

**ASSOCIAÇÃO CARUARUENSE DE ENSINO SUPERIOR
CENTRO UNIVERSITÁRIO TABOSA DE ALMEIDA (ASCES-UNITA)
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

DHEBORA CHRISTINA FERREIRA DA FONSECA

IGOR GERALDO ALVES MELO DA SILVA

TIAGO PINHEIRO E SILVA

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: UM ESTUDO DE VIABILIDADE
ECONÔMICA EM UMA INDÚSTRIA DE BATERIAS**

CARUARU

2018

DHEBORA CHRISTINA FERREIRA DA FONSECA
IGOR GERALDO ALVES MELO DA SILVA
TIAGO PINHEIRO E SILVA

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: UM ESTUDO DE VIABILIDADE
ECONÔMICA EM UMA INDÚSTRIA DE BATERIAS**

Projeto de Pesquisa do tipo TCC da graduação
do Centro Universitário Tabosa de Almeida
(ASCES-UNITA), em requisito parcial para a
aquisição de grau de Engenharia de Produção.

Orientador: Miguel Otávio B. C. de Melo (Dr.)

CARUARU

2018

LISTA DE ABREVIATURAS

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
BEN - Balanço Energético Nacional
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
ISO - Organização Internacional para Padronização
FV - Células Fotovoltaicas
IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
CC - Corrente Contínua
CA - Corrente Alternada
PRFV - Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
CNI - Confederação Nacional da Indústria
GEE - Gases de Efeito Estufa
PDCA - Planejar-Executar-Checar-Agir
SGE - Sistema de Gestão Energética
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ROI - Retorno Sobre o Investimento
Si - Silício
c-Si - Silício Cristalino
m-Si - Silício Monocristalino
p-Si - Silício Policristalino
a-Si - Silício Amorfo
CIGS - Disseleneto de Cobre, Índio e Gálio
CdTe - Telureto de Cádmio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método PDCA de gerenciamento de processos.....	18
Figura 2 - Modelo de transformação.	19
Figura 3 - Modelo de sistema de gestão da energia.....	21
Figura 4 - Esquematização do planejamento energético.	22
Figura 5 -Diagrama elétrico fotovoltaico sistema on grid.....	23
Figura 6 - Foto da planta baixa da Fábrica.	29
Figura 7 - Diagrama de procedimento operacionais da pesquisa.	30
Figura 8 - Fluxograma da Metodologia da coleta de dados do estudo.	32
Figura 9 - Luxímetro Digital MLM-1011.	33
Figura 10 - Fórmula para obtenção do ROI.....	34
Figura 11 - Fluxograma da Metodologia do estudo.	35
Figura 12 - Fluxograma do processo Atual.	39
Figura 13 - Identificação dos locais de medição do Lux.	41
Figura 14 - Fluxograma proposto para o processo de fabricação de bateria.	44
Figura 15 - Análise de viabilidade da proposta de redução do custo de iluminação (ROI).	49
Figura 16 - Análise de viabilidade da proposta de redução do custo do processo de carregadores (ROI).	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de Eficiência Energética.	17
Quadro 2 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais (em lux).	27
Quadro 3 - Histórico de Consumo Mensal.	36
Quadro 4 - Projeção de Consumo.	36
Quadro 5 - Consumo Energético do Maquinário.	38
Quadro 6 - Descrição do processo produtivo de baterias.	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Projeção de Consumo Energético.	37
Gráfico 2 - Identificação de Consumo energético por Máquina.	40
Gráfico 3 - Luminosidade da fábrica no período da manhã.	42
Gráfico 4 -Luminosidade da fábrica no período da tarde.	43
Gráfico 5 - Pareto da distribuição de Consumo Energético na fábrica.	46
Gráfico 6 - Pareto de oportunidades de redução de custos em máquinas e equipamentos.....	47

RESUMO

A eficiência energética é classificada como capacidade de equipamentos, máquinas e pessoas operarem em processos ou ciclos os resultados desejados. O fluxo energético brasileiro do ano de 2016 gerou cerca de 29,2 % do consumo energético das fontes de petróleo e derivados sendo consumido pelo setor industrial, quando se fala de energia elétrica, cerca de 31,5% do consumo dessa fonte é absorvido pela indústria. Este trabalho tem como objetivo descrever e analisar os elementos chaves dentro de uma indústria de baterias automotivas, situada em Caruaru-PE. Em prol de uma eficiência energética em seus equipamentos e processos, utilizando base em normas de gestão de energia, avaliando os pontos potenciais de consumo. A pesquisa é caracterizada por uma análise de dados dos setores internos da empresa, buscando identificar os elementos chaves que impactam diretamente no consumo energético e a possível implementação de placas fotovoltaicas no sistema de abastecimento da rede, mediante coletas de dados de forma quantitativa. A partir do estudo foi possível aprimorar o fluxograma do processo, detalhando suas etapas, facilitando a identificação e estratificação dos equipamentos que mais consomem energia elétrica, ficando em evidência os carregadores elétricos com aproximadamente 28% do consumo dos equipamentos, outra análise possível foi a implementação de telhas translúcidas chegando a obter um ROI de cerca de 3 meses. Dentre os resultados obtidos, foi possível descrever o investimento para implementação de placas solares fotovoltaicas no setor dos carregadores e seu tempo médio de retorno.

Palavras-chave: Consumo energético. Baterias. Energia Renovável. ROI.

ABSTRACT

Energy efficiency is classified as capacity of equipment, machines and people operate in processes or cycles the desired results. The Brazilian energy flow of the year 2016 generated around 29.2% of the energy consumption of the oil and oil products sources being consumed by the industrial sector, when it comes to electricity, about 31.5% of the consumption of this source is absorbed by the industry. This paper aims to describe and analyze the key elements within an automotive battery industry, located in Caruaru-PE. In favor of an energy efficiency in its equipment and processes, using based on norms of energy management, evaluating the potential points of consumption. The research is characterized by the data analysis of the internal sectors of the company, seeking to identify the key elements that directly impact the energy consumption and the possible implementation of photovoltaic panels in the system of supply of the network, by collecting data in a quantitative way. From the study it was possible to improve the flow diagram of the process, detailing the steps used, facilitating the identification and stratification of the equipment that consumes the most electricity, being the electric loaders with approximately 28% of the consumption of the equipment, another possible analysis was the implementation of translucent tiles reaching a ROI of about 3 months. Among the results obtained, it was possible to describe the investment for the implementation of photovoltaic solar panels in the sector of the loaders and their average time of return.

