

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JONATAN VERONESE DE SOUZA

**ENERGIAS RENOVÁVEIS COMO ESTRATÉGIA NA REDUÇÃO DE
CUSTOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO EM UMA INDÚSTRIA
FRIGORÍFICA NO OESTE PARANAENSE**
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Medianeira
2016

JONATAN VERONESE DE SOUZA

**ENERGIAS RENOVÁVEIS COMO ESTRATÉGIA NA REDUÇÃO DE
CUSTOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO EM UMA INDÚSTRIA
FRIGORÍFICA NO OESTE PARANAENSE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC.

Orientador(a): Prof. Msc. Cidmar Ortiz dos Santos

Co-Orientador: Elvis Albarello

Medianeira

2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CAMPUS MEDIANEIRA



Diretoria de Graduação
Nome da Coordenação de Engenharia de Produção
Curso de Graduação em Engenharia de Produção

TERMO DE APROVAÇÃO

ENERGIAS RENOVÁVEIS COMO ESTRATÉGIA NA REDUÇÃO DE CUSTOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO EM UMA INDÚSTRIA FRIGORÍFICA NO OESTE PARANAENSE

Por

JONATAN VERONESE DE SOUZA

Este projeto de trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 16h40 do dia 24 de novembro de 2016 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação **aprovado**.

Prof. Msc. Cidmar Ortiz
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Lotário Fank
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Amilcar Flamarion
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e familiares que durante toda minha vida acadêmica não mediram esforços para me auxiliarem e sempre confiaram em minhas decisões.

Aos meus amigos de Medianeira e Pato Branco que sempre estiveram por perto durante os momentos em que mais precisei de apoio e aconselhamento. Em especial à Thailana Frizzo, namorada, amiga e companheira em meus projetos desde sempre.

As empresas citadas neste projeto, Friella e Comuta, empresas íntegras que apoiam e contribuem para uma educação de nível superior de qualidade.

Ao Prof. Msc. Orientador Cidmar Ortiz, Coorientador Elvis Albarelo, e aos professores Dr. Amilcar Gonçalves e Dr. Lotário Fank, pessoas íntegras e altruístas que me orientaram, ensinaram e não mediram esforços para me auxiliar sempre que busquei por eles.

Aos professores e colegas de curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

"Quanto mais inexperiente, mais fácil surpreender. Quanto mais desprestigiado, mais fácil criar impacto com resultados positivos. Saiba usar a vantagem de ser um iniciante."

Flávio Augusto

RESUMO

SOUZA, Jonatan Veronese. **Energias renováveis como estratégia na redução de custos industriais: um estudo em uma indústria frigorífica no oeste paranaense.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Atualmente, quem dita o preço dos produtos é o mercado, se foi o tempo onde as organizações escolhiam o preço final do produto com base em seus custos. Hoje, o lucro da organização é a diferença entre o preço que o mercado determina menos seus custos de produção, por esse motivo, é de extrema importância ter processos produtivos eficientes, baratos e que agreguem valor. Para diminuir os custos industriais existem diversas estratégias, a que será abordada nesse trabalho diz respeito ao principal insumo das indústrias modernas, a energia elétrica. Utilizar fontes renováveis além de ser mais barato no médio e longo prazo traz vantagens significativas também para o meio ambiente, já que reduz a emissão de gases poluentes liberados na obtenção de energia advinda da matriz energética brasileira, que ainda se utiliza de fontes de geração diversas, algumas altamente poluentes. Este trabalho foi realizado em uma indústria frigorífica da região oeste paranaense, e tem por objetivo desenvolver uma análise de viabilidade econômica e financeira de uma usina de mini geração de energia através da geração fotovoltaica. Foram levantados os dados sobre o consumo e demanda da unidade consumidora, além da área útil para instalação dos painéis, com esses dados foi possível determinar a potência da usina de geração. Com os dados da geolocalização da indústria foi possível determinar a incidência de radiação solar no local e estimar quanto seria a geração de energia. Os resultados encontrados foram satisfatórios, já que os indicadores mostraram um payback inferior a 9 anos, VPL acima dos 49 milhões e uma TIR de 10%, durante a vida útil do projeto, que é de 30 anos.

Palavras-chave: Custo industrial; painel fotovoltaico; estratégia.

ABSTRACT

SOUZA, Jonatan Veronese. **Renewable energy as a strategy to reduce industrial costs: a study in a meatpacking industry in western Paraná**: 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Nowadays, the price of products is the market, if it is the time when organizations choose the final price of the product based on their costs. Today, the organization's profit is the difference between the price that the market determines less its production costs, so it is extremely important to have efficient, cheap and value-adding productive processes. To reduce industrial costs there are several strategies, which will be addressed in this work concerns the main input of modern industries, electric energy. Using renewable sources, besides being cheaper in the medium and long term, also has significant advantages for the environment, since it reduces the emission of pollutant gases released to obtain energy from the Brazilian energy matrix, which is still used from diverse generation sources, some highly polluting. This work was carried out in a refrigeration industry in the western region of Paraná, and aims to develop an economic and financial feasibility analysis of a mini-generation power plant through photovoltaic generation. The data on the consumption and demand of the consumer unit were collected, besides the useful area for the installation of the panels, with this data it was possible to determine the power of the generation plant. With the data of the geolocation of the industry it was possible to determine the incidence of solar radiation in the place and to estimate how much would be the generation of energy. The results were satisfactory, since the indicators showed a payback of less than 7 years, NPV of more than ten million and an IRR of 19% during the useful life of the project, which is 30 years.

Key-words: industrial cost; photovoltaic panel; strategy.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Sistema fotovoltaico operando de forma isolada | 22 |
| Figura 2 - Sistema fotovoltaico operando conectado à rede elétrica | 23 |
| Figura 3 - Curva típica de fornecimento de potência | 25 |
| Figura 4 - Representação do fluxo de caixa para obtenção do VPL | 29 |
| Figura 5 – Planilha de cálculo de tarifa horossazonal verde | 36 |
| Figura 6 – Planilha de cálculo de economia mensal utilizando FV | 39 |
| Figura 7 – Dados financeiros do projeto | 42 |
| Figura 8 – Planilha de cálculo de payback descontado | 43 |
| Figura 9 – Planilha de cálculo de fluxo de caixa descontado | 44 |
| Figura 10 – Unidade de abatedouro de Itaipulândia | 45 |
| Figura 11 – Planilha de cálculo de melhor parcela | 47 |
| Figura 12 – Planilha de cálculo do custo do kWh | 47 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Dados sobre o consumo de energia na UC | 31 |
| Gráfico 2 – Dados sobre a demanda de energia na UC | 31 |
| Gráfico 3 – Utilização de energia elétrica oriunda da Copel | 40 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Divisão de consumidores dos grupos A | 26 |
| Quadro 2 – Reajustes tarifários dos últimos 5 anos | 34 |
| Quadro 3 – Tarifário Copel horossazonal verde | 35 |
| Quadro 4 – Incidência de irradiação solar em Itaipulândia | 36 |
| Quadro 5 – Especificações do inversor RECon 2.30H1-1002 | 37 |
| Quadro 6 – Especificações da placa fotovoltaica CNP72-315W | 38 |
| Quadro 7 – Detalhamento do orçamento de equipamentos necessários | 40 |
| Quadro 8 – Detalhamento do orçamento de serviços e materiais | 41 |
| Quadro 9 – Orçamento global | 41 |
| Quadro 10 - Áreas disponíveis para instalação do sistema fotovoltaico..... | 46 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------|--------------------------------------|
| FV | Sistema fotovoltaicos |
| GD | Geração Distribuída |
| RD | Recursos Distribuídos |
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| UPL | Unidade de Produção de Leitões |
| UC | Unidade Consumidora |
| P | Ponta |
| FP | Fora Ponta |
| kWh | Kilo Watt hora |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 15 |
| 3 OBJETIVOS | 16 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL | 16 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 4.1 ATIVIDADE FRIGORÍFICA DE SUÍNOS | 18 |
| 4.2 ESTRATÉGIA | 19 |
| 4.3 BENCHMARKING | 20 |
| 4.4 ENERGIAS RENOVÁVEIS | 20 |
| 4.4.1 Célula Fotovoltaica | 21 |
| 4.4.2 Organização De Sistema Fotovoltaicos | 22 |
| 4.4.3 Aprimoramentos Na Resolução Normativa 482/2012 | 23 |
| 4.4.4 Modalidades Tarifárias | 24 |
| 4.4.5 Classificação dos Consumidores | 26 |
| 4.4.6 Estrutura Tarifária Horo-Sazonal Verde | 27 |
| 4.5 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA | 27 |
| 4.5.1 Payback | 28 |
| 4.5.2 Valor Presente Líquido | 28 |
| 4.5.3 Taxa Interna de Retorno | 29 |
| 5 MATERIAIS E MÉTODOS | 30 |
| 5.1 LOCAL DE ESTUDO | 30 |
| 5.3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA | 32 |
| 5.4 METODOLOGIA DE CÁLCULOS | 33 |
| 6 RESULTADOS ESPERADOS | 35 |
| 6.1 SITUAÇÃO ATUAL | 35 |
| 6.2 CARACTERÍSTICAS DE IRRADIAÇÃO SOLAR DO LOCAL DA INSTALAÇÃO | 36 |
| 6.3 DIMENSIONAMENTO DO ARRANJO FOTOVOLTAICO | 37 |
| 6.4 ANÁLISE ECONÔMICA | 38 |
| 6.5 ORÇAMENTO | 40 |
| 6.5.1 Orçamento Equipamentos | 40 |
| 6.5.2 Orçamento De Serviços E Materiais | 41 |
| 6.5.3 Orçamento Global | 41 |
| 6.6 INDICADORES | 42 |
| 6.6.1 Payback | 42 |
| 6.6.2 Taxa Interna De Retorno | 44 |
| 6.6.3 Valor Presente Líquido | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 6.7 LOCAL DE INSTALAÇÃO | 45 |
| 6.8 SITUAÇÃO ÓTIMA DE INVESTIMENTO | 46 |
| 6.9 CUSTO DO KWH | 47 |
| 6.10 BENCHMARKING DE UM PROJETO SEMELHANTE | 48 |
| 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES | 49 |
| REFERÊNCIAS | 50 |
| APÊNDICE A | 53 |
| APÊNDICE B | 54 |
| APÊNDICE C | 55 |

1.0 INTRODUÇÃO

Em meio à evolução dos mercados, torna-se essencial que as empresas definam seus objetivos e estratégias, de modo a atingir melhores resultados, fortalecendo seu posicionamento e crescimento no mercado.

Sem um plano estratégico para nortear os negócios, torna-se mais difícil a identificação de necessidades, oportunidades e o tempo necessário para iniciar a implementação das medidas para obter resultados satisfatórios com devida antecedência. Por esse motivo, é de extrema importância que se conheça o ambiente em que a organização está inserida, sua visão, seus objetivos, seus valores e a missão que se propôs a cumprir.

Toda grande organização que se preze, tem objetivos e metas a serem alcançados em um período de tempo definido, com essa ação as empresas podem saber se estão no caminho certo para atingir seus objetivos em vários pontos intermediários a data final estipulada.

Os objetivos podem ser os mais diversos, impactar positivamente o desenvolvimento de uma região, gerar emprego e renda, obter lucro, minimizar os passivos ambientais gerados na transformação do produto, etc. Cada organização tem seus valores e por isso seus objetivos devem estar alinhados a eles.

