) das taxas de importação e ainda viii) os efeitos inflacionários, concatenado a relação entre oferta e demanda agregada – mão de obra, emprego, salários, financiamentos, fabricação de produtos nacionais, e taxa de juros -, bem como manter atenção a novas reformas políticas do setor elétrico que possam entrar em vigor a partir de 2018, aspectos técnicos da geografia do solo, como a

capacidade do nível de água das barragens dos reservatórios em função dos relevos e das chuvas.

Para melhor exemplificar a vantagem de substituir o uso da energia elétrica tradicional para uma fonte renovável de energia, poderá ainda ser utilizado um gráfico referente ao efeito renda e efeito substituição, no período onde o preço pago - por megawatt – for menor para o sistema fotovoltaico, e havendo um aumento da arrecadação – em relação ao crescimento da economia (produção e consumo) -, por exemplo, poderá ser analisado o comportamento dos agentes econômicos em relação a um crescimento da reta orçamentária frente a redução do preço da energia elétrica após a implantação da mini usina fotovoltaica.

Por fim, é importante destacar que a evolução tecnológica das placas fotovoltaicas poderá propiciar uma redução da área de utilização dos painéis solares, facilitando a implantação deste em terrenos menores. Ainda é preciso destacar que, se a prefeitura não prosseguir com o financiamento da linha Finame devido a esta ser incapaz de liquidar as amortizações e juros no longo prazo, será mais viável enquadrar um projeto junto ao governo federal, por exemplo, encaminhando o projeto para o ministério da ciência e da tecnologia. Mas, se for possível realizar o investimento dentro da capacidade de endividamento do município, será preciso elaborar um projeto de lei que será entregue a Câmara de Vereadores de Horizontina, e posteriormente votado para que seja exercida a aprovação e validação do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ABB. **PVS980 central inverters**. Disponível em: < <http://new.abb.com/power-converters-inverters/solar/central/pvs980>>. Acessado em: 07 jun. 2017.

_____. **PRO-33.0-TL-OUTTD**. Disponível em: < <http://new.abb.com/power-converters-inverters/solar/string/three-phase/pro-33-0kw>>. Acessado em: 07 jun. 2017.

_____. **Product Manual PRO-33.0-TL string inverters**. Disponível em: < <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000123261&LanguageCode=en&DocumentPartId=1&Action=Launch> >. Acessado em: 09 de nov. 2017.

ABRADEE. **Setor Elétrico: Visão Geral do Setor Elétrico**. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor>>. Acessado em: 09 mar. 2017.

_____. **Tarifas de Energia**. Disponível em: < <http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>>. Acessado em: 19 out. 2017.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2ª Ed., Brasília. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/download.htm>>. Acessado em: 24 maio 2017.

_____. **BIG – Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acessado em: 09 mar. 2017.

_____. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Módulo 7 – Cálculo de Perdas na Distribuição**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/modulo7_revisao_1.pdf>. Acessado em: 04 nov. 2017

_____. **Geração Distribuída**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd_fonte_detalhe.asp?Tipo=12>. Acessado em: 20 ago. 2017.

_____. **Informações Gerenciais**. Disponível em; <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+4%C2%BA+trimestre+de+2016/2cc14375-3e1c-9dfe-f6a6-a5a1fd69f021?version=1.1>>. Acessado em: 28 mar. 2017.

_____. **Manual do Usuário**. Disponível em; < http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Manual_Nodal_v45.pdf >. Acessado em: 30 out. 2017.

_____. **Outorgas e Registros de Geração**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/outorgas/geracao/-/asset_publisher/mJhnKli7qcJG/content/ufv-central-geradora-fotovoltaica-ren-676-2015-/655808?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Foutorgas%2Fgeracao%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_mJhnKli7qcJG%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2>. Acessado em: 14 set. 2017.

_____. **Perguntas e respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012 – atualizado em 1/03/2016.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/FAQ_GD_Atualizado.pdf>. Acessado em: 24 maio 2017.

_____. **PRODIST.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/prodist>>. Acessado em: 14 set. 2017.

_____. **Programa de incentivos às Fontes Alternativas.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/proinfa-programa-de-incentivo-as-fontes-alternativas-de-energia-eletrica/656827?inheritRedirect=false>. Acessado em: 08 jun. 2017.

_____. **Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acessado em: 16 set. 2016.

_____. **Resolução Normativa Nº 687, de 24 de novembro de 2015.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acessado em> 24 maio 2017.

_____. **Resolução Normativa Nº 77, de 18 de agosto de 2004.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004077.pdf>>. Acessado em: 29 out. 2017.

_____. **Tarifa de Uso de Transmissão.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/metodologia-transmissao/-/asset_publisher/6pqBPPJq59Ts/content/tarifas-de-uso-do-sistema-de-transmissao-tust/654800?inheritRedirect=false>. Acessado em: 29 out. 201

ATLAS BRASIL. **O IDHM.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/>. Acessado em: 13. set. 2017.

BNDES. BNDES aprova primeiro financiamento para geração de energia solar, no valor de R\$529,039 milhões. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-1-financiamento-para-gera-o-solar-de-r-529-mi!/ut/p/z1/vVTBcslgFPyWHnJEnklskt5S69SpWg_VanJxSEISOgEiQVP79UXrrbVOx7EcYIB9u7PAgmO8xLEgW1YQzaQglZIH8e1qHlwGQ3cKY-jNXAgfHM-dewMY-TZ-xTGOU6FrXeloERItVkw0mulNemCwoJScWsB4rahoiAVCapYy0liQSqHpJpMWHAAoRqZXcEtRFORNEGAYnQktUE0VQQU0nUSMroiBGkUI9O0Cc7eXrIGU48iDp5UHioiChOXJt20MBMUgCdmYH3Qy61MeLc35isw0nWgimPj4HiYyEd1rCwYstoy2eC6m4OeGXPzoYnIOY2hcqnKHvXZfeuyq9615I_3S4_l8ekEmMrSb9SWFoiS4RE7nEywseuCFkb-t1HJqc7QPzro90_xw047yoZPL1KYQicXxjUdGcKqo6G2WWS63r5s4CC9q27RRSFhXtpJJ3EmXBT1WlbyZb2Bcc-47OyQ-7p_RYz_x21nOj8PC1_7OqYqbT2oaEHw!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>. Acessado em: 08 jun. 2017.

BNDES. BNDES Finem – Geração de Energia. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-energia>>. Acessado em: 19 out. 2017.