Keywords: Energy consumption. Batteries. Renewable energy. ROI.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	QUESTÃO EXPLICATIVA	13
3.	OBJETIVOS	15
3.1	OBJETIVOS GERAIS.....	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1.	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	16
4.2.	CICLO PDCA.....	17
4.3.	PRODUTIVIDADE.....	19
4.4.	ISO 50.001	20
4.5.	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	22
4.6.	SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	24
4.6.1.	SISTEMAS AUTÔNOMOS OU ISOLADOS (<i>OFF GRID</i>).....	24
4.6.2.	SISTEMAS LIGADO A REDE (<i>ON GRID</i>)	24
4.6.3.	SISTEMAS HÍBRIDOS	24
4.6.4.	EQUIPAMENTOS AUXILIARES	25
4.6.5.	CONTROLADORES DE CARGA.....	25
4.6.6.	BATERIAS	25
4.6.7.	INVERSORES	26
4.7.	ILUMINAÇÃO	26
4.7.1.	TELHAS TRANSLÚCIDAS	27
4.8.	LOCAL DE ESTUDO.....	28
4.8.1.	IDEOLOGIA	28
4.8.2.	ÁREA DE ATUAÇÃO	28
4.8.3.	PRINCIPAIS PRODUTOS E SERVIÇOS PRODUZIDOS	28
4.8.4.	ÁREA DE PRODUÇÃO.....	28
5.	MÉTODOS E MATERIAIS.....	30
5.1.	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	30
5.2.	PLANEJAMENTO ENERGÉTICO	31
5.2.1.	ENTRADAS E SAÍDAS DO PLANEJAMENTO	31
5.2.2.	MEDIÇÕES DE CONSUMO	31
5.2.3.	ESTRATIFICAÇÃO DO CONSUMO	33

5.2.4.	RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO.....	34
5.3.	ANÁLISE DE DADOS.....	34
6.	RESULTADOS E ANÁLISES	36
6.1.	PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (ISO 50.001).....	36
6.1.1.	ENTRADAS DO PLANEJAMENTO	36
6.1.2.	REVISÃO ENERGÉTICA.....	38
6.1.2.1.	FLUXOGRAMA DO PROCESSO.....	38
6.1.2.2.	MEDIÇÕES DE CONSUMO	39
6.1.3.	SAÍDAS DO PLANEJAMENTO	43
6.1.3.1.	DETALHAMENTO DO FLUXOGRAMA	44
6.1.3.2.	EXTRATIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO	46
6.1.3.3.	ESTUDO DE VIABILIDADE (RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO).....	48
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A	54
	APÊNDICE B.....	55

1. INTRODUÇÃO

Obter mecanismos eficientes de redução de custos, no mundo corporativo é cada vez mais o fruto diferencial e busca incansável entre as organizações mundiais, se tornando uma problemática comum em uma indústria afim de garantir competitividade do seu produto no mercado. A disputa industrial tem grande correlação com a qualidade e custo dos seus principais insumos. Dentre eles, destaca-se a energia elétrica, utilizado por 79% das empresas e podendo representar mais de 40% de seus custos de produção. (FIRJAN, 2017)

O modelo de gestão focado em redução de custos procura atender prontamente aos requisitos da competitividade através da colocação de novos produtos e serviços, necessidade de oferecer produtos e serviços com alta qualidade a custos relativamente baixos que os tornem competitivos, capacidade rápida de inovação, dentre outros. A redução na fonte, a reciclagem no processo e a eficiência na utilização de energia elétrica podem reduzir a quantidade de insumos necessários para os processos industriais, o que, por sua vez, resultará na redução de custos da indústria (BRAGA, 2005). Com isso, conseguir manter-se competitivo, é preciso que não apenas seja economicamente lucrativa, mas que também seja ecologicamente correta e que se preocupe com a sociedade na qual está inserida. É evidente que as organizações que possuem esse viés da sustentabilidade estarão à frente das demais e poderão adquirir importante vantagem competitiva.

No que concerne à eficiência energética, a sua aplicabilidade consiste na redução considerável do custo do produto final associado a um desenvolvimento sustentável e um processo de transformação que busca a harmonização da exploração dos recursos naturais com a mudança institucional, a fim de reforçar o potencial do meio ambiente como suporte das atividades econômicas (SEIFFERT, 2009).

Refere-se ao uso eficiente de energia, a importância do uso consciente, utilizando ferramentas que auxiliam a redução de gastos desnecessários, substituição de fontes geradoras de energia, como também aplicação de conceitos estratégicos para obter um resultado favorável.

De acordo com Câmara (2011), a utilização de tecnologias “limpas” e renováveis apresenta-se como uma solução para enfrentar o caráter danoso e limitado das atuais fontes primárias de energia. Diante disto, as energias renováveis, como energia solar ou fotovoltaica apresenta um futuro promissor tanto no Brasil como no mundo. De acordo com o Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica (2008), e também CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica), o sol fornece anualmente para a atmosfera terrestre $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia, trata-se de um

valor considerável, correspondendo a 10.000 vezes o consumo mundial de energia neste período (CRESESB, 2008).

Segundo a ANEEL (2018), o Brasil possui no total 5.680 empreendimentos em operação, totalizando 158.500.234 kW de potência instalada, sendo 844 empreendimentos de Central Geradora Solar Fotovoltaica, com potência instalada de 1.129.764 kW. Está prevista para os próximos anos uma adição de 1.523.511 kW na capacidade de geração Solar Fotovoltaica do País, proveniente dos 23 empreendimentos atualmente em construção e mais 37 em Empreendimentos com Construção não iniciada.

2. QUESTÃO EXPLICATIVA

A pesquisa de campo parte do pressuposto da afirmação segundo o BEN 2017 (Balanço Energético Nacional), que cerca de 42% do consumo de energia no setor industrial trata-se de energias não-renováveis, classificadas como energias que agredem o meio ambiente e de recursos finitos. Segundo Philippi e Reis (2016), estratégias industriais que visam a introdução de fontes alternativas de energia e utilização de tecnologias de desenvolvimento ecológico geram um melhor gerenciamento do uso da energia e um melhor processo operacional, como consequência uma redução nos custos finais de produção e um aumento de sua produtividade.

O BEN relata que o fluxo energético brasileiro do ano de 2016 cerca de 29,2 % do consumo energético das fontes de petróleo e derivados é consumido pelo setor industrial, quando se fala de energia elétrica, cerca de 31,5% do consumo dessa fonte é absorvido pela indústria. Em paralelo a isso a indústria é também responsável pela emissão de 19,1% de CO₂ em relação aos demais setores de consumo energético. Nessa perspectiva o Panorama Setorial 2030 do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) relata que as indústrias, em especial as siderúrgicas devem focar em uma aplicação de tecnologia ao processo de prospecção, formulação e desenvolvimento de novos materiais com maior eficiência e qualidade de produtos, energias renováveis, máquinas e equipamentos, saúde e eletroeletrônicos.