Atualmente, o que está em voga são empresas sustentáveis, empresas que possam gerar seus próprios insumos, de forma a minimizar os mais diversos impactos para o sociedade e meio ambiente.

A introdução de meios de geração de energias sustentáveis tem grande importância para a sociedade do ponto de vista ambiental. Uma das fontes mais interessantes que podemos destacar é a energia fotovoltaica. Esta é resultado da transformação da energia solar em energia elétrica.

Uma vantagem na utilização da energia solar, é que na operação dos sistemas fotovoltaicos (FV) os passivos ambientais gerados são mínimos, limitando-se unicamente à poluição visual. Quando estão operando, os sistemas FV não causam poluição sonora, não geram lixo nem emitem gases nocivos ao meio ambiente, pode-se considerar então, que em questão de proteção do meio ambiente, os sistemas fotovoltaicos são “limpos” e contribuem fortemente para a preservação ambiental. (MANUEL; CARVALHO, 2013).

Outra questão importante dos sistemas FV se dá devido à configuração espacial adotada pelos sistemas elétricos de potência atuais, que em sua maioria, consistem de grandes centrais geradoras, ligadas aos sistemas de distribuição através de extensas linhas de transmissão e então, distribuídos para as cargas. Nessa configuração pode-se notar que o aumento da demanda de energia elétrica causará um maior carregamento do sistema, aumentando as perdas, podendo exigir uma expansão do sistema (i.e. construção de novas unidades geradoras, construção de novas linhas de transmissão, aumento do sistema de distribuição). Esses fatores combinados podem levar a um considerável aumento no custo da energia elétrica para o consumidor final. Assim, os sistemas FVs aliados a outras tecnologias de geração de energia elétrica, estão sendo introduzidos nas redes de distribuições localizados próximos das cargas que elas atendem, introduzindo o conceito de Geração Distribuída. Esta pode reduzir o custo de energia para determinados consumidores, além de diversificar os meios de produção de energia elétrica (PEREIRA; FILHO, 2000).

A Geração Distribuída (GD) é um sistema de geração de energia elétrica que pode estar acoplado ou próximo das cargas, podendo estar conectado (grid tie) ou não à rede convencional (off grid).

Desta forma, a redução dos custos de energia elétrica e redução de passivos ambientais é uma excelente alternativa para instituições que se interessam em se manter competitivas, além de se comprometem com a diminuição de emissão de gases de efeito estufa.

A redução de custos de energia elétrica representa a diminuição direta no custo final do produto, já que o mesmo é constituído de todos os custos relativos a produção, mão de obra, insumos e outros. Assim, existem diversas empresas que produzem até 100% da sua energia necessária para funcionamento, embora o custo de instalação do sistema de geração seja alto, no longo prazo a possibilidade de ser um investimento rentável é grande.

O valor da tarifa de consumo de energia cobrado pelas empresas concessionárias (dado por kWh) é calculado de acordo com os custos de geração, distribuição, transformação, manutenção e encargos, além de impostos e taxa iluminação pública. Neste caso, ao produzir sua própria energia o custo se concentra na demanda necessária, diminuindo o valor final do kWh para a unidade consumidora.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um estudo de

viabilidade econômica, financeira e técnica para implantação de um sistema de geração fotovoltaica em um frigorífico de suínos na região oeste do Paraná, levando em consideração a importância do planejamento estratégico e financeiro para uma aquisição desse porte.

2.0 JUSTIFICATIVA

Espera-se que com a instalação da geração ocorra uma redução nos custos de produção da empresa, barateando assim os produtos produzidos pela organização e, conseqüentemente, atingir preços mais competitivos e/ou garantir uma maior margem de lucro.

A geração fotovoltaica irá contribuir para diminuir o custo final do produto industrializado, bem como contribuirá para redução na emissão de gases que causam o aquecimento global. Neste sentido, opta-se pela geração fotovoltaica por ela ser, dentre as fontes alternativas disponíveis comercialmente, uma das opções mais limpas, seguras e de baixo custo de instalação e manutenção.

Com a implantação de uma central geradora fotovoltaica na empresa, haverá uma redução de energia elétrica comprada e, portanto, uma redução de gastos, contribuindo na economia de recursos financeiros desde o momento em que a geração for instalada até o fim de sua vida útil, ou seja, curto a longo prazo.

Optar pela geração de sua própria energia pode ser considerado uma boa alternativa quando, se obtém economia de recursos financeiros, se contribui para diminuição do uso de energia oriundas de fontes não renováveis e mantém a empresa menos suscetível a quedas de energias.

Neste sentido, a realização deste trabalho pode contribuir com a demonstração da importância na definição das estratégias de redução de custos através da instalação de sistema fotovoltaicos.

3.0 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar a viabilidade econômica e financeira para implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica em uma indústria de abate de suínos na região Oeste do Paraná.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Compreender a importância da estratégia para competitividade organizacional.
- b) Identificar os aspectos técnicos para implantação da geração fotovoltaico.
- c) Dimensionar o sistema fotovoltaico que poderá ser implementado.
- d) Realizar análise de viabilidade do sistema.

4.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo foram explanados os principais conceitos de estratégia, benchmarking, energias renováveis especialmente a energia fotovoltaica.

4.1 ATIVIDADE FRIGORÍFICA DE SUÍNOS

O cenário atual da suinocultura em níveis mundiais é favorável. Conforme Miele e Machado (2010), o setor tem uma produção mundial estimada de aproximadamente 100 milhões de toneladas, se destacando assim como uma das carnes com maior relevância mundial.

Segundo a United States Departamento of Agriculture – USDA (2012) no ano de 2009 a carne suína gerou uma receita em torno de US\$ 11,9 bilhões o que corresponde a 44% do consumo mundial de carne. Neste cenário, o Brasil está entre os maiores produtores de suínos, produzindo no ano de 2011 aproximadamente 3,33 mil toneladas de carne (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS, 2012) e, de acordo com o ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – MAPA (2012), o país representa 10% do volume de carne suína exportado no mundo, obtendo lucro aproximado de US\$ 1 bilhão por ano.

A suinocultura brasileira possui um imenso potencial de desenvolvimento, observado que o Brasil apresenta condições propícias para sua cultura, no entanto, encontra dificuldades como barreiras sanitárias, ambientais, rastreabilidade total, segurança alimentar, bem-estar animal e políticas internacionais de comércio (DALLA COSTA et al., 2005). Soma-se o fato da produção suinícola ser descentralizada, com polos produtivos independentes, o que dificulta a adoção de boas práticas entre os diversos membros da cadeia produtiva.

Antes do processo de abate, os animais devem ser transportados dos locais de criação para o matadouro ou frigorífico, onde são colocados em currais de espera. O transporte deve ser realizado de tal forma que os animais não cheguem

esgotados. O cansaço exagerado do animal faz com que ele consuma o glicogênio que tem acumulado nos músculos, levando à formação de ácido láctico quando abatido. O mesmo acontece caso o animal seja sacrificado com fome e sem ter descansado o suficiente. (SEBRAE ES, 2006)

4.2 ESTRATÉGIA

Gil (2015), diz que estratégia é a “arte de alcançar resultados”. Um conjunto de áreas de conhecimento que, quando aplicadas corretamente, gera a possibilidade de se obter os resultados esperados.

Ou seja, para se ter uma boa estratégia é necessário cumprir algumas etapas específicas, e acompanhar cada uma delas de forma correta, para que não deixe nada sair errado. A estratégia estará sempre ligada ao resultado e em sua forma eficaz de alcançá-lo. (GIL,2015)

Segundo Favaro (2016) as etapas que formam uma estratégia dependem de cada situação, e de diversas variáveis envolvidas a cada momento, por esse motivo a estratégia deve ser desenvolvida a partir de uma boa análise que englobe todo o conjunto de variáveis e circunstâncias.

A estratégia é diferente de visão, missão, objetivos, planos e prioridades. É o resultado de escolhas de nível executivo, sobre onde e como jogar, para maximizar o valor a longo prazo. (FAVARO, 2016)

“Onde jogar” especifica o mercado-alvo em termos de clientes e as necessidades a serem atendidas. A melhor maneira de definir um mercado-alvo é altamente situacional. Deve ser levantado onde os clientes estão, em termos demográficos específicos e outras características inatas, quando compra, o que compram, para quem eles compram, quem eles são, etc. (FAVARO, 2016)

“Como jogar” define a ação estratégica específica, com objetivos definidos, metas traçadas, alinhamento da organização, prazos estabelecidos, tudo detalhado para o acompanhamento e gerenciamento das ações em curso. (FAVARO, 2016)

4.3 BENCHMARKING

É uma ferramenta de gestão amplamente utilizada, que tem sido reconhecida como adequada para identificar e valorizar as capacidades comparadas, Vorhies (2005). Possibilita identificar entre outros fatores, quem tem um produto ou processo melhor, depois é necessário entender a razão do melhor desempenho, para que a base de comparação seja formada. A partir disso, é feita uma adaptação do que a empresa-referência precisa fazer para promover a melhora do seu desempenho.

Para Arbix (2016), colunista do site para empreendedores Endeavor, benchmarking é uma das mais relevantes estratégias para aumentar sua eficiência, pode ser traduzida livremente para “ponto de referência”. Exige um minucioso processo de pesquisa que permite aos gestores comparar serviços, produtos, práticas empresariais ou metodologia usada pelos rivais, se baseando em algumas características para alcançarem um nível de superioridade operacional ou gerencial.

Vale ressaltar que o benchmarking não se trata puramente de uma cópia, pois mais importante é compreender os fatores críticos na estratégia desenvolvida, fatores que são determinantes para que o processo, produto ou serviço tenha níveis elevados de eficiência. Nenhuma estratégia vitoriosa pode ser simplesmente copiada e reproduzida na totalidade de modo a se obter os mesmos resultados do original. (ARBIX, 2016)

4.4 ENERGIAS RENOVÁVEIS

Energia renovável é aquela que vem de recursos naturais que são naturalmente reabastecidos, podem ser derivadas de diversas origens, sol (energia solar), marés (energia das marés), vento (eólica), biomassa (biocombustíveis), rios (hidrelétrica), e nascentes de água quente (energia geotérmica). (SELIN, 2015)

Segundo Goldemberg (2003), no início deste século cerca de 80% da energia produzida no mundo era de fontes não renováveis, ou seja, proveniente da

queima de combustíveis fósseis, carvão e gás natural. A queima destes combustíveis tem consequências ambientais negativas, por exemplo, a emissão de poluentes atmosféricos como Dióxido de Enxofre (SO₂), materiais particulados, óxidos de azoto e produtos químicos tóxicos (metais pesados: mercúrio, cromo e arsênico). Algumas consequências da queima destes são: chuva ácida, produção de fumaça em centros urbanos, doenças respiratórias, cardiovasculares, asma, entre outras consequências à saúde humana. O aumento de CO₂ na atmosfera também contribui para o aumento do efeito estufa.

A tendência da renovação da matriz energética para energias limpas é evidente em todo o planeta. Segundo Selin (2015), na década de 1990 o crescimento de energia eólica chegou a 20%, e a energia fotovoltaica era de 30%. Em 2007, mais de 60 países adotaram medidas e metas para aumentarem a proporção de energia vinda de fonte renováveis. A União Europeia (UE), que em 2005 produziu 6,38% de sua energia por meio de tecnologia de geração limpa, adotou metas para que até 2020 esse número suba para 20%.