BOWEN, Andrew. A primeira cidade alemã 100% sustentável. Disponível em: <<http://www.dw.com/pt-br/a-primeira-cidade-alem%C3%A3-100-sustent%C3%A1vel/a-18528053>>. Acessado em: 10 mar. 2016.

BOX 82. Disponível em: <<https://www.facebook.com/box82hz/photos/a.551535834947375.1073741828.277634912337470/1130751183692501/?type=3&theater>>. Acessado em: 20 nov. 2017.

BRAGA, José Francisco Pereira et al., Energia Solar Fotovoltaica, 2016. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/upload/arquivos/201603/17091012-11-sme-energia-solar-1-1.pdf>>. Acessado em: 12 maio 2017.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Os dois métodos e o núcleo duro da teoria econômica. Disponível em: <<http://www.bresserpereira.org.br/view.asp?cod=3763>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. A função investimento e a eficiência marginal do capital. Disponível em: <http://www.bresserpereira.org.br/works/casos/73.Fun%C3%A7%C3%A3oInvestimento_EficienciaMarginalDoCapital.pdf>. Acessado em: 11 dez. 2017.

BRITO, Vanessa. TCE e Sebrae firmam parceria para implantação de tecnologia solar. Disponível em: <<http://www.mt.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/MT/tce-e-sebrae-firmam-parceria-para-implantacao-de-tecnologia-solar,cfface5c91705510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

BRITO, Miguel C. e SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia Solar em electricidade, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O Instalador, 2006. Disponível em <<http://solar.fc.ul.pt>>Acessado em 15 fev. 2017.

CAIXA. Condomínio popular vira microusina solar no sertão baiano, 2014. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=1450>>. Acessado em: 09 mar. 2017.

CAMARGO, Renata Freitas de. Entenda sobre a Taxa Mínima de Atratividade: o que é, quando usar e por que pensar em TMA na hora de investir. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/taxa-minima-de-atratividade-tma>>. Acessado em: 10 nov. 2017

CANADIAN SOLAR. **Solar modules**. Disponível em: < <http://www.canadiansolar.com/solar-panels/standard.html>>. Acessado em: 06 set. 2016.

_____. **MAXPOWER CS6X-310 | 315 | 320 | 325 P**. Disponível em: < https://www.canadiansolar.com/fileadmin/user_upload/downloads/datasheets/v5.5/Canadian_Solar-Datasheet-MaxPower-CS6X-P-v5.51en.pdf >. Acessado em: 15 nov. 2017.

CANAL ENERGIA. **Canadian Solar inaugura fábrica de painéis solares no Brasil**, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Energia e Mineração. Disponível em: <<http://www.energia.sp.gov.br/2016/12/canadian-solar-inaugura-fabrica-de-paineis-solares-no-brasil/>>. Acessado em: 15 mar. 2017

_____. **Canadian Solar recebe aporte de US\$ milhões para projeto em MG**. Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Negocios_e_Empresas.asp?id=116127>. Acessado em: 16 mar.2017.

_____. **Geração solar distribuída ganha importância no negócio da WEG**. Disponível em: < <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Noticiario.asp?id=116114> >. Acessado em: 16 mar. 2017.

CARVALHO, Paulo Gonzaga Mibielli de, e BARCELLOS, Frederico Cavadas. **Mensurando a Sustentabilidade**. In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

CASTRO, Fábio de. **Brasil é o sétimo maior investidor em energia renovável, diz estudo**. Disponível em: < <http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-e-o-setimo-maior-investidor-em-energia-renovavel-diz-estudo,1661745>> Acesso em. 08 ago. 2016.

CASTRO, Marco Aurélio Lenzi. **NOTA TÉCNICA nº 0056/2017-SRD/ANEEL**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9>. Acessado em: 13 set. 2017.

CECHIN, Andrei; VEIGA, José Eli da. **O fundamento central da economia ecológica**. In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

CEPERJ et al. **Projeto Contas Regionais do Brasil**. Disponível em: < <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/pib/PIB%2520do%2520Estado%2520do%2520Rio%2520de%2520Janeiro%25202013.doc>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

CHAVAGLIA NETO, José; FILIPE, José António Candeias Bonito. **A Energia Solar como Vantagem Competitiva em Empresas Industriais da Amazônia**. São Paulo: Baraúna, 2011.

CIDADE VERDE. **Piauí terá a maior usina de energia solar da América Latina**. Disponível em: < <http://cidadeverde.com/noticias/223747/piaui-tera-maior-usina-de-energia-solar-da-america-latina> >. Acessado em: 10 mar. 2017.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA DO BRASIL DE 1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm >. Acessado em: 08 jun. 2017.

CORAZZA, Rosana Icassatti; FRACALENZA, Paulo Sérgio. **Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano**. Nova Economia, Belo Horizonte, 05 ago. 2004.

CPFL Energia. **Horários de Pico**. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/uso-consciente/Paginas/horario-de-pico.aspx> Acessado em: 18/01/2017.

_____. **Relatório Anual 2015**. Disponível em: <<https://www.rge-rs.com.br/institucional/relatorio-anual/Documents/ra-cpfl-2015.pdf>>. Acessado em: 10 mar. 2017.

D'AVIGNON, Alexandre. **Energia, inovação tecnológica e mudanças climáticas**. In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010, 4ª reimpressão, capítulo 10.

DANTAS, Antônio Augusto Aguilar *et al.* **Radiação Solar**. Disponível em: < <http://repositorio.ufla.br/handle/1/5798> >. Acessado em: 19 nov. 2017

DENMARK. **SOCIEDADE**. Disponível em: < <http://denmark.dk/pt/sociedade> >. Acessado em: 08 jun. 2017.

DECRETO Nº 9.022, DE 31 DE MARÇO DE 2017. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9022.htm#art41 >. Acessado em: 08 jun. 2017.

ENERGIA HELIOTÉRMICA. **Análise do artigo publicado pelo Wall Street Journal**. Disponível em: < <http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/noticias/473-analise-do-artigo-publicado-pelo-wall-street-journal> >. Acessado em: 15 mar. 2017.

ENRIQUEZ, Maria Amélia. **Economia dos Recursos Naturais**. In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

EXCEL. **VPL (Função VPL)**. Disponível em: < <https://support.office.com/pt-br/article/VPL-Fun%C3%A7%C3%A3o-VPL-8672CB67-2576-4D07-B67B-AC28ACF2A568?NS=EXCEL&Version=16&SysLcid=1046&UiLcid=1046&AppVer=ZXL160&HelpId=xlmain11.chm60059&ui=pt-BR&rs=pt-BR&ad=BR> >. Acessado em: 10 nov. 2017.