Philippi e Reis (2016), relata um universo de oportunidades e ações relacionadas à busca de maior eficiência e redução de consumo de fontes não-renováveis de energia por unidade de produto. Defendendo a eficiência energética como redução de uso térmico da energia, a utilização de motores mais eficientes, substituindo combustíveis fósseis por uso de biomassa, energia solar. Seguindo essas afirmativas e dados a pesquisa de campo busca uma abordagem tecnológica e ecológica para o funcionamento da empresa estudada. Visando medidas de redução de consumo energético, aumento de produtividade e lucratividade na unidade por produto fabricada.

O panorama energético brasileiro e sus consumos, que o presente estudo visa investigar as operações energéticas de uma indústria de baterias pelo viés da ISO 500001, que expõe a eficiência energética. Nesse cenário, o presente estudo entende que se faz necessário a realização de pesquisa neste âmbito energético, pois é uma área extremamente estratégica e diferencial competitivo e lucrativo. Assim, trazendo melhorias significativas nos processos internos de produção, por meio de um plano energético bem elaborado, gerando um decréscimo no custo do produto, melhorando o produto e o meio ambiente.

Diante do exposto têm-se a seguinte indagação: Quais os elementos e equipamentos que impactam na eficiência energética de uma indústria de Baterias na cidade de Caruaru-Pe.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar e descrever os elementos que impactam diretamente no consumo energético em uma indústria de baterias, situada em Caruaru-PE. Realizando um estudo de viabilidade econômico-financeira para implementação de recursos que priorizem uma maior eficiência energética e produtividade.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fluxograma de todo processo produtivo e seu gasto energético;
- Conceitos de implementação de eficiência energética e sua aplicação industrial;
- Elementos chaves e seu consumo energético, buscando ações corretivas para uma melhor produtividade energética;

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência Energética é classificada segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017), como uma relação que envolve fatores se correlacionado entre a quantidade de energia final de energia utilizada com o bem ou serviço gerado pela mesma. A eficiência é classificada como capacidade de equipamentos, máquinas e pessoas operarem em processos ou ciclos os resultados desejados. (HORDESKI, 2005).

A “International Organization for Standardization” (ISO) em sua edição 50.000, refere-se à Eficiência Energética definindo-a como um resultado da relação de performance de desempenho e uma entrada de energia. Outro ponto relatado pela ISO é a sua ótica ambiental que a Eficiência Energética gera, onde a importância de sua aplicação resultará em: redução das emissões dos gases de efeito estufa e a conservação de energia.

O surgimento da preocupação mundial com a eficiência energética, segundo Phillippi (2016) deu-se pelo fato do chamado choque do petróleo na década de 70, onde o elevado preço do barril de petróleo em um curto espaço de tempo provocou uma crise no setor energético. Esse chamado choque do petróleo causou a aplicação de leis em largas escalas visando a redução de consumo energético, a preocupação com a eficiência ocorreu, portanto, em um período de crise, fazendo com que nas últimas décadas o avanço tecnológico e o investimento em fontes limpas e renováveis ganhassem força.

Sola (2006), descreve a eficiência energética como um fator de minimização de perdas energéticas, gerando como principal consequência uma menor utilização de energia para a geração de um maior trabalho.

Oikonomou e Becchis (2009), descrevem a Eficiência Energética como um processamento de entrada de uma fonte de energia que consegue ser consumida ao máximo para a geração de serviços, produtos e processos.

A Eficiência Energética trata-se da junção de ações que geram a redução do consumo energético atendendo a demanda/expectativa da sociedade e das organizações. (Plano Nacional de Eficiência Energética - PNEE 2011).

A Confederação Nacional da Indústria - CNI (2009), define que a eficiência energética como uma ação de consumo energético que reduz os custos de produção, eleva a competitividade industrial e representa um requisito fundamental para um planejamento sustentável de qualquer organização.

Sabe-se a partir desta conceituação de Eficiência Energética pode se chegar a um

caminho de redução de custos, otimização de processo e aumento do nível estratégico. Desta forma apresenta-se algumas definições sobre Eficiência Energética no Quadro 2 a seguir:

Quadro 1 - Definições de Eficiência Energética.

Autor	Definição de Eficiência Energética	Interpretação
Sola (2006)	O conceito de Eficiência Energética está ligado a minimização de perdas na conversão de energia primária em energia útil que realiza trabalho.	Minimização de perdas de energia
Oikonomou e Becchis (2009)	Diz respeito à relação técnica entre a quantidade de energia primária ou energia final consumida e a quantidade máxima de energia e serviços suscetíveis de aquisição iluminação, aquecimento, refrigeração, mobilidade e outros.	Relação entre energia de entrada e energia final
Confederação Nacional da Indústria (CNI 2009)	Ação de consumo energético que gera redução nos custos de produção, elevando a competitividade industrial	Medida de ação de competitividade industrial
Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2011)	Refere-se a ações de diversas naturezas que resultam na redução do consumo energético necessário para atender a demanda/expectativa da sociedade por serviços da cadeia de energia.	Ações de redução do consumo de energia

Fonte: Autor (2018).

A partir das definições apresentadas acima, conclui-se que a Eficiência Energética é definida em e embasada em 3 pilares, que são eles: competitividade organizacional, redução de consumo de insumos/processamentos e geração de sustentabilidade ambiental.

4.2. CICLO PDCA

A competitividade mercadológica cada vez mais tem tornado as (modelos de gestão sistêmicos) uma necessidade nas organizações, a procura do custo perfeito para seus produtos sem perda de qualidade tem feito com que as grandes empresas invistam em sistemas de gestão que lhe possibilitem serem mais competitivas frente ao mercado. Essa concorrência comercial configura um ambiente nacional mais disputado e com isso estimula a reorganização dos parâmetros de competitividade ao estabelecer a qualidade no processo (não apenas no produto) como imperativo de continuidade dos empreendimentos de negócios. Diversas ferramentas vêm sendo desenvolvidas, como contribuição da academia ao aperfeiçoamento da gestão das organizações e métodos gerenciais também vem sendo estudados, como o sistema de

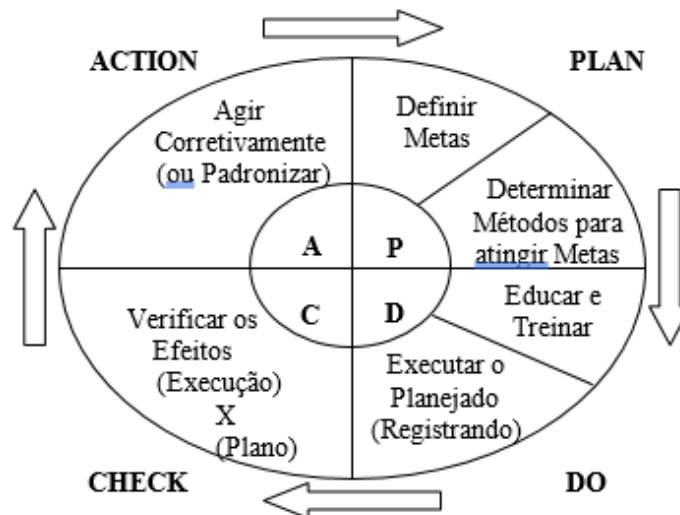
gerenciamento de processos denominado PDCA, foco deste trabalho.