4.4.1 CÉLULA FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico acontece quando a luz solar, através de seus fótons, é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica. (GREEN, 2007).

As células fotovoltaicas podem ser dispostas de diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares. Além dos painéis fotovoltaicos, também se utilizam filmes flexíveis, com as mesmas características, ou até mesmo a incorporação das células em outros materiais, como o vidro. As diferentes formas com que são montadas as células se prestam à adequação do uso, por um lado maximizando a eficiência e por outro se adequando às possibilidades ou necessidades arquitetônicas. (DE SOTO; KLEIN; BECKMAN, 2006)

4.4.2 ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Existem inúmeras aplicações de sistemas fotovoltaicos. Em algumas delas, necessitasse que a tensão e a corrente continuam fornecidas nos terminais dos dispositivos fotovoltaicos alimente diretamente as cargas solicitadas. (VILLALVA; FILHO, 2009)

Em outras aplicações, na maioria das vezes, é requisitado um sistema fotovoltaico mais sofisticado, que possua conversores eletrônicos, utilizados para processar a potência fornecida pelos painéis, seja para usos que necessitem de tensão contínua regulada ou tensão alternada. Ainda segundo Villava e Filho (2009) esses conversores permitem que o excedente da produção seja injetado na rede elétrica ou armazenada, caso haja dispositivos de armazenamento.

Dessa forma os sistemas fotovoltaicos podem funcionar de forma isolada (off grid) ou conectado à rede (grid tie). Se operar de forma isolada, o sistema fotovoltaico consistirá apenas de um modulo fotovoltaico como fonte única de energia alimentando diretamente uma carga, como é apresentado na Figura 5. (VILLALVA; FILHO, 2009)

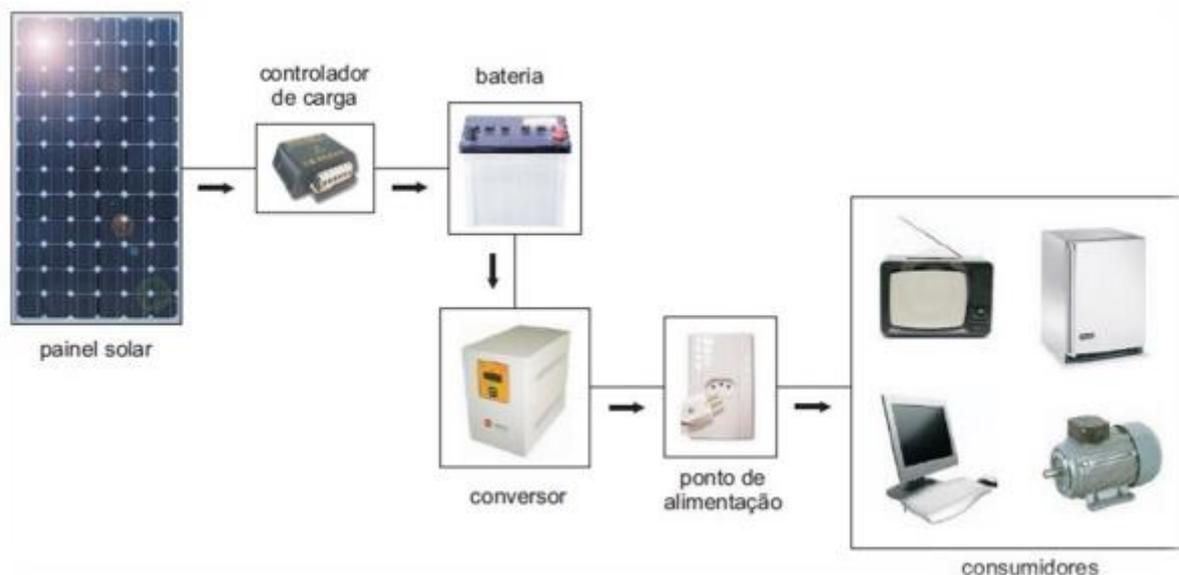


Figura 5 - Sistema fotovoltaico operando de forma isolada
Fonte: Villalva e Filho (2009)

Outra configuração disponível é operando de forma ligada a rede elétrica, dessa forma o sistema fotovoltaico atua como fonte complementar de energia para as cargas, enquanto são alimentadas pela rede. A potência gerada no sistema fotovoltaico é destinada a rede elétrica, como mostra a figura 6. (VILLALVA; FILHO, 2009)

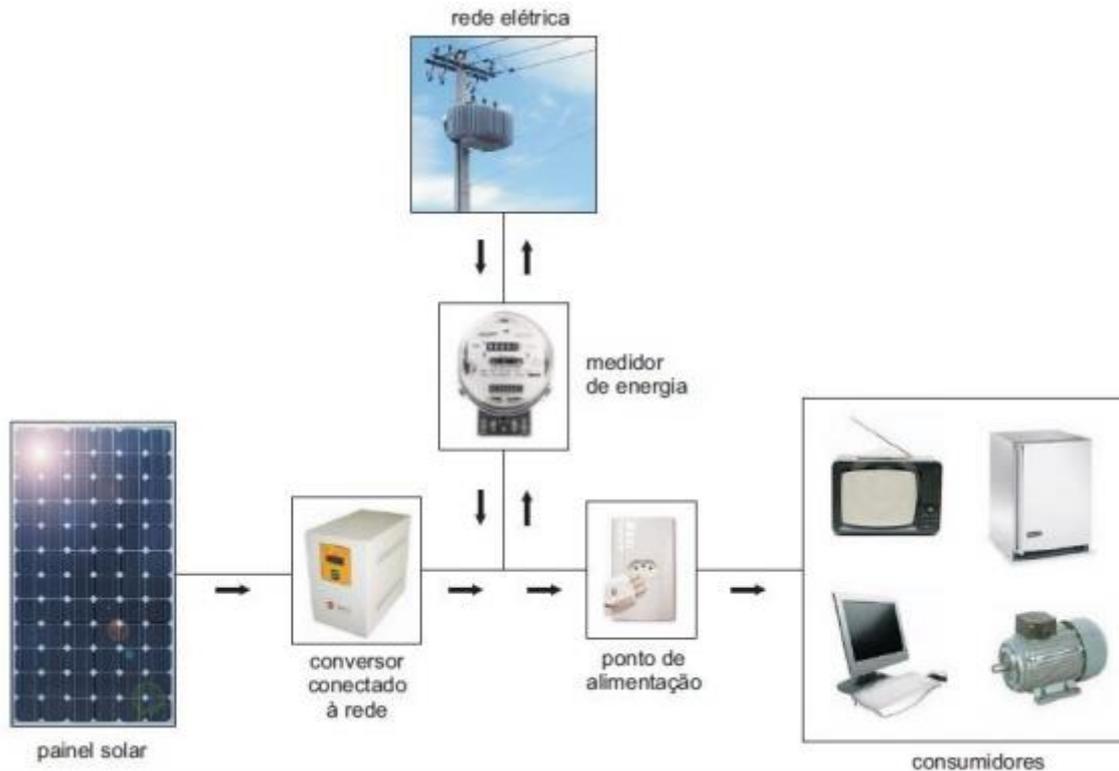


Figura 2 - Sistema fotovoltaico operando conectado à rede elétrica
Fonte: Villalva e Filho (2009)

4.4.3 APRIMORAMENTOS NA RESOLUÇÃO NORMATIVA 482/2012

A ANEEL (2015) aprovou em 24 de novembro de 2015 aprimoramentos na resolução normativa que regulamenta a questão de micro e mini geração no país, permitindo que consumidores utilizem de pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos e microturbinas eólicas, entre outros) em sua unidade consumidora e forneça para a o sistema de distribuição local o excedente da produção.

De acordo com as novas regras, que são válidas a partir de 1º de março

de 2016, será permitido o uso de qualquer fonte renovável, além de cogeração qualificada, denominando-se micro geração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e mini geração distribuída com potência acima de 75 kW e menor igual a 5 MW (sendo 3MW para a fonte hídrica). (ANEEL, 2015)

Caso a quantidade de energia gerada seja superior a energia consumida no período, o consumidor gera créditos, os quais podem ser utilizados nos meses seguintes, ou em outras unidades consumidoras, desde que estejam sob mesma titularidade, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passou a ser de 60 meses. (ANEEL, 2015)

Outra possibilidade é a instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nesta configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os consumidores, em porcentagens definidas pelos próprios condôminos. Existe a possibilidade também de “geração compartilhada”, os interessados criam um consórcio ou uma cooperativa, instalam a micro ou minigeração distribuída e utilizam a energia gerada para reduzir suas faturas. (ANEEL, 2015)

A ANEEL acompanhará de perto a implantação das novas regras, e prevê que até 2024 serão cerca de 1,2 milhão de unidades consumidoras gerando sua própria energia, chegando a um total de 4,5 gigawatts (GW) de potência instalada. Desde a publicação da Resolução em 2012 até outubro de 2015 foram instaladas 1.285 centrais geradoras, sendo 1.233 delas utilizando-se de fonte solar fotovoltaica. (ANEEL, 2015).

4.4.4 MODALIDADES TARIFÁRIAS

As tarifas de eletricidade em vigor para unidades de grandes consumidores possuem estruturas com dois componentes básicos na definição de seu preço:

Demanda de potência (quilowatt – “kW”);

Consumo de energia (quilowatt-hora – “kWh”).

Potência: Quantidade de energia solicitada na unidade de tempo;

Demanda: Média das potências solicitadas pelo consumidor, durante qualquer intervalo de 15 (quinze) minutos; registrada por medidores de demanda;

Consumo: Quantidade de energia elétrica usada durante um período. CARDIM(2001).

A figura 07 expõem o comportamento médio do mercado de eletricidade ao longo do dia.

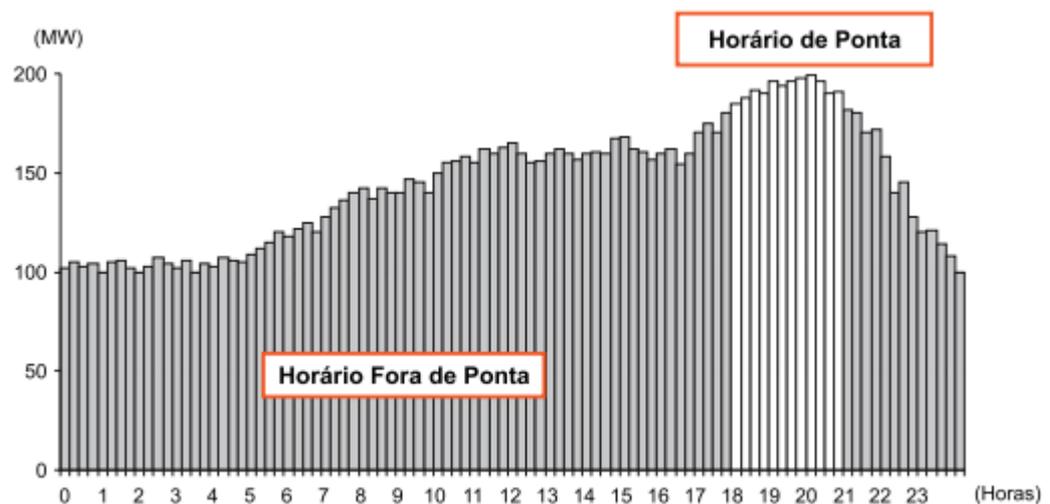


Figura 03 – Curva típica de fornecimento de potência de uma concessionária

Fonte: Eficiência energética: fundamento e aplicações (2012)

Podemos observar que no horário compreendido entre 18 e 21 horas, ocorre uma intensificação do uso da eletricidade, resultado das influências individuais das várias classes de consumo que compõem o mercado, notadamente o industrial, residencial e iluminação pública.