_____. **TIR (Função TIR)**. Disponível em: <<https://support.office.com/pt-br/article/TIR-Fun%C3%A7%C3%A3o-TIR-64925eaa-9988-495b-b290-3ad0c163c1bc?NS=EXCEL&Version=16&SysLcid=1046&UiLcid=1046&AppVer=ZXL160&HelpId=xlmain11.chm60110&ui=pt-BR&rs=pt-BR&ad=BR>>. Acessado em: 10 nov. 2017.

FALCÃO, Rosa. **Petrolina terá energia heliotérmica**. Disponível em: <http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/cadernos/economia/2016/10/08/interna_economia,155485/petrolina-tera-energia-heliotermica.shtml>. Acessado em: 15 mar. 2017

FEIJÓ, Ricardo. **Desenvolvimento Econômico**, São Paulo: Atlas, 2007.

FEPAGRO. **CEMETERS - Atlas Climático Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.cemet.rs.gov.br/conteudo/3936/?8_-_Radia%C3%A7%C3%A3o_Solar>. Acessado em: 14 set. 2017.

FERRICHE, Elisabel e SARDI, Marcio. **Salão Verde: investimentos em fontes renováveis de energia cresceram em todo mundo**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/COM-A-PALAVRA/498346-SALAO-VERDE-INVESTIMENTOS-EM-FONTES-RENOVAVEIS-DE-ENERGIA-CRESCERAM-EM-TODO-MUNDO.html>>. Acessado em: 17 jun. 2017.

FURTADO, Celso. **Não a recessão e ao desemprego**. Rio de Janeiro: Elseiver, 1982.

G1 Paraná. **Usina chinesa supera Itaipu como maior produtora de energia em 2014**, G1 Economia, Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/01/usina-chinesa-supera-itaipu-como-maior-produtora-de-energia-do-mundo.html>> Acesso em. 09 out. 2015.

G1 RIO GRANDE DO SUL. **Inaugurada primeira usina de energia solar do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2016/12/inaugurada-primeira-usina-de-energia-solar-do-rio-grande-do-sul.html>>.Acessado em: 16 fev. 2017.

G1 Sorocaba e Jundiaí. **Empresa de painéis solares inaugura unidade em Sorocaba**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2016/12/empresa-de-paineis-solares-inaugura-unidade-em-sorocaba.html>>. Acessado em: 16 mar. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Ed. São Paulo/SP: Editora ATLAS, 2008.

_____. **Técnicas de Pesquisa em Economia e Elaboração de Monografias**. 4ª Ed. São Paulo: ATLAS, 2002.

GIAMBIAGI, Fabio; SCHWARTSMAN, Alexandre. **COMPLACÊNCIA**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2014.

GLADEN, Henner. **Análise do artigo publicado pelo Wall Street Journal**. Disponível em: < <http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/noticias/473-analise-do-artigo-publicado-pelo-wall-street-journal>>. Acessado em: 08 jun. 2017

GROTH, Júlio Augusto. **Usina de Geração Fotovoltaica – Custo de Implantação, operação e taxa de retorno do investimento, 2013. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013**. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96209/000915411.pdf?sequence=1>>. Acessado em: 19 out. 2017.

GUADAGNIN, Claudia, **8 países onde a energia limpa avança a passos largos**. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/8-paises-onde-a-energia-limpa-avanca-a-passos-largos-7ywwq9jz055r2bh174cd36mfhw> > Acesso em. 08 agos. 2016

GUERREIRO, Amilcar et al., **Matriz Energética Nacional 2030**, 2007. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/matriz-energetica-nacional-2030> >. Acessado em: 07 junho 2017.

HENBEST, Seb e GIANNAKOPOULOU, Elena. **New Energy Outlook 2016**. Disponível em: < <https://www.bnef.com/dataview/new-energy-outlook-2016/index.html#section-0> >. Acessado em: 09 jun. 2017.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/rs/horizontina/panorama>>. Acessado em: 08 set. 2017.

INMETRO. **Tabela de eficiência energética – SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA – MÓDULOS – Edição 2017**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/tabela_fotovoltaiico_modulo.pdf>. Acessado em: 15 nov. 2017.

INVESTING. **Pétroleo Brent Futuro**. Disponível em: <<https://br.investing.com/commodities/brent-oil>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

JARDIM, Tiago Neu. **Sobre o TCC**. Mensagem recebida por <ag001850@fahor.com.br> em 16 mar. 2017.

JEPPESEN, Helle. **Dinamarca estabelece meta de energia limpa até 2050**. Disponível em: < <http://www.dw.com/pt/dinamarca-estabelece-meta-de-energia-100-limpa-até-2050/a-17613274>> Acesso em. 05 ago. 2016.

LAPPONI, Juan Carlos. **Matemática Financeira**. 4ª Ed. Rio De Janeiro, Elsevier: 2006.

LE CORRE, Jean. **Geração de Energia Solar descentralizada – Cenário e implicações para o setor no Brasil**. Disponível em: < http://img-dev.bcg.com/Images/Geracao%20de%20Energia%20Solar%20Descentralizada_tcm15-158397.pdf >. Acessado em: 08 jun. 2017.

LEI Nº 13.408 DE 26 DE SETEMBRO DE 2016. Disponível em: <http://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/ldo/LDO2017/Lei_13408/Texto_Lei.pdf>. Acessado em: 08 jun. 2017

LEI Nº 3.715, DE 14 DE SETEMBRO DE 2016. Disponível em: <<http://www.horizontina.rs.gov.br/site/contaspublicas/7165-lei-de-diretrizes-orcamentarias---ldo-2017>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

MATA, Lídice Da. **Projeto de Lei do Senado nº 475, de 2013.** Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/115227>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

LUTOSA, Maria Cecília Junqueira. **Industrialização, meio ambiente, inovação e competitividade.** In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

MACHADO, C.T e MIRANDA, F. S. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve revisão.** Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v7n1a08.pdf>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**, 5ª Edição. São Paulo: ATLAS, 2002.

MAYAMONE, Gabriel. **Prefeitura instala painel solar para economizar 23% de energia**, 2016. Disponível em: <<http://www.correiodoestado.com.br/cidades/prefeitura-instala-painel-solar-para-economizar-23-de-energia/267602/>>. Acessado em: 24 mar.2017

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Economia do Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006, 10ª reimpressão, 1ª edição, Capítulo 1.

NREL. **SWERA.** Disponível em: <<https://maps.nrel.gov/swera/#/?aL=0&bL=groad&cE=0&IR=0&mC=40.21244%2C-91.625976&zL=4>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

NREL. **Best Research-Cell Efficiencies.** Disponível em: <<https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png>>. Acessado em: 10 jul. 2017.