Campos (1996) define o ciclo PDCA na citação abaixo como “um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais.”

Analisando a definição de campos, nos deparamos com o termo “método”. O mesmo é utilizado pelas organizações para gerenciar os seus processos internos de forma a garantir o alcance de metas estabelecidas, tomando as informações como fator de direcionamento das decisões. Para se chegar à meta principal, pode-se rodar estes ciclos em menor escala, dentro do planejamento principal. Por exemplo, para se atingir a meta departamental, cada célula realiza o seu PDCA, estabelecendo metas individuais. O Ciclo PDCA é um método de controle e melhoria aconselhável que deve ser girado constantemente, trazendo resultados positivos para os processos e conseqüentemente para as organizações. Se aplicado corretamente, desde o início do projeto de produtos ou processos pode trazer vantagens exorbitantes de qualidade, produtividade e de custos para a organização.

Esse ciclo ininterrupto de mudança é representado na rampa de melhoria conforme mostrado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Método PDCA de gerenciamento de processos.



Fonte: Campos (1992).

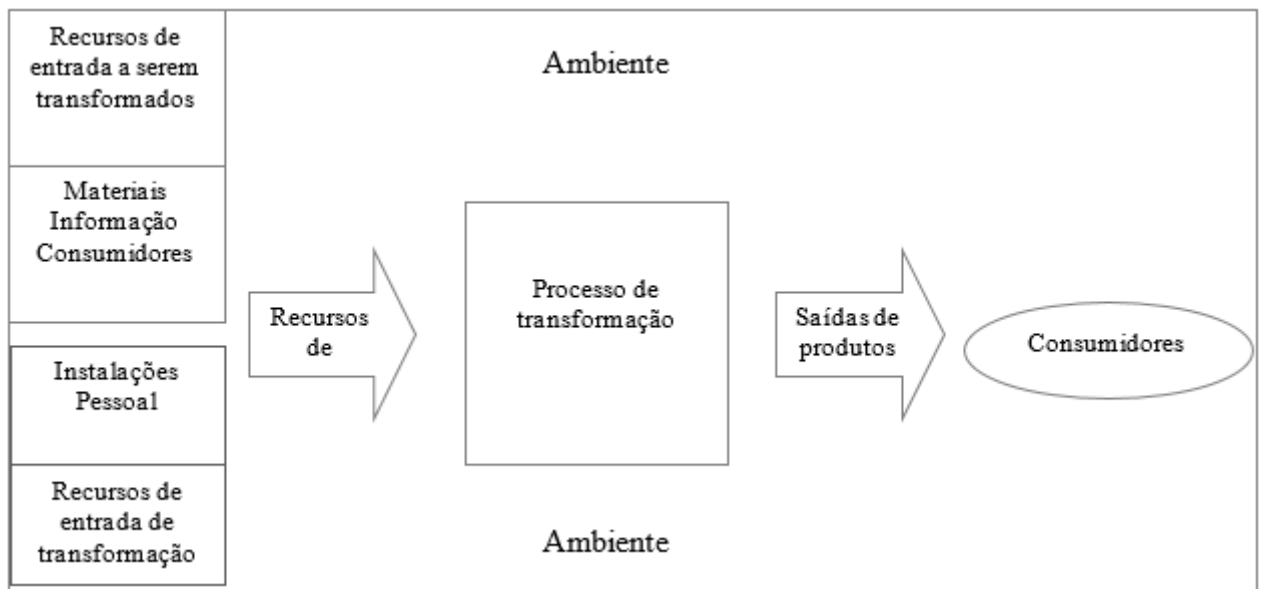
A Figura 03 apresenta as fases do PDCA, sendo que a primeira fase corresponde ao PLAN (planejamento) em que se definem as metas ideais (itens de controle) do processo analisado, estabelecendo-se os métodos para a sua consecução. A segunda etapa compreende

o DO (execução) sendo necessários a educação e o treinamento das pessoas envolvidas, com a execução efetiva das ações planejadas. Paralelamente, as informações geradas no processo são registradas. A terceira etapa é composta do CHECK (verificação) e tem por objetivo comparar a execução (a partir dos dados registrados) com o planejamento. Aqui se pode notar se os resultados propostos inicialmente foram ou não alcançados. A quarta etapa, ACTION implica em ações corretivas; nesta fase, a partir dos resultados alcançados, tem-se dois caminhos distintos a seguir: se a verificação mostrou que não foi possível atingir os resultados propostos, deve-se partir para o estudo de ações corretivas e a seguir retomar o método PDCA; porém se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando assim sua continuidade.

4.3. PRODUTIVIDADE

De acordo com Slack (2002) qualquer operação produz bens ou serviços ou um misto dos dois e faz isso através de um processo de transformação, esta transformação envolve os recursos de entradas que serão trabalhados de modo a gerar uma saída, ou seja, um bem ou um serviço conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Modelo de transformação.



Fonte: SLACK (2002).

Com isso chegamos na equação que define o cálculo para a mensuração da produtividade, sendo a razão entre os recursos de entrada empregados e os resultados obtidos,

conforme apresentado abaixo.

Portanto, têm-se dois lados da equação da produtividade:

- Produtos e/ou serviços produzidos
- Quantidade de recursos utilizados

Essa razão entre esses dois pontos define a produtividade e obviamente que a variação entre os dois tende a aumentar ou diminuir a mesma. A princípio a produtividade pode ser determinada usando qualquer um desses recursos de entrada como denominador para realizar um índice de produtividade.