Neste intervalo de maior utilização de energia elétrica é denominado “horário ponta”, por ser o período em que o sistema elétrico suporta maior volume de carga, atingindo seu valor máximo aproximadamente às 19h, com pequena variação de região para região.

Cada concessionária tem autonomia para definir o intervalo de 3 (três) horas consecutivas entre 17 e às 22h, de segunda a sexta-feira (exceto feriados), que serão denominados como “horário de ponta”.

As horas complementares serão definidas como “horário fora de ponta”.

Sábados, domingos e feriados durante todo as 24h é denominado também da mesma forma. CARDIM (2001).

4.4.5 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES

Segundo a Resolução ANEEL N° 456 e o PROCEL (2001), os consumidores são classificados de acordo com o nível de tensão em que são atendidos, e podem ser classificados em dois grupos principais:

- **GRUPO A:** Formado por unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3 kV a partir de sistema subterrâneo de distribuição. O grupo é caracterizado pela estruturação tarifária binômia, isto é, são cobrados tanto pela demanda quanto pela energia que consomem. Estes podem se enquadrar em uma das duas alternativas tarifárias, Tarifação Convencional e Tarifação Horó-Sazonal.

| CONSUMIDORES GRUPO A | |
|----------------------|------------------------|
| Subgrupo | Tensão do fornecimento |
| A1 | >= 230 kV |
| A2 | de 88 kV a 138 kV |
| A3 | de 69 kV |
| A3a | de 30 kV a 44 kV |
| A4 | de 2,3 kV a 25 kV |
| AS | Subterrâneo < 2,3kV |

Quadro 1 – Divisão de consumidores dos grupos A

FONTE: MANUAL DE TARIFAÇÃO PROCEL 2011

Para Dória e Andrade (1998), a implementação do sistema horó-sazonal com preços diferenciados de demanda e consumo influenciou decisivamente no comportamento das cargas dos médios e grandes consumidores, visto que tal sistema tarifário beneficia estes consumidores.

4.4.6 ESTRUTURA TARIFÁRIA HORO-SAZONAL VERDE

Segundo Guedes (2011) para ser enquadrada na estrutura tarifária verde, a unidade consumidora deve pertencer ao grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS.

Nessa modalidade tarifária exige-se um contrato específico com a concessionária, no qual se estipula a demanda pretendida pela unidade consumidora ('Demanda Contratada'), independentemente da hora do dia (ponta ou fora ponta).

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora), demanda e ultrapassagem.

A parcela de consumo é calculada por meio da expressão abaixo:

$P_{\text{consumo}} = \text{Tarifa de consumo ponta} \times \text{Consumo medido na ponta} + \text{Tarifa de consumo fora de ponta} \times \text{Consumo medido fora de ponta}.$

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela Demanda Medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse 5% a demanda contratada.

$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de demanda} \times \text{Demanda Contratada}$

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 5% a demanda contratada. É calculada multiplicando-se a Tarifa ultrapassagem pelo valor de demanda medida que supera a demanda contratada.

$P_{\text{ultrapassagem}} = \text{Tarifa de ultrapassagem} \times (\text{Demanda medida} - \text{Demanda contratada})$

4.5 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRA

Neste tópico serão abordados diferentes indicadores utilizados para auxiliar na tomada de decisão no tocante a viabilidade financeira do investimento à ser analisado.

4.5.1 PAYBACK

Segundo Brito (2006), o payback consiste no tempo necessário para ocorrer o retorno do investimento, considera-se o fluxo de caixa do empreendimento. O payback pode ser histórico (simples) ou descontado, que leva em consideração o custo de oportunidade do capital, calculado frequentemente em relação as taxas de juros pagas pelo mercado.

O payback indica o instante no qual o projeto já gerou a mesma quantidade de caixa que foram utilizados no início do projeto. É o período (mês ou ano) no qual o fluxo de caixa livre acumulado passou de negativo para positivo. Existe cálculos que são realizados descontando ou não o custo do capital. Geralmente, opta-se por não descontar, já que o cálculo é mais simples e a variação é pouca em projetos menores. (BORGES, 2013).

4.5.2 VPL – VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O cálculo do valor presente líquido procura avaliar o fluxo de caixa de um projeto específico, em valor imediato. Esse fluxo é calculado em valor presente a partir da correção dos pagamentos (saída de capital) e retorno (entrada de capital) através de uma taxa de desconto específica, ou taxa de atratividade. (BROM, 2007).



Figura 04: Representação do fluxo de caixa para obtenção do VPL

Fonte: Borges (2013)

Segundo Borges (2013), esse indicador aponta quanto o fluxo de caixa livre acumulado da sua projeção total representaria hoje. Para chegar a esse montante, deve-se descontar o custo do capital (também conhecido como taxa de desconto ou WACC). Esse valor deve ser comparado com o capital investido para se ter conhecimento se o projeto gerou mais capital do que foi investido, assim como é representado na figura 08.

4.5.3 TIR – TAXA INTERNA DE RETORNO

A taxa interna de retorno representa a taxa média periódica de retorno de um projeto, suficiente para suprir de forma exata e integral o investimento realizado. A TIR é independente de qualquer informação externa ao próprio fluxo de caixa do projeto. Logo, a TIR se equivale as saídas e as entradas de um projeto de investimento, resultando consequentemente, um VPL igual a zero. (BROM, 2007).

Conforme afirma Borges (2013), a TIR indica a taxa de retorno do investimento utilizando o fluxo de caixa livre acumulado do VPL. O que as diferem é que enquanto o VPL disponibiliza um indicador absoluto e em valores, a TIR oferece uma visão de retorno percentual, que pode ser mais simples de ser comparada a outros investimentos.

5.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta informações sobre o local de estudo, além de caracterizar a pesquisa, demonstrando quais foram os procedimentos utilizados no estudo.

5.1 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado em uma indústria frigorífica de suínos de médio porte, localizada no município de Itaipulândia, região Oeste do Estado do Paraná.

A Friella abate diariamente uma média de 2.200 suínos/dia e industrializa mais de 60 toneladas/dia de derivados de carne. Conta com um quadro de 1.300 colaboradores e mais de 35 anos de experiência no mercado de alimentos com carne in natura de qualidade.

Além da unidade de abate em Itaipulândia, também conta com mais unidades de processamento. Em 2006 inaugurou em Medianeira sua unidade de fabricação de ração, garantindo matéria-prima de qualidade para o fomento de suas unidades de produção de leitões (UPL), localizadas em Marechal Cândido Rondon e região, garantindo animais de qualidade para o abate.

Ao longo da cadeia produtiva, iniciada na produção de grãos para a fábrica de ração, passando pela criação dos suínos, o abate humanitário nos frigoríficos, até chegar aos centros de venda, a preocupação constante é com a sustentabilidade, tanto econômica quanto ambiental de todo o processo.

À Unidade Consumidora (UC) é do tipo trifásica e contrata a tarifa horosazonal verde. O consumo médio da UC no posto tarifário fora ponta é de 735,00 MWh por mês. No horário de ponta recentemente vem fazendo uso de geradores, por esse motivo, para simulação foram usados valores médios aproximados para representar o consumo na ponta no restante do ano, mas ainda parte de seu consumo é oriundo da rede da Copel, algo em torno 2.600 MWh/mês, como podemos observar na figura abaixo e no Anexo A.

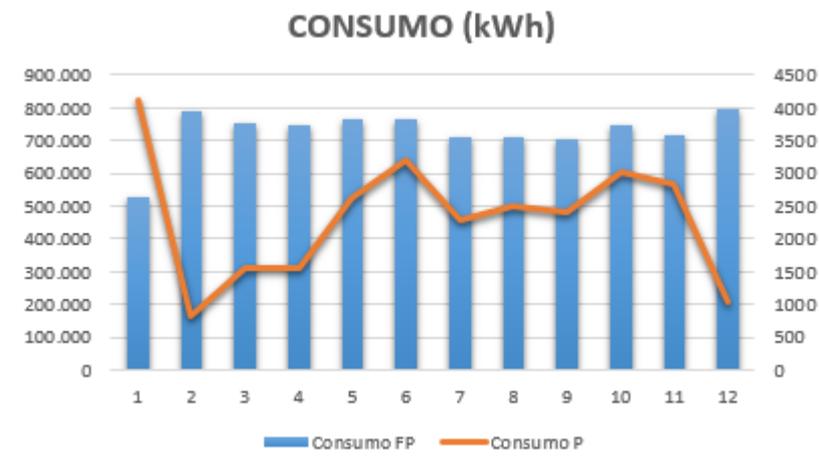


Gráfico 01 – Dados sobre o consumo de energia na UC

Fonte: COPEL

A demanda contratada fora ponta é de 1.850 kW. Devido a um ótimo planejamento a UC sempre manteve a demanda dentro do limite, evitando assim pagar a demanda de ultrapassagem (quando a demanda ultrapassa 5% da demanda contratada).

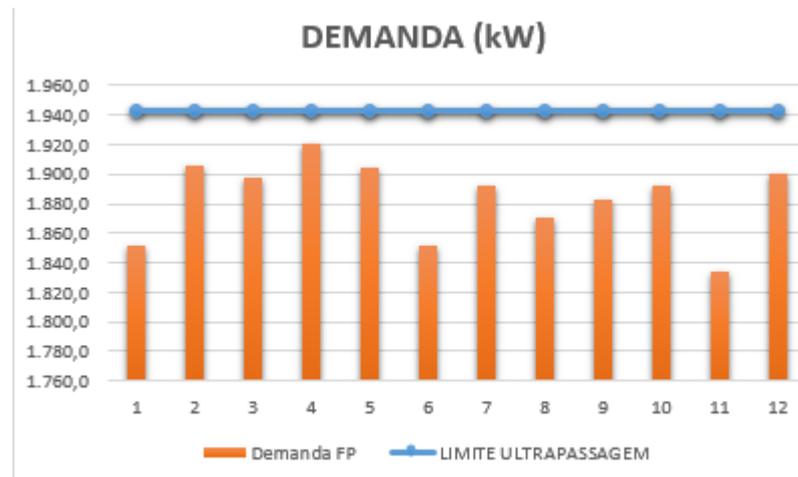


Gráfico 2 – Dados sobre a demanda de energia na UC

Fonte: COPEL

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Tendo em vista os objetivos estabelecidos, bem como a empresa escolhida, selecionou-se os instrumentos e procedimentos metodológicos descritos neste item.

Realizou-se uma pesquisa aplicada na organização em questão, de acordo com Barros e Lehfeld (2000) a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, objetivando contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade. Appolinário (2004, p. 152) destaca que pesquisas aplicadas tem o objetivo de “resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas. ”

Realizou-se pesquisa quantitativa, segundo Fonseca (2002) diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser mensurados. Como as amostras comumente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.

Quanto o delineamento da pesquisa, determinou-se como estudo de caso, este contribui para compreendermos melhor os fenômenos individuais e processos organizacionais. É uma ferramenta utilizada para entendermos a forma e os motivos que levam a determinada decisão. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados. Muito útil quando o fenômeno a ser estudado é complexo e amplo e não pode ser estudado fora do contexto onde ocorre naturalmente.