OLIVEIRA, Adary. **Método da taxa interna de retorno – caso de taxas múltiplas.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901979000200005&script=sci_arttext>. Acessado em: 07 jun. 2017.

OLIVEIRA, Raulino Aquino de Barros. **Produto Interno Bruto.** Disponível em: <<http://www.principo.org/governo-do-estado-do-rio-de-janeiro-secretaria-de-estado-de-pl.html>>. Acessando em: 06 abr. 2017.

ONS. **Reservatórios.** Disponível em: <<http://ons.org.br/pt/paginas/energia-agora/reservatorios>>. Acessado em: 19 out. 2017.

PAMPLONA, Nicola. **BNDES conclui captação de US\$ 1 bi para investir em energias renováveis.** Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/05/1882559-bndes-conclui-captacao-de-us-1-bi-para-investir-em-energias-renovaveis.shtml>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

PARENTE, Benedito. **Petrolina terá energia heliotérmica.** Disponível em: <http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/cadernos/economia/2016/10/08/interna_economia,155485/petrolina-tera-energia-heliotermica.shtml>. Acessado em: 15 mar. 2017.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2006.** Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/atlas_solar.html>. Acessado em: 23 maio 2017.

PATROCINIO, Antonio Otávio de Toledo. **Pesquisadores da UFU buscam converter energia solar em combustível.** Disponível em: <<http://www.fapemig.br/visualizacao-de-noticias/ler/512/pesquisadores-da-ufu-buscam-converter-energia-solar-em-combustivel>>. Acessado em: 29 out. 2017

PINDYCK, Robert S & RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**, 7.ed. São Paulo: Perason, 2012.

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz *et al.* **Economia da Energia**, 3ª reimpressão. Rio de Janeiro, Elseiver, 2007.

PIRES, Marco Túlio. **ONU lança índice verde para superar o PIB e o IDH**, revista Exame, Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/onu-lanca-indice-verde-para-superar-pib-e-idh/>> Acesso em. 09 out. 2015.

PORTAL BRASIL. **Infraestrutura – Brasil deve integrar Top 20 em energia solar em 2018.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/07/brasil-deve-integrar-top-20-em-energia-solar-em-2018>>. Acessado em: 10 mar. 2016.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. **Município de Horizontina - RS.** Disponível em: <<http://sistema.horizontina.rs.gov.br/pronimtb/index.asp?acao=3&item=7>>. Acessado em> 19 out. 2017.

PORTAL SOLAR. **Usina Solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>>. Acessado em: 16 fev. 2017.

RGE. **A RGE.** Disponível em: <<https://www.rge-rs.com.br/institucional/quem-somos/a-rge/Paginas/default.aspx>>. Acessado em: 08 jun. 2017.

ROCHA, Alexandre Paulo. **Petrolina terá energia heliotérmica.** Disponível em: <http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/cadernos/economia/2016/10/08/interna_economia,155485/petrolina-tera-energia-heliotermica.shtml>. Acessado em: 15 mar. 2017.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. In: Peter H. May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

RUFINO, Donizete Romeu. **Cadernos temático ANEEL – Micro e minigeração distribuída – Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. 2ª Ed., Brasília: 2016. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida++2+edicao.pdf/f7308ffb-c062-4192-9d01-e87ad3970e1a>>. Acessado em: 24 maio 2017.

SACHS, Jeffrey. **A Riqueza de Todos** (Common Wealth: Economics For A Crowded Planet). Rio de Janeiro: Nova Cultura, 2008.

SAWITZKI, Stephan. **Matemática Financeiro**. Horizontina, 2017. Notas Prévias.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

SILVA, Rutelly Marques da. **Energia Solar no Brasil: do incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015.

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Matemática Financeira**. Aplicações à análise de investimentos. 4ª Ed. São Paulo: Pearson, 2007.

SERAPHIM, Odivaldo José et al. **Eficiência energética de módulos fotovoltaicos mono e poli-cristalinos em função da radiação solar global, 2004**. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000100049&script=sci_arttext&lng=pt>. Acessado em: 23 maio 2017.

SHANKLEMAN, Jessica e MARTIN, Christopher. **Energia solar pode ser mais barata que carvão até 2025**. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com.br/blog/energia-solar-pode-ser-mais-barata-que-carvao-ate-2025/>>. Acessado em: 07 jun. 2017.

SILVEIRA, Flávio Peixoto da. **Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acessado em: 05 jun. 2017.

SILVIO SANTOS. **ÓTIMA ÁREA DE TERRA LOCALIZADO NO KM16 CIDADE DE TRÊS DE MAIO**. Disponível em: <<http://silviosantos.imb.br/br/otima-area-de-terra-localizada-no-km-16-cidade-de-tres-de-maio>>. Acessado em: 14 nov. 2017

SINE. **Média Salarial**. Disponível em: <<https://www.sine.com.br/media-salarial>>. Acessado em: 09 nov. 2017

SOLAR BRASIL. **Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos**. Disponível em: <<http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/77-energia-solar-fotovoltaica-conceitos>>. Acessado em> 15 nov. 2017.

STACKE, Edevaldo. **Grupo Creluz inaugura a primeira usina solar do Estado**. Disponível em: <<http://www.creluz.com.br/noticia/grupo-creluz-inaugura-a-primeira-usina-solar-do-estado>>. Acessado em: 08 jun. 2017

SWEET, Cassandra. **Evolução tecnológica da energia solar tropeça**, The Wall Street Journalt, Disponível em: <<http://br.wsj.com/articles/SB12607879463517393677504581050402573467810>> Acesso em. 09 out. 2015.

SAWIN, Janet L.. **Renewables 2017. Global Status Report**. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/GSR2017_Full-Report.pdf>. Acessado em: 08 jun. 2017

TRADING ECONOMICS. **DINAMARCA – INDICADORES ECONÔMICOS**. Disponível em: < <https://pt.tradingeconomics.com/denmark/indicators> >. Acessado em: 08 jun. 2017

US DAVIS REMOTE. **ONLINE GUIDE – SENSOR**. Disponível em: <http://remote.ucdavis.edu/sensor_guide.htm>. Acessado em: 24 maio 2017.