4.4. ISO 50.001

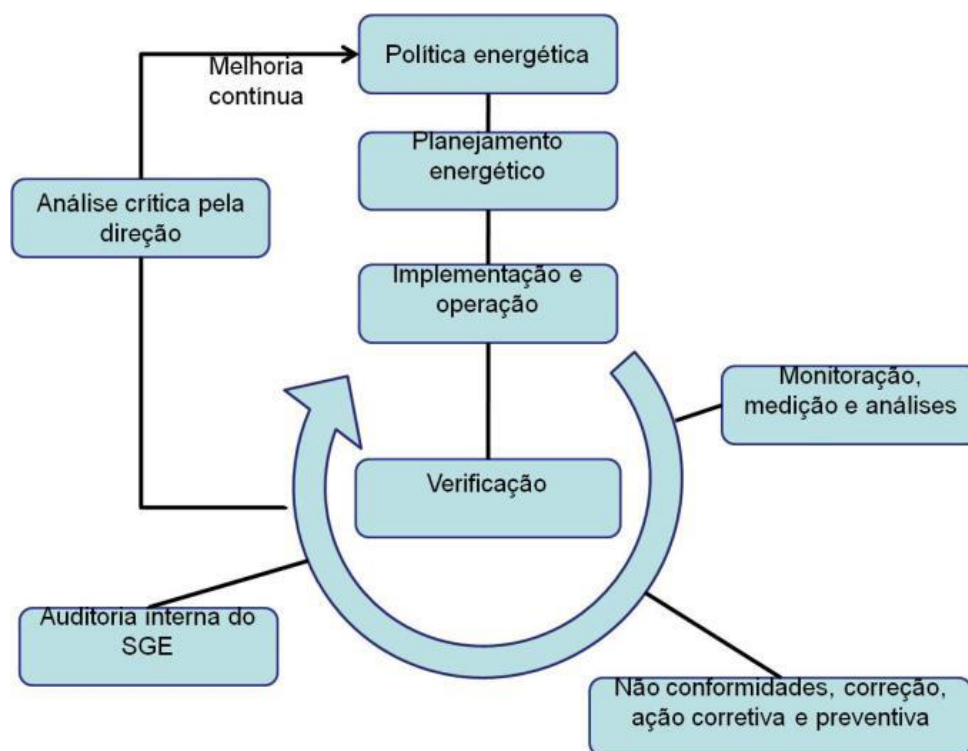
A energia dentro das organizações tem se tornado, cada vez mais, um fator preocupante devido ao constante aumento de seu custo. Considerando essa situação, em 2011 "[...] foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Gestão e Economia de Energia (ABNT/CEE-116)." (ABNT, 2011). A norma ISO 50.001:2011 tem sua estrutura correspondente as demais edições da ISO, como a ABNT NBR ISO 9.001:2008 (Sistema de Gestão da Qualidade), ABNT NBR ISO 14.000:2004 (Sistema de Gestão Ambiental) e ABNT NBR ISO 22.000:2006 (Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos).

Através da gestão de energia, utilizando os princípios da ISO 50.001, é possível reduzir o Custo da energia, reduzir a emissão de GEE (Gases de Efeito Estufa), além da redução de outros impactos ambientais, mediante uma sistemática eficiente, do ponto de vista global de uma organização, as vantagens são: melhoria da competitividade, impacto na mudança climática e o uso eficiente das fontes de energia. (SOARES, 2015)

A ISO 50.001 tem como objetivo preparar as organizações para seguir critérios que visam melhorar o desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo final, através de ações e objetivos a serem alcançados dentro de padrões estabelecidos. (VIANA; FREITAS e TOSTA, 2017).

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 50.001:2011 a implementação é aplicável a indústrias, empresas e instituições públicas ou privadas de todos os portes, sem depender de condições geográficas, culturais ou sociais. A norma baseia-se no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) de melhoria continua de forma a incorporar no dia-a-dia as boas práticas da gestão de energia. De acordo com (ABNT, 2011) o método é dividido conforme a Figura 3 que demonstra o funcionamento deste sistema de gestão energética.

Figura 3 - Modelo de sistema de gestão da energia.



Fonte - ABNT (2011).

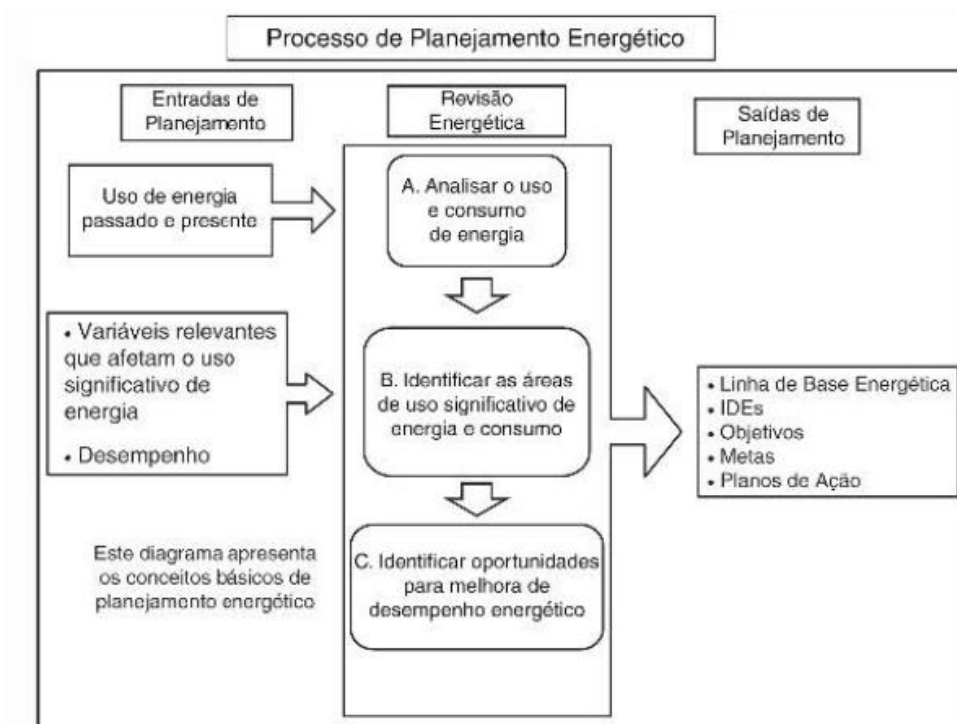
Todo SGE (Sistema de Gestão Energética) requer um alto comprometimento da organização voltado para melhoria contínua dos processos. A etapa fundamental para que ocorra um bom SGE é o planejamento energético, que pode ser dividido em três etapas (entradas de planejamento; revisão energética; saídas de planejamento). Entradas do planejamento, que são todos os levantamentos de dados pertinentes ao planejamento. De acordo com a ABNT NBR ISO 50001, 2011, a análise competitiva (benchmarking) é o processo de coletar, analisar e relacionar dados de desempenho energético de atividades comparáveis visando avaliar e comparar o desempenho entre ou dentro de entidades. Como também requisitos legais que estão relacionados à energia.

Na segunda etapa de Revisão energética, conta com a análise de consumo energético. Krause (2002) define diagnóstico energético como a avaliação de todos os sistemas consumidores de energia. Convém que o processo de identificação e avaliação do uso de energia leve a organização a definir áreas de uso significativo de energia e identificar oportunidades de melhoria de desempenho energético. (ABNT, 2011)

E por fim a terceira etapa são as saídas do planejamento que representam: linha de base energética, que pode ser defendida como referências quantitativas de tempo e suas variáveis; Os Indicadores de Desempenho Energético que demonstram o estado de eficiência energética

dos diferentes sistemas para um SGE; Objetivos; Metas e Planos de Ação que focalizem atingir melhorias na totalidade da gestão da energia ou melhorias no próprio processo de SGE (ABNT, 2011). Em suma todo o processo de planejamento pode ser evidenciado na Figura 4 abaixo:

Figura 4 - Esquematização do planejamento energético.



Fonte - ABNT (2011).