Em relação aos objetivos, rotula-se como exploratória. O objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ou informação não conhecida ou pouco explorada. Por ser um tipo de pesquisa muito específica, quase sempre assume a forma de um estudo de caso e depende também de uma pesquisa

bibliográfica, pois mesmo que existam poucas referências sobre o assunto pesquisado, nenhuma pesquisa começa totalmente do zero. Haverá sempre alguma obra ou entrevista que tiveram experiências práticas com problemas semelhantes ou análise de exemplos análogos que podem estimular a compreensão (GIL, 2009).

Quanto aos procedimentos metodológicos, foram adotados tanto a pesquisa documental quanto o levantamento nas diferentes fases desta pesquisa. Segundo Gil (2009) as pesquisas documentais e bibliográficas são parecidas, a diferença consiste que na bibliográfica faz-se uso de diversos autores, enquanto na pesquisa documental é utilizado materiais que ainda não possuem um tratamento analítico. O levantamento, consiste na obtenção de informações e dados por meio de questionamentos às pessoas, a fim de coletar dados para melhor elucidar o problema (GIL, 2009).

5.3 METODOLOGIA DE CÁLCULOS

Primeiramente foram levantados os dados de consumo e demanda da UC dos últimos doze meses.

Posteriormente, com as coordenadas geográficas da cidade mais próxima onde será instalada a usina, utilizamos o programa SunData do site CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito) para calcular a irradiação solar diária média mensal recebida, e assim poder estimar a quantidade de painéis necessários para suprir a demanda do projeto.

Com os dados da UC, sua demanda, consumo, localização e área disponível para os painéis, podemos estimar a geração de energia que o sistema seria capaz de produzir em cada mês do ano, possibilitando assim calcular os diversos indicadores de viabilidade do projeto.

Os indicadores foram calculados todos através de uma planilha no excel, todos os indicadores de viabilidade econômica estão sendo calculados descontando uma taxa mínima de atratividade de 10,95% a.a. (taxa anual referente ao custo do financiamento em situação ótima), e considerando reajuste anual das tarifas de energia elétrica à 9,73% a.a.

Para estimar o reajuste anual da tarifa de energia elétrica utilizou-se como

base os reajustes efetuados nos últimos 5 anos pela distribuidora COPEL.

Tendo como referência a tarifa de 23/06/2010 até o presente ano deste trabalho, 2016, tivemos como base para os reajustes as resoluções abaixo demonstradas, e por conseguinte um reajuste médio de 9.73% a.a.

| Portaria / Resolução | Vigência | Varição Percentual |
|-------------------------------------|------------|--------------------------------------|
| Resolução 2096/2016 | 24/06/2016 | - Reajuste médio aplicado de -12,87% |
| Resolução 1897/2015 | 24/06/2015 | - Reajuste médio aplicado de 15,32% |
| Resolução 1858/2015 | 02/03/2015 | - Reajuste médio aplicado de 36,79% |
| Resolução 1763/2014 | 24/06/2014 | - Reajuste médio aplicado de 24,86% |
| Resolução 1565/2013 | 24/06/2013 | - Reajuste médio aplicado de 9,55% |
| Resolução 1431/2013 | 24/01/2013 | - Reajuste médio aplicado de -19,28% |
| Resolução 1296/2012 | 24/06/2012 | - Reajuste médio aplicado de -0,65% |
| Resolução 1158/2011 | 24/06/2011 | - Reajuste médio aplicado de 2,99% |
| Resolução 1015/2010 | 24/06/2010 | - Reajuste médio aplicado de 2,46% |

Quadro 2 – Reajustes tarifários dos últimos 5 anos

FONTE: COPEL

6.0 RESULTADOS

Nesta seção serão demonstrados os resultados obtidos através do estudo proposto, além de indicadores e uma comparação com projeto de outra indústria frigorífica.

6.1 SITUAÇÃO ATUAL

Tarifa vigente para clientes do subgrupo A3a (30 a 44 kV) enquadrados na Modalidade Tarifária Verde.

| Horossazonal VERDE A3a (30 a 44 kV) | Resolução ANEEL N° 2.096, de 21 de junho de 2016 | |
|--|---|------------------------------------|
| Tarifas | Resolução ANEEL | com Impostos: ICMS e PIS/COFINS |
| Demanda (R\$/kW) | 10,56 | 16,17 |
| Demanda Ultrapassagem (R\$/kW) | 21,12 | 32,34 |
| Consumo (R\$/kWh) | | |
| Ponta | 1,03712 | 1,58823 |
| Fora de Ponta | 0,27930 | 0,42771 |
| Vigência em 24/06/2016 | | |

Quadro 3 – Tarifário Copel horossazonal verde

Fonte: Site Copel

A indústria teve um custo com energia elétrica nos últimos 12 meses demonstrada no quadro abaixo. Nota-se que a demanda atingida em cada mês não ultrapassa em 5% a demanda contratada de 1850 kW, por esse motivo em nenhum mês foi cobrado valores extras referentes a ultrapassagem de demanda.

| Cons FP (kWh) | Dem FP (kW) | Cons P (kWh) | Consumo FP | Consumo P | Demanda FP | TARIFA SEM FV |
|---------------|-------------|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
| 527932,00 | 1.852,0 | 4119 | R\$ 227.010,76 | R\$ 6.549,21 | R\$ 29.946,84 | R\$ 263.506,81 |
| 789152,00 | 1.906,0 | 823 | R\$ 339.335,36 | R\$ 1.308,57 | R\$ 30.820,02 | R\$ 371.463,95 |
| 755945,00 | 1.898,0 | 1554 | R\$ 325.056,35 | R\$ 2.470,86 | R\$ 30.690,66 | R\$ 358.217,87 |
| 749359,00 | 1.921,0 | 1554 | R\$ 322.224,37 | R\$ 2.470,86 | R\$ 31.062,57 | R\$ 355.757,80 |
| 763821,00 | 1.904,0 | 2631 | R\$ 328.443,03 | R\$ 4.183,29 | R\$ 30.787,68 | R\$ 363.414,00 |
| 763821,00 | 1.852,0 | 3202 | R\$ 328.443,03 | R\$ 5.091,18 | R\$ 29.946,84 | R\$ 363.481,05 |
| 710196,00 | 1.892,0 | 2300 | R\$ 305.384,28 | R\$ 3.657,00 | R\$ 30.593,64 | R\$ 339.634,92 |
| 710196,00 | 1.871,0 | 2503 | R\$ 305.384,28 | R\$ 3.979,77 | R\$ 30.254,07 | R\$ 339.618,12 |
| 705466,00 | 1.883,0 | 2423 | R\$ 303.350,38 | R\$ 3.852,57 | R\$ 30.448,11 | R\$ 337.651,06 |
| 746498,00 | 1.892,0 | 3024 | R\$ 320.994,14 | R\$ 4.808,16 | R\$ 30.593,64 | R\$ 356.395,94 |
| 713700,00 | 1.834,0 | 2834 | R\$ 306.891,00 | R\$ 4.506,06 | R\$ 29.655,78 | R\$ 341.052,84 |
| 798028,00 | 1.900,0 | 1032 | R\$ 343.152,04 | R\$ 1.640,88 | R\$ 30.723,00 | R\$ 375.515,92 |

Figura 5 – Planilha de cálculo de tarifa horossazonal verde

Fonte: Autoria própria

6.2 CARACTERÍSTICAS DE IRRADIAÇÃO SOLAR DO LOCAL DA INSTALAÇÃO

O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) disponibiliza dados de radiação solar para qualquer região do Brasil. Estes dados são utilizados para o dimensionamento, tendo em vista que o sistema fotovoltaico deve garantir o fornecimento de energia durante todos os meses do ano. Desta forma, para uma estimativa conservadora, consideram-se os maiores mínimos mensais de radiação durante o ano conforme a tabela a seguir.

Os dados apresentados abaixo são referentes a uma inclinação ao plano horizontal de 21°, e faceados em direção ao Norte.

| Itaipulândia - Paraná - Brasil | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Latitude 25 ° 32' 52'' Sul – Longitude 54° 35' 17'' Oeste | | | | | | | | | | | | | |
| Meses | IrradiaçãoSolar Média Mensal (KWh/m2 x dia) | | | | | | | | | | | | |
| | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | out | nov | dez | Média |
| Radiação | 5,86 | 5,64 | 5,35 | 4,58 | 4,13 | 3,70 | 4,17 | 4,64 | 4,87 | 5,27 | 5,88 | 5,89 | 5,00 |

Quadro 4 – Incidência de irradiação solar em Itaipulândia

Fonte: Centro de pesquisas de energia elétrica (CEPEL)

6.3 DIMENSIONAMENTO DO ARRANJO FOTOVOLTAICO

Através dos dados mencionados acima, constata-se que o projeto do sistema fotovoltaico industrial deverá suprir o consumo de energia elétrica de 700 MWh/mês, ou 23,3 MWh/dia. As placas do sistema estarão sujeitas a uma irradiação solar diária de 5 kWh/m².dia, a qual é considerada 10% menor na prática devido às perdas referentes à planta do sistema, resultando em 4,5kWh/m².dia. Portanto, estima-se que o sistema tenha 4,7 MW de potência instalada.

Os painéis fotovoltaicos considerados para a implantação do sistema, tem uma potência de 315Wp cada, sendo assim, são necessários 14815 destes para produzir energia suficiente que supra totalmente a demanda.

O conjunto de inversores utilizado terá a potência de 4,7 MW, de acordo com especificação abaixo.

| Marca | Modelo |
|---------------------------------|-------------------|
| Marca: ABB | RECon 2.30H1-1002 |
| Dados de Entrada (CC) | |
| Potência Máx. | 1212 KW |
| Tensão Máx. | 1000 V |
| Faixa de Tensão MPP | 512V – 885V |
| Corrente Máx. | 1950 V |
| Dados de Saída (AC) | |
| Potência Máx. | 980 KW |
| Faixa de Tensão Nominal | 330V |
| Máx. Corrente | 1770 |
| Dados Gerais | |
| Eficiência Máx./Eficiência Euro | 98%/97,5% |
| Consumo de Energia Noturno | 3 W |
| Dimensões (L x A x P) | 641x329x220 mm |
| Peso | 2250 kg |
| Temperatura Ambiente | -25 °C a 60 °C |
| Grau de Proteção (IP) | IP 65 |
| Procedência | Brasil |

Quadro 5 – Especificações do inversor RECon 2.30H1-1002

Fonte: Fabricante ABB

Com a utilização do conjunto de inversores apresentado, a potência resultante é limite da saída AC do mesmo. Serão utilizados cinco inversores com a potência total do sistema e podendo assim atingir em um único dia 23,3 MW/dia (capacidade máxima dos inversores X horas de insolação). Com esta configuração, o número de painéis fotovoltaicos não sofre alteração, permanecendo em 14815

unidades de 315Wp cada, ocupando uma área de 23830 m², com peso estimado de 281485 kg, sendo a especificação técnica dos painéis apresentada a seguir.