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. **Solar Radiation Instrument Descriptions**. Disponível em: < FERRICHE, Elisabel e SARDI, Marcio. **Salão Verde: investimentos em fontes renováveis de energia cresceram em todo mundo**. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/COM-A-PALAVRA/498346-SALAO-VERDE-INVESTIMENTOS-EM-FONTES-RENOVAVEIS-DE-ENERGIA-CRESCERAM-EM-TODO-MUNDO.html>>. Acessado em: 17 jun. 2017>. Acessado em: 08 jun. 2017

VINHA, Valéria da. **As empresas e o desenvolvimento sustentável: a trajetória da construção de uma convenção**. In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

YINGLI SOLAR. **Monocristalino**. Disponível em: < <http://www.yinglisolar.com/br/products/monocrystalline/>>. Acessado em: 10 jul. 2017

YINGLI SOLAR. **YGE 72 CÉLULAS**. Disponível em: < http://d9no22y7yqre8.cloudfront.net/assets/uploads/products/downloads/DS_YGE72_Cell-35b_40mm_BR_May%202015_YBS_Press.pdf>. Acessado em> 10 jul. 2017

YOUNG, Carlos Eduardo Frickman; **Contabilidade ambiental nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil**. In: Peter H.May. Economia do Meio Ambiente. 2ª Ed. 4ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elseiver, 2010.

ANEXO I

siconfi Sistema de Integração Contábil e Financeira de Setor Público Brasileiro
Tesouro Nacional

Relatório de Gestão Fiscal Simplificado
Prefeitura Municipal de Horizontina - RS (Poder Executivo)
CNPJ: 87612834000136
Exercício: 2017
Período de referência: 1º semestre

RGF-Anexo 01 | Tabela 1.4 - Demonstrativo da Despesa com Pessoal - Ente Consorciado

Notas Explicativas	Valores
Notas Explicativas	30/06/2017
Notas Explicativas	

RGF-Anexo 02 | Tabela 2.3 - Demonstrativo da Dívida Consolidada Líquida - Municípios Semestral

Tabela 2.3 - Demonstrativo da Dívida Consolidada Líquida	Cálculo da Dívida Consolidada Líquida		
	SALDO DO EXERCÍCIO ANTERIOR	SALDO DO EXERCÍCIO DE 2017	
		Até o 1º Semestre	Até o 2º Semestre
Dívida Consolidada			
DÍVIDA CONSOLIDADA - DC (I)	1.445.830,07	1.213.300,62	0,89
Dívida Mobiliária	0,00	0,00	0,00
Dívida Contratual	1.445.830,07	1.213.300,62	0,89
Externo	0,00	0,00	0,00
Interno			
Fidejussões	0,00	0,00	0,00
Ressecução de Dívida de Estados e Municípios			
Financiamentos	624.227,76	618.726,01	0,99
Títulos	624.227,76	618.726,01	
Externos			
Prestações e Ressecução de Dívidas	518.672,31	394.560,39	0,00
De Títulos			
De Contribuições Previdenciárias			
De Demais Contribuições Sociais			
Do FGTS			
Com Instituição Não Financeira	518.672,31	394.560,39	
Demais Dívidas Contratadas	0,00	0,00	0,00
Prestitos Postos em 05/09/2000 (inclusive) Vencidos e Não Pagos	0,00	0,00	0,00
Outras Dívidas	0,00	0,00	0,00
(REDUÇÃO) (II)	9.033.742,80	12.334.391,83	0,00
Disponibilidade de Caixa	7.003.226,74	10.629.894,13	
Disponibilidade de Caixa Bruta	8.126.400,24	10.629.894,84	
(-) Retenções e Pagos Processados	473.192,45	16.393,81	
Demais Recursos Financeiros	1.268.516,02	1.740.387,70	
DÍVIDA CONSOLIDADA LÍQUIDA (DCL) (III) = (I) - (II)	0,00	0,00	0,00
RECEITA CORRENTE LÍQUIDA - RCL	78.679.298,42	77.530.846,84	0,98
% da DC sobre a RCL (IV) = (I) / (RCL)	1,83	1,57	
% da DCL sobre a RCL (V) = (III) / (RCL)			
LIMITE DEFINIDO POR RESOLUÇÃO DO SENADO FEDERAL	44.775.087,28	82.556.770,00	0,00
LIMITE DE ALERTA (inciso II do § 1º do art. 59 da LRF)	85.288.366,55	83.261.130,74	
Outros Valores Não Integrantes da DC			
Prestitos Anteriores a 05/09/2000	0,00	0,00	0,00
Prestitos Postos em 05/09/2000 (Não incluídos na DC)	0,00	0,00	0,00
Passivo Ativo	59.885.166,02	59.084.166,02	
Instituições Financeiras			
Depósitos			
RP Não-Processados	1.275.243,01	706.969,04	
ANTECIPAÇÕES DE RECEITA ORÇAMENTÁRIA - ARO			

RGF-Anexo 02 | Tabela 2.3 - Demonstrativo da Dívida Consolidada Líquida - Municípios Semestral

Notas Explicativas	Valores
Notas Explicativas	30/06/2017
Notas Explicativas	

ANEXO II



MUNICÍPIO DE HORIZONTINA
R BALDUINO SCHNEIDER 375
CENTRO
96920-000 HORIZONTINA RS

Nota Fiscal / RE - Ato Declaratório nº 2017/043
Conta de Energia Elétrica
Nº. 050897593 série U Pág. 1 de 1
Data de Emissão 25/10/2017
Data de Apresentação 30/10/2017
Conta Contrato No 93000043337

Lote	Rotelo de leitura	Medidor	Cliente	Reservado ao fisco
-			0711853240	2FED.FA43.5CAD.20DE.A57D.C3B2.3FE6.1306

PREZADO (A) CLIENTE
Em outubro a Anel determinou bandeira vermelha palmar 2.

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA

PM ILUMINACAO PUBLICA INSC. EST: ISENTO
R ILUMINACAO PUBLICA, 375 CNPJ: 87.612.834/0001-36
CENTRO HORIZONTINA - RS B4a Iluminação Pública Acervo Poder Público/Terceiro - Trifásico 220 / 127 V

ATENDIMENTO RGE	PN	SEU CÓDIGO	CONTAMÊS	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR (R\$)
0800 9 70 09 00	0711853240	3082469639	OUT/2017	20/11/2017	76.876,67
www.rge-rs.com.br					

DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO

Cod.	Descrição da Operação	Mês	Quant.	Unid.	Tarifa com Tributos	Valor Total da Operação	Base Cálculo ICMS	Alíq. ICMS	ICMS	Base Cálculo PIS/COPINS	PIS	COPINS	Bandeiras Tarifárias
115	Nº 964951784799	Ref.	Faturada	Med.	Tributos	Operação	ICMS	ICMS		PIS/COPINS	0,90%	4,12%	(Dias)
0605	Consumo Uso Sistema (KW)-TUSD	OUT/17	213.592,215	kWh	0,14688589	31.395,04	31.395,04	20,00	6.279,01	31.395,04	282,58	1.293,40	Atividade 08 Dias
0601	Consumo Bandeira Verde - TE	OUT/17	213.592,215	kWh	0,17125901	36.579,59	36.579,59	20,00	7.315,92	36.579,59	329,22	1.507,05	Vermelha 24 Dias
0601	Adicional de Bandeira Amarela	OUT/17				1.424,33	1.424,33	20,00	294,87	1.424,33	12,82	58,69	
0601	Adicional de Bandeira Vermelha	OUT/17				7.477,71	7.477,71	20,00	1.495,54	7.477,71	67,30	308,08	
	Total Distribuidora					76.876,67							
TOTAL CONSOLIDADO							76.876,67	76.876,67	15.375,34	76.876,67	691,90	3.167,32	

HISTÓRICO DE CONSUMO			TARIFA ANEEL		EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO / DATAS DE LEITURA									
2017	OUT	213592	31	Consumo	1,600	TR	M	Energia	Leitura	Leitura	Fator	Consumo	Taxa de Perda	Leitura
	SET	206702	30	Consumo kWh	0,1321990	0,12841000					Multipl.	[kWh]	(%)	Próximo Mês
	AGO	213592	31											
	JUL	213592	31											
	JUN	206369	30											
	MAI	213248	31											
	ABR	206369	30											
	MAR	213062	31											
	FEV	192444	28											
	JAN	213062	31											
2016	DEZ	188200	31											
	NOV	182129	30											
	OUT	188200	31											

COMPOSIÇÃO FORNECIMENTO		INDICADORES DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA					
Energia PS	29.353,57	Padrão Mensal	Padrão Trimestral	Padrão Anual	Apurado Mensal	Período Apuração	Valor do EUSD (R\$)
Transmissão PS	4.904,97	4,00	1,00	0,00	0,00	08/2017	23.536,99
Distribuição PS	15.187,60	2,00	0,00	0,00	0,00		
Perdas PS	4.172,92	0,00	0,00	0,00	0,00		
Encargos PS	4.023,05						
Tributos PS	19.234,56						

INFORMAÇÕES SOBRE A FATURA	

AVISO IMPORTANTE	



Nota Fiscal
Conta de Energia Elétrica
050897593 Série U

Cód/Déb/Aut.-Banco
93000043337

Total a Pagar (R\$)
76.876,67

Data de Vencimento
20/11/2017

Essa conta poderá ser paga no credenciado mais perto de você. Confira a lista completa no site www.rge-rs.com.br

DRUGARIA ZALESKI
REDE FORTE
A LEGÍTIMA SUPER 10

RUA UPIUGUAI 1562 - CENTRO
RUA REGINA VIANA 469 - CENTRO
RUA SCO PEDRO SALA 1 45 - CENTRO

836500007684 766700893007 811708628094 300000433379

Autenticação Mecânica



ANEXO III

15/11/2017

Google Maps

Google Maps



Imagens ©2017 CNES / Airbus,Dados do mapa ©2017 Google 200 m

Medir distância
Área total: 78.021,19 m² (839.813,14 ft²)
Distância total: 1,66 km (1,03 mi)



Horizontina
Rio Grande do Sul
-27.631560, -54.337993

<https://www.google.com.br/maps/@-27.6336616,-54.3369966,1360m/data=!3m1!1e3!7h=pt-BR>

1/1

Fonte: Google Maps, 2017

ANEXO IV

#	Parcelas	Amortizações	Juros	Saldo Devedor
				9.865.000,00
1	141.128,34	55.484,68	85.643,66	9.809.515,32
2	141.128,34	55.966,38	85.161,96	9.753.548,94
3	141.128,34	56.452,25	84.676,09	9.697.096,68
4	141.128,34	56.942,35	84.185,99	9.640.154,33
5	141.128,34	57.436,70	83.691,64	9.582.717,63
6	141.128,34	57.935,34	83.193,00	9.524.782,30
7	141.128,34	58.438,31	82.690,03	9.466.343,99
8	141.128,34	58.945,64	82.182,70	9.407.398,35
9	141.128,34	59.457,38	81.670,96	9.347.940,96
10	141.128,34	59.973,57	81.154,77	9.287.967,39
11	141.128,34	60.494,23	80.634,11	9.227.473,16
12	141.128,34	61.019,42	80.108,93	9.166.453,74
13	141.128,34	61.549,16	79.579,18	9.104.904,58
14	141.128,34	62.083,50	79.044,84	9.042.821,08
15	141.128,34	62.622,49	78.505,86	8.980.198,59
16	141.128,34	63.166,15	77.962,20	8.917.032,45
17	141.128,34	63.714,53	77.413,81	8.853.317,92
18	141.128,34	64.267,67	76.860,67	8.789.050,25
19	141.128,34	64.825,61	76.302,73	8.724.224,63
20	141.128,34	65.388,40	75.739,94	8.658.836,23
21	141.128,34	65.956,08	75.172,27	8.592.880,15
22	141.128,34	66.528,68	74.599,66	8.526.351,47
23	141.128,34	67.106,25	74.022,09	8.459.245,22
24	141.128,34	67.688,84	73.439,50	8.391.556,38
25	141.128,34	68.276,48	72.851,86	8.323.279,90
26	141.128,34	68.869,23	72.259,11	8.254.410,67
27	141.128,34	69.467,12	71.661,22	8.184.943,54
28	141.128,34	70.070,21	71.058,14	8.114.873,34
29	141.128,34	70.678,53	70.449,82	8.044.194,81
30	141.128,34	71.292,13	69.836,22	7.972.902,68
31	141.128,34	71.911,05	69.217,29	7.900.991,63
32	141.128,34	72.535,36	68.592,99	7.828.456,27
33	141.128,34	73.165,08	67.963,27	7.755.291,20
34	141.128,34	73.800,26	67.328,08	7.681.490,93
35	141.128,34	74.440,97	66.687,38	7.607.049,97
36	141.128,34	75.087,23	66.041,11	7.531.962,74
37	141.128,34	75.739,10	65.389,24	7.456.223,64
38	141.128,34	76.396,64	64.731,70	7.379.827,00
39	141.128,34	77.059,88	64.068,46	7.302.767,12
40	141.128,34	77.728,88	63.399,46	7.225.038,24