4.5. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Em busca de novas tecnologias para o uso de energias renováveis, os sistemas fotovoltaicos encontram-se em crescente utilização. Com isso, tem-se explorado novos materiais e realizado pesquisas para o avanço da tecnologia fotovoltaica. (CEMIG, 2012).

O silício (Si) é o principal material na fabricação das células fotovoltaicas (FV), e se constitui como o segundo elemento químico mais abundante na terra. O mesmo tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo (CEMIG, 2012).

Existem três tecnologias aplicadas para a produção de células FV, classificadas em três gerações de acordo com seu material e suas características.

A primeira geração é composta por silício cristalino (c-Si), que se subdivide em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), representando 85% do mercado, por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança (CEPEL & CRESESB, 2014).

A segunda geração, também chamada de filmes finos, é dividida em três cadeias: silício

amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe).

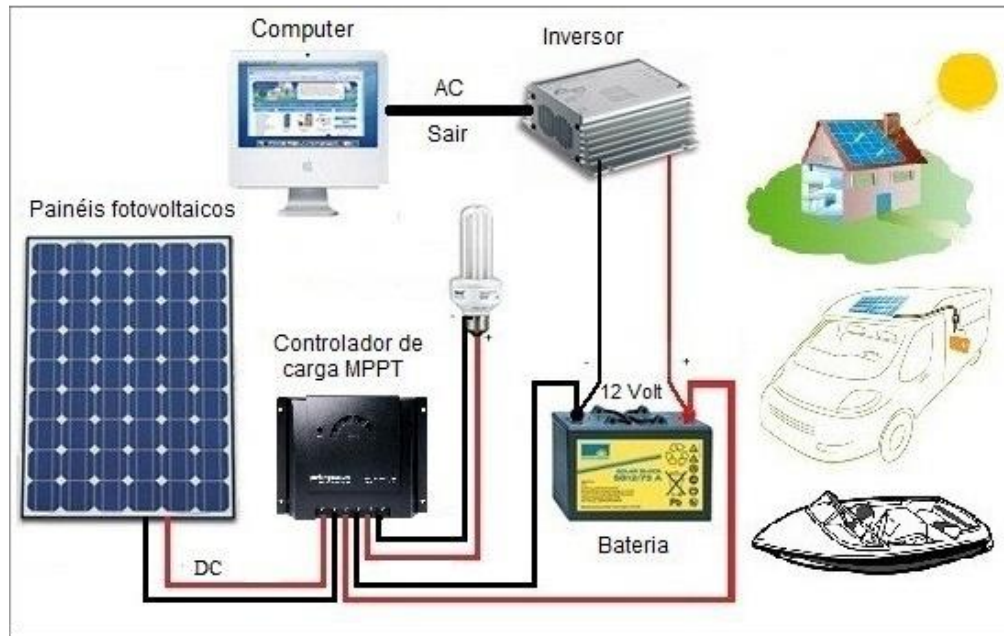
A terceira geração, é definida pelo IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos como:

Células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar que as células baseadas em um único band-gap eletrônico. De forma geral, a terceira geração deve ser altamente eficiente, possuir baixo custo/watt e utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade. (IEEE, 2014)

Por fim, ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento, têm-se as células orgânicas ou poliméricas (CEPEL & CRESESB, 2014).

Os painéis solares, ou módulos, são os principais componentes do sistema fotovoltaico de geração de energia. Estes são formados por um conjunto de células fotovoltaicas associadas, eletricamente, em série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes determinadas em projeto. O conjunto destes módulos é chamado de gerador fotovoltaico e constituem a primeira parte do sistema, ou seja, são os responsáveis no processo de captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011). O Figura 5 abaixo representa um diagrama elétrico de um sistema fotovoltaico.

Figura 5 -Diagrama elétrico fotovoltaico sistema on grid



Fonte: Mppt Solar (2016).

Atualmente são vários os exemplares de módulos solares produzidos, podendo ser rígidos ou flexíveis, de acordo com o tipo de célula empregada (PINHO & GALDINO, 2014). Em relação à fabricação dos painéis, torna-se importante ressaltar que, de acordo com Pinho &

Galdino (2014), a produção dos módulos solares tem sofrido grande interferência governamental a partir de incentivos fiscais e ambientais. Com isso, o aumento da produção destes componentes tem reduzido os custos para a efetivação do sistema.

4.6. SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.6.1. SISTEMAS AUTÔNOMOS OU ISOLADOS (*OFF GRID*)

São sistemas que não dependem da rede elétrica convencional para funcionar, sendo possível sua utilização em localidades carentes de rede de distribuição elétrica. Existem dois tipos de autônomos: com armazenamento e sem armazenamento. O primeiro pode ser utilizado em carregamento de baterias de veículos elétricos, em iluminação pública e, até mesmo, em pequenos aparelhos portáteis (VILLALVA & GAZOLI, 2012). Enquanto o segundo, além de ser frequentemente utilizado em bombeamento de água, apresenta maior viabilidade econômica, já que não utiliza instrumentos para o armazenamento de energia (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011).

A composição e funcionamento do sistema autônomo para a iluminação pública, por exemplo, poderia ser feita, segundo Schuch et al. (2010), por: “Um painel fotovoltaico (FV), responsável por carregar as baterias durante o período diurno através de um conversor CC-CC. (...). Durante a noite, as baterias fornecem energia para (...)” os equipamentos que fornecem intensidade luminosa.

4.6.2. SISTEMAS LIGADO A REDE (*ON GRID*)

São aqueles que trabalham concomitantemente à rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Tal conversão se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre o painel e a rede elétrica. (PEREIRA & OLIVEIRA, 2013).

4.6.3. SISTEMAS HÍBRIDOS

A associação de sistemas fotovoltaicos com demais fontes de energia fundamenta-se no sistema híbrido. O seu maior benefício é proporcionar eletricidade (armazenada nas baterias), na privação de sol, ou seja, em dias de baixa, ou nenhuma, geração. No entanto, é apontado como um sistema complexo, já que necessita integrar diversas formas de produção de energia elétrica, como motores à diesel ou gás, ou por geradores eólicos (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011).

4.6.4. EQUIPAMENTOS AUXILIARES

Para o funcionamento de um sistema fotovoltaico é necessário a instalação de equipamentos auxiliares em conjunto com os módulos. Esses componentes atuarão, principalmente, no processo de armazenamento e distribuição da energia elétrica gerada, sendo diferenciados de acordo com o tipo de sistema implantado, se *on grid* ou *off grid*.

4.6.5. CONTROLADORES DE CARGA

Também chamado de regulador de carga, este componente é, geralmente, utilizado em sistemas *off grid*, ou seja, que empregam o uso de baterias para o armazenamento de energia. De acordo com Pereira & Oliveira (2011), os controladores de carga têm como principal função proteger os acumuladores, isto é, as baterias de sobrecargas do sistema. Além disso, se bem regulados, asseguram que o sistema opere em sua máxima eficiência.