| Marca | Modelo |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Canadian | CNP72-315W |
| Características Elétricas | |
| Tensão de Circuito Aberto | 45.1 |
| Tensão de Operação Ótima: | 36,5 V |
| Corrente de Curto Circuito | 8,61 A |
| Corrente de Operação Ótima | 8,11 A |
| Eficiência do Módulo: | 15,46% |
| Máxima Potência em STC | 300 Wp |
| Faixa de Temperatura de Operação | -40°C a 85°C |
| Temperatura de Operação Nominal | 45°C ± 2°C |
| Dados Gerais | |
| Célula Solar | Células de Silício Policristalino |
| Dimensões (L x A x P) | 1956 x 992 x 40 mm |
| Vidro | Temperado (3.2 mm de espessura) |
| Peso (kg) | 19 |
| Comprimento dos Cabos | 0,9 m |
| Tipo do Conector | MC4 |
| Procedência | China |

Quadro 6 – Especificações da placa fotovoltaica CNP72-315W

Fonte: Fabricante Canadian

6.4 ANÁLISE ECONÔMICA

Com a utilização do sistema de geração fotovoltaico tem-se uma redução significativa do uso da rede cativa da distribuidora. Fazendo uma projeção de como seria os meses passados com a utilização do sistema, chega-se a tabela a seguir.

| Mês | Geração (kWh) | Consumo FP (kWh) | Uso da rede (kWh) | Demanda FP (kW) | Consumo P (kWh) | |
|-----|----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| JAN | 734.438,00 | 527.932 | -206506 | 1852 | 4119 | |
| FEV | 639.500,00 | 789.152 | -56854 | 1906 | 823 | |
| MAR | 669.818,00 | 755.945 | 29273 | 1898 | 1554 | |
| ABR | 562.647,00 | 749.359 | 186712 | 1921 | 1554 | |
| MAI | 531.384,00 | 763.821 | 232437 | 1904 | 2631 | |
| JUN | 463.799,00 | 763.821 | 300022 | 1852 | 3202 | |
| JUL | 538.573,00 | 710.196 | 171623 | 1892 | 2300 | |
| AGO | 594.239,00 | 710.196 | 115957 | 1871 | 2503 | |
| SET | 603.771,00 | 705.466 | 101695 | 1883 | 2423 | |
| OUT | 669.259,00 | 746.498 | 77239 | 1892 | 3024 | |
| NOV | 718.016,00 | 713.700 | -4316 | 1834 | 2834 | |
| DEZ | 740.228,00 | 798.028 | 53484 | 1900 | 1032 | |
| Mês | R\$ consumo FP | R\$ Consumo P | R\$ Demanda | TARIFA COM FV | TARIFA SEM FV | ECONOMIA |
| JAN | -R\$ 88.797,58 | R\$ 6.549,21 | R\$ 29.946,84 | R\$ 36.496,05 | R\$ 263.506,81 | R\$ 227.010,76 |
| FEV | -R\$ 24.447,22 | R\$ 1.308,57 | R\$ 30.820,02 | R\$ 32.128,59 | R\$ 371.463,95 | R\$ 339.335,36 |
| MAR | R\$ 12.587,39 | R\$ 2.470,86 | R\$ 30.690,66 | R\$ 45.748,91 | R\$ 358.217,87 | R\$ 312.468,96 |
| ABR | R\$ 80.286,16 | R\$ 2.470,86 | R\$ 31.062,57 | R\$ 113.819,59 | R\$ 355.757,80 | R\$ 241.938,21 |
| MAI | R\$ 99.947,91 | R\$ 4.183,29 | R\$ 30.787,68 | R\$ 134.918,88 | R\$ 363.414,00 | R\$ 228.495,12 |
| JUN | R\$ 129.009,46 | R\$ 5.091,18 | R\$ 29.946,84 | R\$ 164.047,48 | R\$ 363.481,05 | R\$ 199.433,57 |
| JUL | R\$ 73.797,89 | R\$ 3.657,00 | R\$ 30.593,64 | R\$ 108.048,53 | R\$ 339.634,92 | R\$ 231.586,39 |
| AGO | R\$ 49.861,51 | R\$ 3.979,77 | R\$ 30.254,07 | R\$ 84.095,35 | R\$ 339.618,12 | R\$ 255.522,77 |
| SET | R\$ 43.728,85 | R\$ 3.852,57 | R\$ 30.448,11 | R\$ 78.029,53 | R\$ 337.651,06 | R\$ 259.621,53 |
| OUT | R\$ 33.212,77 | R\$ 4.808,16 | R\$ 30.593,64 | R\$ 68.614,57 | R\$ 356.395,94 | R\$ 287.781,37 |
| NOV | -R\$ 1.855,88 | R\$ 4.506,06 | R\$ 29.655,78 | R\$ 34.161,84 | R\$ 341.052,84 | R\$ 306.891,00 |
| DEZ | R\$ 22.998,12 | R\$ 1.640,88 | R\$ 30.723,00 | R\$ 55.362,00 | R\$ 375.515,92 | R\$ 320.153,92 |

Figura 6 – Planilha de cálculo de economia mensal utilizando FV

Fonte: Autoria própria

Quando no valor de consumo fora ponta for um valor negativo, este significa que será gerado crédito para os meses seguintes, e este não será contabilizado na soma para compor o valor da tarifa do mês em questão.

Dessa forma podemos observar que nos meses de verão serão gerados mais kWh do que o consumido, coincidindo com o período de férias coletiva, fazendo com que no mês de janeiro gera-se um crédito de praticamente 1/3 da produção mensal de energia.

No gráfico a seguir podemos observar os meses em que se geraria créditos, sendo eles janeiro, fevereiro e novembro.

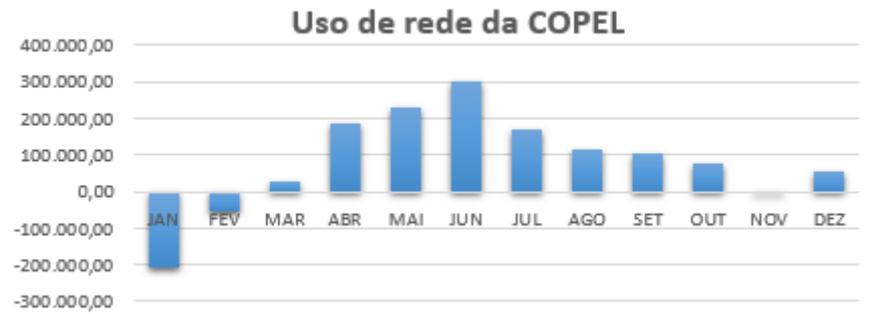


Gráfico 3 – Utilização de energia elétrica oriunda da Copel

Fonte: Autoria própria

6.5 ORÇAMENTO

Nesta etapa serão apresentados os orçamentos por categoria e no final o orçamento global do projeto.

6.5.1 Orçamento Equipamentos

| Id. | Item | Descrição | Qtde. | Preço Unitário | Preço Total |
|-----|---------------------|---|--------|------------------|-------------------|
| 1 | Painel Fotovoltaico | Painel Fotovoltaico Canadian modelo CNP72-315W com capacidade de geração 300 Wp com Células de Silício Policristalino, tensão/corrente (45.1/8,61 A), vidro temperado | 14.815 | R\$ 744,00 | R\$ 11.022.360,00 |
| 2 | Inversor | Inversor Marca: ABB modelo RECon 2.30H1-1002 com potência de entrada de 1212 KW e de saída 980 KW e IP 65 | 5 | R\$ 1.855.200,00 | R\$ 9.276.000,00 |

Quadro 7 – Detalhamento do orçamento de equipamentos necessários

Fonte: Comuta Projetos Elétricos

Serão utilizados 14.815 painéis fotovoltaicos, e necessários cinco inversores, totalizando R\$ 20.298.360,00.

6.5.2 Orçamento De Serviços E Materiais

| Id | Item | Descrição | Qtde. | Preço Unit | Total Item |
|----|---------------------------|--|--------|----------------|------------------|
| 1 | Mão de Obra | Mão de obra para execução da instalação de todos equipamentos para geração de energia. | 1 | R\$ 597.600,00 | R\$ 597.600,00 |
| 2 | Suportes Metálicos | Suporte metálico instalado | 14.815 | R\$ 140,00 | R\$ 2.074.100,00 |
| 3 | Cabo elétrico (metros) | Cabos, disjuntores e conectores e | 65.354 | R\$ 11,75 | R\$ 767.907,15 |
| 4 | Materiais Para Instalação | Stringbox | 1 | R\$ 811.934,40 | R\$ 811.934,40 |
| 5 | Projeto | Projeto e acompanhamento de execução | 1 | R\$ 301.300,00 | R\$ 301.300,00 |

Quadro 8 – Detalhamento do orçamento de serviços e materiais

Fonte: Comuta Projetos Elétricos

Totalizando R\$ 4.552.841,00, nesta parte do orçamento podemos observar que serão requisitados 14.815 suportes metálicos, 65.354 m de cabos elétricos e será cobrado pelo projeto, mão de obra e materiais para instalação, um total de R\$ 1.710.834,40.

6.5.3 Orçamento Global

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Equipamentos | R\$ 20.298.360,00 |
| Materiais e Serviços | R\$ 4.552.841,55 |
| Total | R\$ 24.851.201,55 |

Quadro 9 – Orçamento global

Fonte: Comuta Projetos Elétricos

O projeto dentro das condições requisitadas está avaliado em 24.851.201,55 reais. O valor inclui o projeto, a compra de todos os equipamentos e materiais, além da instalação e entrega funcional do projeto desenvolvido.

Observa-se que o aterramento do sistema fotovoltaico será conectado no aterramento existente na edificação, que caso seja inexistente, sua execução é de responsabilidade do contratante.

6.7 INDICADORES

Para auxiliar a tomada de decisão, podemos nos basear nos indicadores. Apresenta-se a seguir os três principais indicadores financeiros, utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade de 10,95% a.a. e considerando também um reajuste médio anual na tarifa elétrica de 9,73% a.a. levando em consideração a vida útil do sistema, que é de 30 anos.

| INDICADORES FINANCEIROS DO PROJETO | | |
|------------------------------------|-----|---------------|
| Custo de Implan. | R\$ | 24.851.201,55 |
| Taxa Mínima de Atrativ (%a.a.) | | 10,95% |
| Valor Presente Líquido | R\$ | 49.431.956,56 |
| Taxa Interna de Retorno | | 10,07% |
| Payback descontado | | 8,97 |
| Economia Mensal 1ºano | R\$ | 267.519,91 |
| Economia Anual | R\$ | 3.210.238,96 |