41	141.128,34	78.403,69	62.724,65	7.146.634,55
42	141.128,34	79.084,36	62.043,99	7.067.550,19
43	141.128,34	79.770,93	61.357,41	6.987.779,26
44	141.128,34	80.463,47	60.664,87	6.907.315,79
45	141.128,34	81.162,02	59.966,32	6.826.153,77
46	141.128,34	81.866,63	59.261,71	6.744.287,14
47	141.128,34	82.577,36	58.550,98	6.661.709,78
48	141.128,34	83.294,26	57.834,08	6.578.415,51
49	141.128,34	84.017,39	57.110,95	6.494.398,12
50	141.128,34	84.746,79	56.381,55	6.409.651,33
51	141.128,34	85.482,53	55.645,82	6.324.168,81
52	141.128,34	86.224,65	54.903,69	6.237.944,16
53	141.128,34	86.973,21	54.155,13	6.150.970,95
54	141.128,34	87.728,28	53.400,07	6.063.242,67
55	141.128,34	88.489,90	52.638,45	5.974.752,77
56	141.128,34	89.258,13	51.870,22	5.885.494,65
57	141.128,34	90.033,03	51.095,32	5.795.461,62
58	141.128,34	90.814,65	50.313,69	5.704.646,97
59	141.128,34	91.603,07	49.525,27	5.613.043,90
60	141.128,34	92.398,33	48.730,02	5.520.645,57
61	141.128,34	93.200,49	47.927,85	5.427.445,08
62	141.128,34	94.009,61	47.118,73	5.333.435,47
63	141.128,34	94.825,77	46.302,58	5.238.609,70
64	141.128,34	95.649,00	45.479,34	5.142.960,70
65	141.128,34	96.479,39	44.648,96	5.046.481,32
66	141.128,34	97.316,98	43.811,37	4.949.164,34
67	141.128,34	98.161,84	42.966,50	4.851.002,50
68	141.128,34	99.014,04	42.114,30	4.751.988,46
69	141.128,34	99.873,64	41.254,71	4.652.114,82
70	141.128,34	100.740,70	40.387,65	4.551.374,12
71	141.128,34	101.615,28	39.513,06	4.449.758,84
72	141.128,34	102.497,46	38.630,88	4.347.261,38
73	141.128,34	103.387,30	37.741,04	4.243.874,07
74	141.128,34	104.284,87	36.843,48	4.139.589,21
75	141.128,34	105.190,22	35.938,12	4.034.398,99
76	141.128,34	106.103,44	35.024,90	3.928.295,55
77	141.128,34	107.024,58	34.103,76	3.821.270,97
78	141.128,34	107.953,72	33.174,62	3.713.317,24
79	141.128,34	108.890,93	32.237,41	3.604.426,31
80	141.128,34	109.836,27	31.292,07	3.494.590,04
81	141.128,34	110.789,83	30.338,52	3.383.800,21
82	141.128,34	111.751,65	29.376,69	3.272.048,56
83	141.128,34	112.721,83	28.406,51	3.159.326,73
84	141.128,34	113.700,44	27.427,91	3.045.626,29
85	141.128,34	114.687,53	26.440,81	2.930.938,76

86	141.128,34	115.683,20	25.445,14	2.815.255,55
87	141.128,34	116.687,51	24.440,83	2.698.568,04
88	141.128,34	117.700,54	23.427,80	2.580.867,50
89	141.128,34	118.722,37	22.405,97	2.462.145,13
90	141.128,34	119.753,06	21.375,28	2.342.392,06
91	141.128,34	120.792,71	20.335,63	2.221.599,35
92	141.128,34	121.841,38	19.286,96	2.099.757,98
93	141.128,34	122.899,15	18.229,19	1.976.858,82
94	141.128,34	123.966,11	17.162,23	1.852.892,71
95	141.128,34	125.042,33	16.086,01	1.727.850,38
96	141.128,34	126.127,89	15.000,45	1.601.722,49
97	141.128,34	127.222,88	13.905,46	1.474.499,61
98	141.128,34	128.327,38	12.800,97	1.346.172,23
99	141.128,34	129.441,46	11.686,88	1.216.730,77
100	141.128,34	130.565,21	10.563,13	1.086.165,56
101	141.128,34	131.698,72	9.429,62	954.466,84
102	141.128,34	132.842,07	8.286,27	821.624,76
103	141.128,34	133.995,35	7.132,99	687.629,41
104	141.128,34	135.158,64	5.969,70	552.470,77
105	141.128,34	136.332,03	4.796,31	416.138,74
106	141.128,34	137.515,61	3.612,74	278.623,13
107	141.128,34	138.709,46	2.418,89	139.913,67
108	141.128,34	139.913,67	1.214,67	0,00

15.241.861,00 9.865.000,00 5.376.861,00 TOTAIS
 Fonte: Autor, 2017

ANEXO V

1 - Identificação da Unidade Consumidora - UC		
Código da UC:	Grupo B <input type="checkbox"/>	Grupo A <input type="checkbox"/> Classe:
Titular da UC :		
Rua/Av.:	Nº:	CEP:
Bairro:	Cidade:	
E-mail:		
Telefone: ()	Celular: ()	
CNPJ/CPF:		
2 - Dados da Unidade Consumidora		
Localização em coordenadas: Latitude:		Longitude:
Potência instalada (kW):		Tensão de atendimento (V):
Tipo de conexão: monofásica <input type="checkbox"/> bifásica <input type="checkbox"/> trifásica <input type="checkbox"/>		
Transformador particular (kVA): 75 <input type="checkbox"/> 112,5 <input type="checkbox"/> 225 <input type="checkbox"/> outro:		
Tipo de instalação: Posto de transformação <input type="checkbox"/> cabine <input type="checkbox"/> subestação <input type="checkbox"/>		
Tipo de ligação do transformador:		
Impedância percentual do transformador:		
Tipo de ramal: aéreo <input type="checkbox"/> subterrâneo <input type="checkbox"/>		
3 - Dados da Geração		
Potência instalada de geração (kW):		
Tipo da Fonte de Geração:		
Hidráulica <input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Eólica <input type="checkbox"/> Biomassa <input type="checkbox"/> Cogeração Qualificada <input type="checkbox"/>		
Outra (especificar):		
4 - Documentação a Ser Anexada		
1.	ART do Responsável Técnico pelo projeto elétrico e instalação do sistema de minigeração	<input type="checkbox"/>
2.	Projeto elétrico das instalações de conexão, memorial descritivo	<input type="checkbox"/>
3.	Estágio atual do empreendimento, cronograma de implantação e expansão	<input type="checkbox"/>
4.	Diagrama unifilar e de blocos do sistema de geração, carga e proteção	<input type="checkbox"/>
5.	Certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro da concessão do Inmetro do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede.	<input type="checkbox"/>
6.	Dados necessários ao registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg	<input type="checkbox"/>
7.	Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012	<input type="checkbox"/>
8.	Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver)	<input type="checkbox"/>
9.	Documento que comprove o reconhecimento, pela ANEEL, da cogeração qualificada (se houver)	<input type="checkbox"/>
5 - Contato na Distribuidora (preenchido pela Distribuidora)		
Responsável/Área:		
Endereço:		
Telefone:		
E-mail:		
6 - Solicitante		
Nome/Procurador Legal:		
Telefone:		
E-mail:		
_____	____/____/____	_____
Local	Data	Assinatura do Responsável