Messenger & Ventre (2010) complementam a finalidade deste equipamento ao afirmar que, ajustados corretamente, irão garantir o bom desempenho do sistema de baterias sob várias condições (carga, descarga e variações de temperatura).

O princípio de funcionamento, da proteção da bateria através dos controladores de carga, consiste em impedir que ela sofra sobrecarga de tensão e prevenir que ela seja completamente descarregada. Ambas as situações acarretam desgaste e, conseqüentemente, diminuição da vida útil da bateria, por isso devem ser controladas (PINHO & GALDINO, 2014).

4.6.6. BATERIAS

As baterias, ou acumuladores, entre os diversos sistemas, são mais utilizadas naqueles isolados da rede elétrica, ou seja, *off grid*. Segundo Dazcal & Mello (2008), são dispositivos responsáveis por fazer o armazenamento da energia elétrica gerada pelos módulos, com o intuito de suprir a demanda da mesma na ausência da radiação solar. Com isso, podem ser consideradas de extrema importância, já que a radiação solar não ocorre nos períodos noturnos, e é reduzida em dias nublados.

Existem outros equipamentos capazes de realizar a função de armazenamento da energia, porém, a bateria ainda é utilizada em maior escala, devido à sua eficiência de funcionamento. A mesma é definida como:

(...) um conjunto de células ou vasos eletroquímicos, conectados em série e/ou paralelo, capazes de armazenar energia elétrica na forma de energia química por meio de um processo eletroquímico de oxidação e redução que ocorre em seu interior (PINHO & GALDINO, 2014).

São vários os tipos de baterias existentes, distinguindo-se devido às células empregadas, as quais influenciam diretamente na eficiência de armazenamento. Considerando o fato de que nem todos os modelos são economicamente viáveis, Messenger & Ventre (2010) apresentam as baterias de chumbo-ácido como o tipo, até hoje, mais utilizado para os sistemas fotovoltaicos.

Segundo Copetti & Macagnan (2007, p.8), “a bateria para aplicações FV deve apresentar como principais características: capacidade de ciclagem, alta eficiência energética, longa vida útil, pouca manutenção e baixo custo.”

4.6.7. INVERSORES

Os inversores são dispositivos eletrônicos que fornecem energia elétrica em corrente alternada a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (PINHO & GALDINO, 2014).

De acordo com Pereira & Oliveira (2011), a energia elétrica na saída dos módulos fotovoltaicos é em corrente contínua (CC). Isto inviabiliza a sua aplicação direta na maioria dos equipamentos que trabalham, somente, em corrente alternada (CA). Para a solução deste problema, empregam-se os inversores, capazes de realizar a conversão desta tensão contínua para um valor de tensão em CA. Além disso, este equipamento é capaz de ajustar a frequência e nível de tensão gerada, para que o sistema possa ser conectado à rede pública, on grid, de acordo com as normas vigentes estabelecidas pela Aneel.

Para selecionar o inversor adequado a ser utilizado em um sistema fotovoltaico, segundo Messenger & Ventre (2010), os requisitos a serem analisados são: a forma de onda da carga e a eficiência do próprio inversor.

4.7. ILUMINAÇÃO

A quantidade de luz em um ambiente determina a qualidade e desempenho em atividades executadas, refletindo também na segurança do indivíduo no meio inserido. A iluminação deficiente tem um efeito negativo no bem-estar humano, além de conduzir a uma execução ineficiente ou perigosa das tarefas humanas, incluindo circulação nos edifícios e estradas, aumentando o risco de acidentes. (PROCEL, 2011)

Quadro 2 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais (em lux).

Atividade	E (mínima)	E (média)	E (máxima)
Orientação simples para permanência curta	50	75	100
Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos, saguão, sala de espera	100	150	200
Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios	200	300	500
Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios	500	750	1000
Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção	1000	1500	2000

Fonte: PROCEL (2011).

O Quadro 2 acima demonstra a faixa de iluminância (lux), em determinado ambiente, dependendo da atividade desempenha. A norma NBR 5413/1992 que trata da iluminação de ambientes internos, estabelecendo os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras. (ABNT, 1992)

4.7.1. TELHAS TRANSLÚCIDAS

As telhas translúcidas de alta tecnologia proporcionam um ambiente claro, elegante além de uma notável economia na energia de aproximadamente 30%. São indicadas para proporcionar claridade natural ao ambiente gerando muito mais economia, ao mesmo tempo inibindo a passagem dos raios Ultravioletas, promovendo um ambiente confortável e saudável. As telhas são fabricadas com película de proteção superior, evitando assim o afloramento das fibras, todos os perfis encontrados na linha fibrocimento, padrão alumínio e padrão aço são fabricados em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro).

Os ganhos com as telhas translúcidas são extremamente notáveis nos aspectos:

- 1- Redução no consumo de energia elétrica;
- 2- Material leve e de fácil instalação;
- 3- Medidas padronizadas;
- 4- Garantia do produto;
- 5- Utilizam os mesmos acessórios de fixação das telhas de alumínio, aço e fibrocimento, tornando sua aplicação simples e econômica.

4.8. LOCAL DE ESTUDO

4.8.1. IDEOLOGIA

A empresa em estudo, fabricante de acumuladores elétricos tem como princípios maiores:

1. Buscar a satisfação dos clientes;
2. Melhorar continuamente os processos e produtos;
3. Estimular os colaboradores para o desenvolvimento pessoal e profissional.

4.8.2. ÁREA DE ATUAÇÃO

Atua no setor de acumuladores elétricos para os mercados automotivos.