Figura 7 – Dados financeiros do projeto

Fonte: Autoria própria

6.6.1 Payback

| ANO | TARIFA COM FV | TARIFA SEM FV | ECONOMIA | VPL | Payback descontado |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| 1 | R\$ 955.471,32 | R\$ 4.165.710,28 | R\$ 3.210.238,96 | R\$ 2.893.410,51 | -R\$ 21.957.791,04 |
| 2 | R\$ 1.048.438,68 | R\$ 4.571.033,89 | R\$ 3.522.595,21 | R\$ 2.861.594,73 | -R\$ 19.096.196,31 |
| 3 | R\$ 1.150.451,76 | R\$ 5.015.795,49 | R\$ 3.865.343,72 | R\$ 2.830.128,79 | -R\$ 16.266.067,52 |
| 4 | R\$ 1.262.390,72 | R\$ 5.503.832,39 | R\$ 4.241.441,67 | R\$ 2.799.008,86 | -R\$ 13.467.058,66 |
| 5 | R\$ 1.385.221,34 | R\$ 6.039.355,28 | R\$ 4.654.133,94 | R\$ 2.768.231,11 | -R\$ 10.698.827,55 |
| 6 | R\$ 1.520.003,37 | R\$ 6.626.984,55 | R\$ 5.106.981,18 | R\$ 2.737.791,80 | -R\$ 7.961.035,76 |
| 7 | R\$ 1.667.899,70 | R\$ 7.271.790,15 | R\$ 5.603.890,44 | R\$ 2.707.687,19 | -R\$ 5.253.348,57 |
| 8 | R\$ 1.830.186,34 | R\$ 7.979.335,33 | R\$ 6.149.148,99 | R\$ 2.677.913,61 | -R\$ 2.575.434,95 |
| 9 | R\$ 2.008.263,47 | R\$ 8.755.724,65 | R\$ 6.747.461,18 | R\$ 2.648.467,42 | R\$ 73.032,47 |
| 10 | R\$ 2.203.667,51 | R\$ 9.607.656,66 | R\$ 7.403.989,15 | R\$ 2.619.345,02 | R\$ 2.692.377,49 |
| 11 | R\$ 2.418.084,36 | R\$ 10.542.481,66 | R\$ 8.124.397,30 | R\$ 2.590.542,85 | R\$ 5.282.920,35 |
| 12 | R\$ 2.653.363,96 | R\$ 11.568.265,12 | R\$ 8.914.901,16 | R\$ 2.562.057,39 | R\$ 7.844.977,74 |
| 13 | R\$ 2.911.536,28 | R\$ 12.693.857,32 | R\$ 9.782.321,04 | R\$ 2.533.885,15 | R\$ 10.378.862,89 |
| 14 | R\$ 3.194.828,76 | R\$ 13.928.969,63 | R\$ 10.734.140,88 | R\$ 2.506.022,69 | R\$ 12.884.885,58 |
| 15 | R\$ 3.505.685,60 | R\$ 15.284.258,38 | R\$ 11.778.572,78 | R\$ 2.478.466,60 | R\$ 15.363.352,18 |
| 16 | R\$ 3.846.788,81 | R\$ 16.771.416,72 | R\$ 12.924.627,91 | R\$ 2.451.213,52 | R\$ 17.814.565,70 |
| 17 | R\$ 4.221.081,36 | R\$ 18.403.275,57 | R\$ 14.182.194,21 | R\$ 2.424.260,12 | R\$ 20.238.825,82 |
| 18 | R\$ 4.631.792,57 | R\$ 20.193.914,28 | R\$ 15.562.121,71 | R\$ 2.397.603,09 | R\$ 22.636.428,91 |
| 19 | R\$ 5.082.465,99 | R\$ 22.158.782,14 | R\$ 17.076.316,15 | R\$ 2.371.239,18 | R\$ 25.007.668,09 |
| 20 | R\$ 5.576.989,93 | R\$ 24.314.831,64 | R\$ 18.737.841,71 | R\$ 2.345.165,16 | R\$ 27.352.833,25 |
| 21 | R\$ 6.119.631,05 | R\$ 26.680.664,76 | R\$ 20.561.033,71 | R\$ 2.319.377,86 | R\$ 29.672.211,11 |
| 22 | R\$ 6.715.071,15 | R\$ 29.276.693,44 | R\$ 22.561.622,29 | R\$ 2.293.874,11 | R\$ 31.966.085,22 |
| 23 | R\$ 7.368.447,57 | R\$ 32.125.315,71 | R\$ 24.756.868,14 | R\$ 2.268.650,80 | R\$ 34.234.736,02 |
| 24 | R\$ 8.085.397,52 | R\$ 35.251.108,93 | R\$ 27.165.711,41 | R\$ 2.243.704,84 | R\$ 36.478.440,86 |
| 25 | R\$ 8.872.106,70 | R\$ 38.681.041,83 | R\$ 29.808.935,13 | R\$ 2.219.033,19 | R\$ 38.697.474,05 |
| 26 | R\$ 9.735.362,69 | R\$ 42.444.707,20 | R\$ 32.709.344,52 | R\$ 2.194.632,82 | R\$ 40.892.106,87 |
| 27 | R\$ 10.682.613,47 | R\$ 46.574.577,21 | R\$ 35.891.963,74 | R\$ 2.170.500,76 | R\$ 43.062.607,64 |
| 28 | R\$ 11.722.031,77 | R\$ 51.106.283,57 | R\$ 39.384.251,81 | R\$ 2.146.634,06 | R\$ 45.209.241,70 |
| 29 | R\$ 12.862.585,46 | R\$ 56.078.924,97 | R\$ 43.216.339,51 | R\$ 2.123.029,79 | R\$ 47.332.271,49 |
| 30 | R\$ 14.114.115,02 | R\$ 61.535.404,37 | R\$ 47.421.289,34 | R\$ 2.099.685,07 | R\$ 49.431.956,56 |

Figura 8 – Planilha de cálculo de payback descontado

Fonte: Autoria própria

No momento 0 é considerado que será realizada uma saída no valor integral do projeto, ou seja R\$ 24.851.201,55 e a cada ano a economia gerada pelo sistema contribuirá para o pagamento do mesmo. Dessa forma, pode-se observar que o payback descontado se dará em **8.97 anos**.

6.6.2 Taxa Interna De Retorno

Com auxílio da função TIR do programa Excel, pode-se chegar a uma taxa interna de retorno de **10,07%**, como mostra a tabela abaixo, considerando o fluxo de caixa descontado.

| | | | |
|----------------|--------------------|--------|------------------|
| Fluxo de caixa | | Ano 15 | R\$ 2.478.466,60 |
| Ano 0 | -R\$ 24.851.201,55 | Ano 16 | R\$ 2.451.213,52 |
| Ano 1 | R\$ 2.893.410,51 | Ano 17 | R\$ 2.424.260,12 |
| Ano 2 | R\$ 2.861.594,73 | Ano 18 | R\$ 2.397.603,09 |
| Ano 3 | R\$ 2.830.128,79 | Ano 19 | R\$ 2.371.239,18 |
| Ano 4 | R\$ 2.799.008,86 | Ano 20 | R\$ 2.345.165,16 |
| Ano 5 | R\$ 2.768.231,11 | Ano 21 | R\$ 2.319.377,86 |
| Ano 6 | R\$ 2.737.791,80 | Ano 22 | R\$ 2.293.874,11 |
| Ano 7 | R\$ 2.707.687,19 | Ano 23 | R\$ 2.268.650,80 |
| Ano 8 | R\$ 2.677.913,61 | Ano 24 | R\$ 2.243.704,84 |
| Ano 9 | R\$ 2.648.467,42 | Ano 25 | R\$ 2.219.033,19 |
| Ano 10 | R\$ 2.619.345,02 | Ano 26 | R\$ 2.194.632,82 |
| Ano 11 | R\$ 2.590.542,85 | Ano 27 | R\$ 2.170.500,76 |
| Ano 12 | R\$ 2.562.057,39 | Ano 28 | R\$ 2.146.634,06 |
| Ano 13 | R\$ 2.533.885,15 | Ano 29 | R\$ 2.123.029,79 |
| Ano 14 | R\$ 2.506.022,69 | Ano 30 | R\$ 2.099.685,07 |
| TIR -> | | | 10,07% |

Figura 9 – Planilha de cálculo de fluxo de caixa descontado

Fonte: Autoria própria

6.6.3 Valor Presente Líquido

Com o auxílio da função VP do programa Excel, pode-se chegar a um valor presente líquido de **R\$ 49.431.956,56**, ou seja, descontando a TMA, considerando reajuste na tarifa e por fim somando todos esses valores ajustados, significa que o projeto teve um retorno positivo no valor de mais de 49 milhões de reais em 30 anos.

6.7 LOCAL DE INSTALAÇÃO

Para a instalação do sistema fotovoltaico será necessária uma área para os painéis de 23830 m², para isso será necessário utilizar toda área de telhados da unidade Itaipulândia, tal como consta na figura e no quadro abaixo.

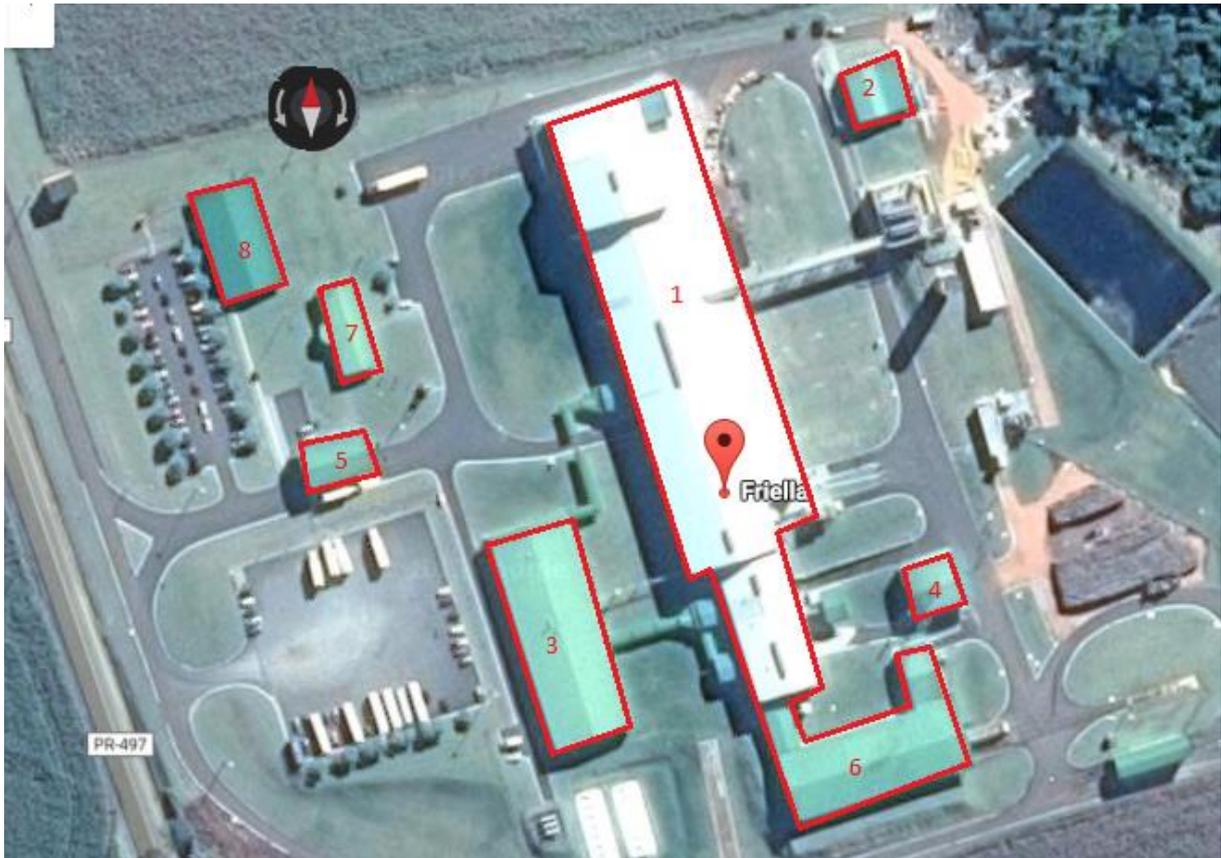


Figura 10 – Unidade de abatedouro de Itaipulândia

Fonte: Google Earth

Na foto acima pode-se visualizar toda a área disponível para instalação dos painéis fotovoltaicos marcado em vermelho, o número acima corresponde aos números do quadro abaixo, relacionando o setor com a área disponível.

| ID | LOCAL | Área dispon. (m ²) |
|----|----------------|--------------------------------|
| 1 | Nave Principal | 14443,00 |
| 2 | Manutenção | 561,00 |
| 3 | Área Social | 3289,00 |
| 4 | Caldeira | 506,00 |
| 5 | Guarita | 528,00 |
| 6 | Pocilgas | 2486,00 |
| 7 | Escritório | 712,80 |
| 8 | Estaci. Motos | 1375,00 |
| | TOTAL TELHADOS | 23900,80 |

Quadro 10 – Áreas disponíveis para instalação do sistema fotovoltaico

Fonte: Departamento industrial Friella

6.8 SITUAÇÃO ÓTIMA DE INVESTIMENTO

Para considerar como uma situação ótima de investimento, o impacto sobre o caixa da indústria deve ser o menor possível, e já deverá trazer economia no primeiro mês de funcionamento.