Fonte: Aneel, 2016

ANEXO VI

ETAPA	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO
1 Solicitação de acesso	(a) Formalização da solicitação de acesso, com o encaminhamento de documentação, dados e informações pertinentes, bem como dos estudos realizados.	Acessante	-
	(b) Recebimento da solicitação de acesso.	Distribuidora	-
	(c) Solução de pendências relativas às informações solicitadas na Seção 3.7.	Acessante	-
2 Parecer de acesso	(a) Emissão de parecer com a definição das condições de acesso.	Distribuidora	<p>i. Para central geradora classificada como microgeração distribuída quando não houver necessidade de melhoria ou reforço do sistema de distribuição, até 15 (quinze) dias após a ação 1(b) ou 1(c).</p> <p>ii. Para central geradora classificada como minigeração distribuída, quando não houver necessidade de execução de obras de reforço ou de ampliação no sistema de distribuição, até 30 (trinta) dias após a ação 1(b) ou 1(c).</p> <p>iii. Para central geradora classificada como microgeração distribuída, quando houver necessidade de execução de obras de melhoria ou reforço no sistema de distribuição, até 30 (trinta) dias após a ação 1(b) ou 1(c).</p> <p>iv. Para central geradora classificada como minigeração</p>

ETAPA	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO
			distribuída, quando houver necessidade de execução de obras de reforço ou de ampliação no sistema de distribuição, até 60 (sessenta) dias após a ação 1(b) ou 1(c).
3 Implantação da conexão	(a) Solicitação de vistoria	Acessante	Até 120 (cento e vinte) dias após a ação 2(a)
	(b) Realização de vistoria.	Distribuidora	Até 7 (sete) dias após a ação 3(a)
	(c) Entrega para acessante do Relatório de Vistoria se houver pendências.	Distribuidora	Até 5 (cinco) dias após a ação 3(b)
4 Aprovação do ponto de conexão	(a) Adequação das condicionantes do Relatório de Vistoria.	Acessante	Definido pelo acessante
	(b) Aprovação do ponto de conexão, adequação do sistema de medição e início do sistema de compensação de energia, liberando a microgeração ou minigeração distribuída para sua efetiva conexão.	Distribuidora	Até 7 (sete) dias após a ação 3(b), quando não forem encontradas pendências.
5 Contratos	(a) Acordo Operativo ou Relacionamento Operacional	Acessante e Distribuidora	Acordo operativo até a ação 4 (b), Relacionamento operacional até a ação 2(a)

Fonte: Aneel, 2016

ANEXO VII

RIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO														
Descrição da Operação	Mês Ref	Quant. Faturada	Unid. Med.	Tarifa com Tributos	Valor Total Operação	Base Cálculo ICMS	Aliq. ICMS%	ICMS	Base Cálculo PIS/COFINS	PIS 0,85%	COFINS 3,94%	Bandeiras Tar (Dias)		
Consumo Uso Sistema [KWh]-TUSD Nº 906301667124	SET/17	200,000	kWh	0,30725000	61,45	61,45	30,00	18,44	61,45	0,52	2,42	Vermelha		
Consumo Bandeira Verde - TE	SET/17	200,000	kWh	0,35800000	71,60	71,60	30,00	21,48	71,60	0,61	2,82	18 Dias		
Adicional de Bandeira Amarela	SET/17				2,65	2,65	30,00	0,80	2,65	0,02	0,10	Amarela		
Adicional de Bandeira Vermelha	SET/17				6,54	6,54	30,00	1,96	6,54	0,06	0,25	11 Dias		
Energia Compensada-TUSD	SET/17	200,000	kWh		40,07									
Energia Compensada BVD-TE	SET/17	200,000	kWh		46,69									
Cred Adc Band Amarela	SET/17				1,51									
Cred Adc Band Vermelha	SET/17				3,72									
Custo de Disp. Energia TUSD	SET/17	30,000	kWh	0,30733334	9,22	9,22	30,00	2,77	9,22	0,08	0,36			
Custo de Disp. Energia BVD-TE	SET/17	30,000	kWh	0,35766667	10,73	10,73	30,00	3,22	10,73	0,09	0,42			
Juros de Mora	AGO/17				0,02									
Multa por Atraso Pgto	AGO/17				0,53									
Total Distribuidora					70,75									
DÉBITOS DE OUTROS SERVIÇOS														
HISTÓRICO DE CONSUMO		kWh	Dias	TARIFA ANEEL		EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO / DATAS DE LEITURAS								
SET		200	29	Consumo	TUSD	TE	Nº	Energia	Leitura	Leitura	Fator	Consumo	Taxa de Perda	Leit
				Consumo kWh	0,20039000	0,233470	30889842	Ativa	11/09/2017	14/08/2017	1,00	200	0,00	09/10
							30889842	Injetada	296	0	1,00000	296		
COMPOSIÇÃO FORNECIMENTO (R\$)				INDICADORES DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA										
				Energia	53,83		HORAS CONTÍNUAS	Padrão Mensal	Padrão Trimestral	Padrão Anual	Apurado Mensal	Período Apuração	Valor EU	
				Transmissão	9,00		DIC	5,55	11,10	22,21	0,00	07/2017	90,00	
				Distribuição	27,89		FIC	3,36	6,72	13,45	0,00			
				Perdas	7,66		DMIC	3,20			0,00			
				Encargos	7,39		DICRI	12,22			0,00			
				Tributos	56,42						0,00			
INFORMAÇÕES SOBRE A FATURA														
<p>com sua fatura segue Contrato de Fornecimento</p> <p>participação na geração 100,00%</p> <p>em Energia da Instalação: Convencional 96 kWh</p> <p>que expirar próximo mês: 0 kWh</p>														
AVISO IMPORTANTE														

Fonte: Box 82, Facebook, 2017