Considerando essas premissas, estudou-se formas de se chegar nesta situação pretendida. Uma alternativa encontrada foi o financiamento do projeto. O financiamento é uma boa estratégia para este caso, visto que o ativo adquirido trará resultados todos os meses, e o valor integral do projeto não sairá imediatamente do caixa da empresa, dessa forma a economia gerada na conta de luz poderá contribuir no pagamento das mensalidades do financiamento.

O valor da parcela do financiamento e da nova fatura de energia somados devem ser inferiores à antiga fatura. Calcula-se que o investimento no ano que se passou em faturas de energia chegou ao montante de R\$ 4.165.710,28. E que com a utilização do sistema fotovoltaico, estima-se que a soma das faturas no ano chegará ao valor de R\$ 955.471,32. Ou seja, tem-se como margem anual para parcela do financiamento um montante de R\$ 3.210.238,96 dividindo por 12 meses, R\$ 267.519,92. Dessa forma, utilizando o modelo PRICE de financiamento e um prazo de 10 anos para o pagamento, chegou-se a uma taxa de juros mensal máxima para se obter economia já no primeiro ano de uso, de até 0,87% a.m.

| DADOS FINANCIAMENTO | | |
|---------------------|-----|---------------|
| VALOR TOTAL | R\$ | 24.851.201,55 |
| Montate Financiável | R\$ | 24.851.201,55 |
| % Financiável | | 80% |
| Taxa (% a.m.) | | 0,87% |
| Qtd parcelas | | 120 |
| Parcela Financ. | R\$ | 267.596,26 |
| Valor total Financ. | R\$ | 32.111.550,91 |
| Valor à financiar | R\$ | 19.880.961,24 |
| Desembolso Próprio | R\$ | 4.970.240,31 |

Figura 11 – Planilha de cálculo de melhor parcela

Fonte: Autoria própria

Considera-se que a instituição financeira que intermediará o financiamento exigirá uma entrada de 20%, dessa forma o valor a se financiar será de R\$ 19.880.961,24. Sendo assim, o único desembolso que a indústria deverá fazer inicialmente é de **R\$ 4.970.240,31**, e já conseguirá com este desembolso inicial mínimo, garantir economia desse momento até o final da vida útil do sistema.

6.9 CUSTO DO KWH

Para se estimar o custo do kWh da usina, multiplicou-se a projeção de geração de energia por meio do sistema fotovoltaico por 30 anos, que representa a vida útil do projeto. Em seguida, soma-se a entrada do financiamento com o custo total do mesmo e acrescentou-se dez por cento, como margem de segurança, para possíveis manutenções e substituições de painéis. Ao fim, dividiu-se o custo total estimado do projeto pela produção total estimada, e chegou-se ao valor de R\$ 0,18/ kWh.

| Produção vida útil (kWh) | Custo vida útil | Custo do kWh |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| 223.970.160,00 | R\$ 40.789.970,34 | R\$ 0,18 |

Figura 12 – Planilha de cálculo do custo do kWh

Fonte: Autoria própria

6.10 BENCHMARKING DE UM PROJETO SEMELHANTE

Em um caso pesquisado, um abatedouro de suínos da Espanha preocupado com os fortes aumentos na conta de luz e a geração de resíduos de sua unidade produtiva, resolveu estudar a viabilidade de instalação de um sistema híbrido de geração de energia elétrica. O sistema teria uma parte advinda da energia solar, a projeção foi que 75% da energia viria de painéis fotovoltaicos e o restante da queima do biogás produto da digestão anaeróbia da biomassa molhada. Neste estudo o período de retorno encontrado foi de 9 anos, uma taxa interna de retorno de 9% e o Valor Presente Líquido (VPL) de 700 mil Euros. (GONZALEZ, 2013).

7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A estratégia adotada por uma empresa pode ser determinante entre o sucesso e a obtenção de resultados medíocres. Muitas vezes, se utilizam de estratégias de alavancagem equivocadas que podem comprometer o caixa da empresa e pior, inviabilizar as operações diárias.

Conhecer as diversas opções de compra de energia como o mercado livre de energia, micro e mini geração, utilização de geradores no horário de ponta, são fundamentais para a obtenção de economia nos custos industriais.

Neste sentido, a realização deste trabalho pode contribuir com a demonstração de importância na definição de estratégias de redução de custos através da instalação de um sistema de geração fotovoltaica.

Não houve dificuldade em levantar dados. A empresa disponibilizou seu contato para eventuais necessidades e atendeu sempre que preciso.

Sugerimos que em eventuais oportunidades futuras, seja analisado a possibilidade de instalação de geração fotovoltaicos suficiente para suprir a necessidade elétrica de toda a organização e suas filiais.

Por fim, acredita-se que é essencial a troca de conhecimento entre as indústrias e a universidade, especialmente as de pequeno e médio porte, para que haja desenvolvimento social, econômico e ambiental, especialmente na região Oeste e para o estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DA CARNE SUÍNA – ABIPECS. Cadeia suína brasileira. São Paulo: ABIPECS, 2012.

BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia**

BORGES, Leandro. **Como e Por que Fazer um Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira**. 2013. Disponível em: <<http://blog.luz.vc/como-fazer/como-e-por-que-fazer-um-estudo-de-viabilidade-economica-e-financeira/>>. Acesso em: 18 out. 2016.

BRASIL. **Resolução Normativa Nº 482**. Brasília, Distrito Federal, 24 nov. 2015.

BRYSON, John Ad.. A Strategic Planning Process for Public and Non-profit Organizations. **Pergamon Journals** Ltd. Oxford, p. 73-81. Jan. 1988. Disponível em: <<http://www.theaidsinstitute.org/sites/default/files/attachments/Strategic Planning Article.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

BRITO, P.; **Análise e Viabilidade de Projetos de Investimentos**. São Paulo, Ed. Atlas, 2 ed., 100 p, 2006.

BROM, Luiz Guilherme; **Análise de Investimento e Capital de Giro**. São Paulo, Ed. Saraiva, 1 ed., 132p., 2007

CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento estratégico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CARDIM, Délcio. Programa computacional para análise do faturamento do consumo de energia elétrica através do k-hiperbolóide de carga e potência em empresas frigoríficas abatedoras de bovinos. 2001. xvii, 177 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90709>>.

DALLA COSTA , O. A. et al. Avaliação das condições de transporte, desembarque e ocorrência de quedas dos suínos na perspectiva do bem-estar animal. Concórdia: EMBRAPA, 2011.

DE SOTO, W.; KLEIN, S. A.; BECKMAN, W. A. Improvement and validation of a model for photovoltaic array performance. **Solar Energy**, v. 80, n. 1, p. 78–88, jan. 2006.

DÓRIA, R. J.; ANDRADE, M. S. P. O planejamento e a metodologia de implantação da tarifa amarela na Copel. Revista de Eletricidade Moderna, São Paulo, n. 290, p. 132-145, 1998.

FAVARO, Ken. **Strategy: An Executive's Definition**. 2012. Disponível em:

<<http://www.strategy-business.com/article/cs00002?gko=d59c2>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

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

GARCIA, Marcos. **Planejamento Estratégico - A Visão**. 2010. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/planejamento-estrategico-a-visao/45226/>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Guedes, José Carlos de Souza. **Manual de Tarifação de Energia Elétrica**. Florianópolis: PROCEL, Agosto 2011, 56p.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas. v.4, 2009.

GIL, Edison. **Afinal o que é estratégia?** 2015. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/afinal-o-que-e-estrategia/691/>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

GLAUCO ARBIX (Org.). **Como fazer benchmarking**. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/benchmarking/>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

GOLDEMBERG, José; COELHO, Suani Teixeira. "Renewable Energy – **Traditional Biomass vs Modern Biomass**", in Energy Policy, 32/6, 2003, pp. 711-4

GONZALEZ, A. Gonzalez. **ENERGY SELF-SUFFICIENCY THROUGH HYBRIDIZATION OF BIOGAS AND PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY: AN APPLICATION FOR AN IBERIAN PIG SLAUGHTERHOUSE**. Badajoz, Spain, 5 fev. 2013.

GREEN, M. A. Thin-film solar cells: review of materials, technologies and commercial status. **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, v. 18, n. S1, p. 15–19, 3 abr. 2007.

Larson, Paul. "**Strategic planning and the mission statement: long-term planning critical for Montana companies.**" Montana Business Quarterly Autumn 1998: 22+. Academic OneFile. Web. 19 Apr. 2016. <<http://go-galegroup.ez48.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?id=GALE%7CA53437085&v=2.1&u=capes&it=r&p=AONE&sw=w&asid=bd5be6bcd37af5002cbf152ac48231c0>>

MIELE, M.; MACHADO, J. S. **Panorama da carne suína brasileira**. Agroanalysis, v. 30, n.1, p. 34-42, 2010.
para a Iniciação Científica. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

RICHERS, Raimar. **Objetivo como razão de ser da empresa**. Rev. Adm. Emp., Rio de Janeiro, v. 3, n. 20, p.7-18, jul. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v20n3/v20n3a01>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SEBRAE ES. ATIVIDADE FRIGORIFICA. Disponível em: <<http://vix.sebraees.com.br/ideiasnegocios/arquivos/FRIGORIFICO.pdf>>. Acesso em:

18 abr. 2016.

SELIN, Noelle; "**renewable energy**." Encyclopaedia Britannica. Britannica Academic. Encyclopædia Britannica Inc., 2016. Web. Acessado em 15 Apr. 2016.

<<http://academic-eb->

[britannica.ez48.periodicos.capes.gov.br/EBchecked/topic/17668/renewable-energy](http://academic-eb-britannica.ez48.periodicos.capes.gov.br/EBchecked/topic/17668/renewable-energy)>.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Gestão Estratégica na saúde: reflexões e práticas para uma administração voltada para excelência**. 1. ed. São Paulo: Iátria, 2006.

VILLALVA, M. G.; FILHO, E. R. **Analysis and simulation of the P&O MPPT algorithm using a linearized PV array model**. 2009 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics, p. 231–236, nov. 2009.

VORHIES, Douglas W.; MORGAN, Neil A.. **Benchmarking Marketing Capabilities for Sustainable Competitive Advantage**. Journal Of Marketing. Chicago, p. 80-94. Jan. 2005. Disponível em:

<[http://abufara.com/abufara.net/images/abook_file/Benchmarking Marketing Capabilities for Sustainable Competitive Advantage.pdf](http://abufara.com/abufara.net/images/abook_file/Benchmarking%20Marketing%20Capabilities%20for%20Sustainable%20Competitive%20Advantage.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2016.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.