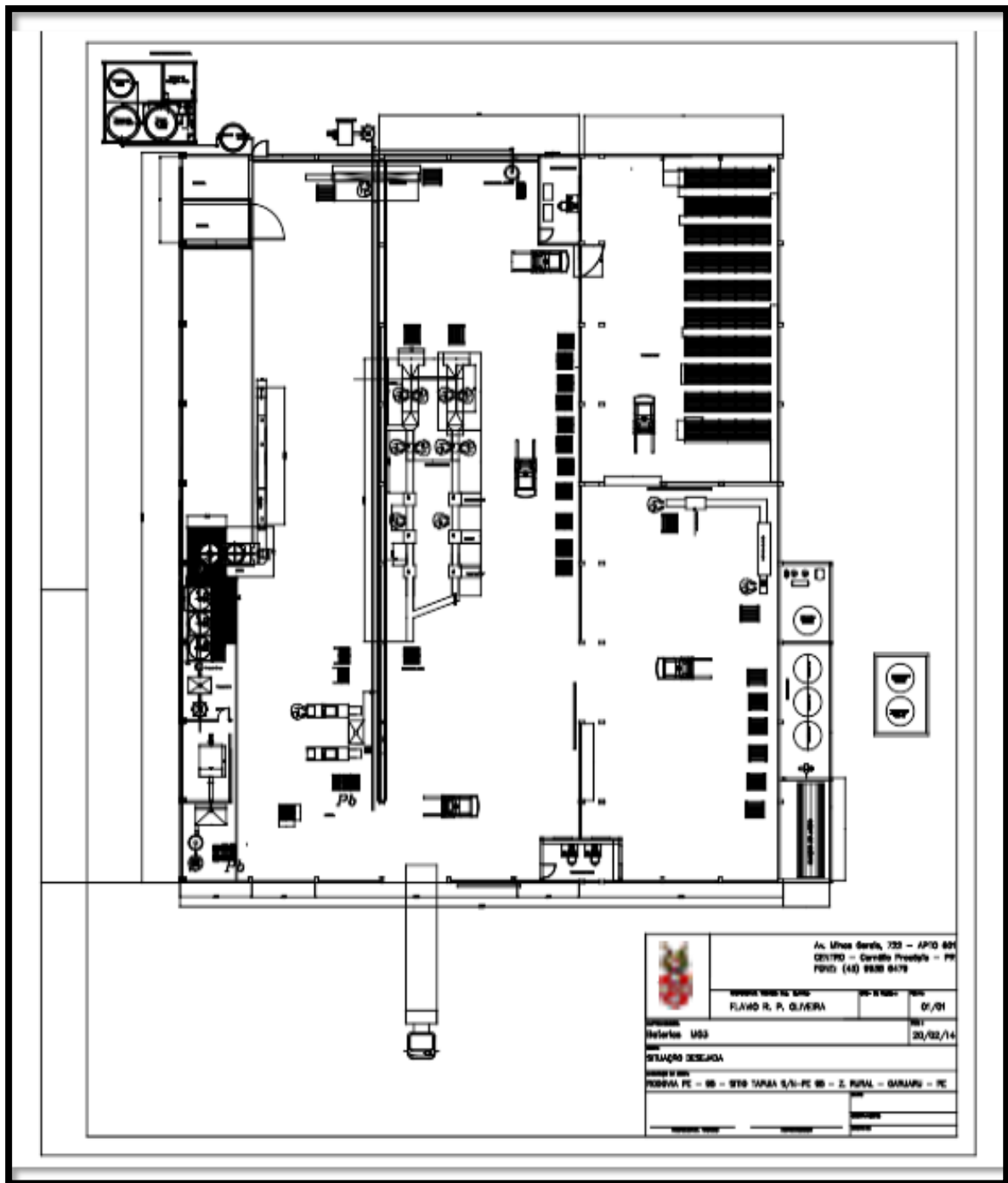
4.8.3. PRINCIPAIS PRODUTOS E SERVIÇOS PRODUZIDOS

Tem como principal produto bateria leves e pesadas. E atualmente produz baterias de 45 Ah, 60 Ah, 100 Ah, e 150 Ah.

4.8.4. ÁREA DE PRODUÇÃO

A fábrica disponibiliza uma área total de 1.946,16 m², onde o galpão é dividido em três blocos. O primeiro é a transformação do chumbo lingoteado em placas de chumbo. O segundo é a etapa de montagem da bateria e o terceiro é o bloco de carregamento elétrico e expedição. Conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 - Foto da planta baixa da Fábrica.



Fonte: Fornecido pela Empresa (2018).

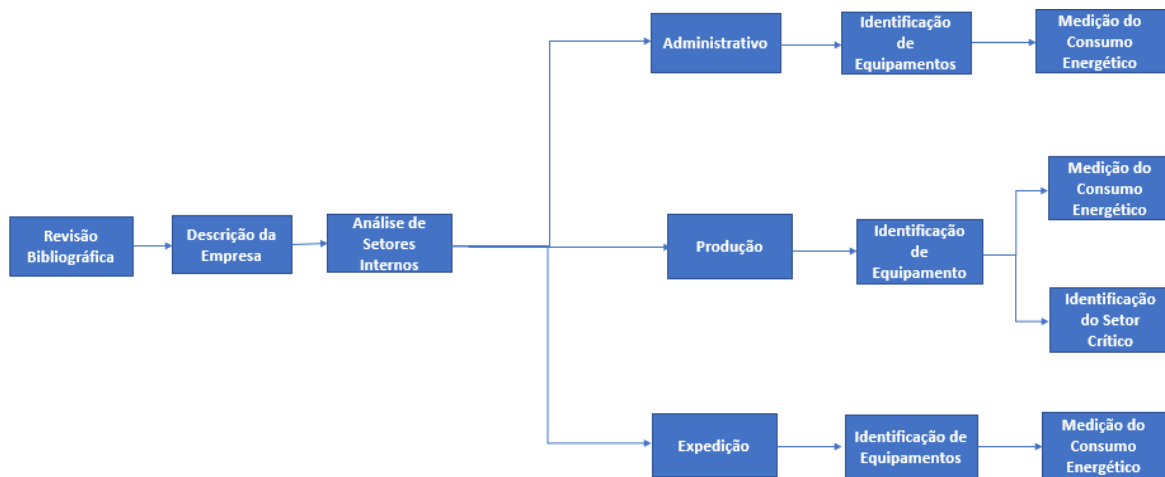
5. MÉTODOS E MATERIAIS

GIL (2008) define a pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

5.1. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Os procedimentos operacionais da pesquisa se fundamentam de acordo com a Figura 7, onde toda a pesquisa científica e todo o corpo do presente trabalho se caracterizou.

Figura 7 - Diagrama de procedimento operacionais da pesquisa.



Fonte: Autor (2018).

A etapa de revisão bibliográfica é voltada a pesquisas na área de eficiência energética, conceitos de produtividade e ciclos de melhorias, conhecimento teórico sobre o funcionamento de placas fotovoltaicas, ISO 500001 focado na aplicação do planejamento energético, descrição e análise do mercado brasileiro frente ao tema.

O estudo do histórico empresarial, estudo de informações internas da empresa, descrição de missão, visão e valores da empresa frente aos seus clientes, colaboradores e a sociedade embasou-se a descrição da empresa. Estudo estratégico da empresa, análise de informações cedidas e pré-estabelecidas pela empresa que o estudo se desenvolveu. Busca por descrever todos os setores que tem participação direta no estudo.

- Administrativo:

Identificação dos postos de trabalho e dos equipamentos que geram consumo de energia e medições através de equipamentos como o Luxímetro, seguindo a ABNT-5413/1992 que é destinada a iluminação de ambientes internos de trabalho.

Identificação do consumo energético médio do departamento.

- **Produção:**

Identificação de todo o processo produtivo e a elaboração de um fluxograma horizontal de todo o processo produtivo, com barras decisórias e blocos de cada processo, em que o produto se submete e é elaborado. Identificação e levantamento de capacidades energética nominais de máquinas e processos e a real capacidade energética que cada máquina está exercendo. Identificação de o processo crítico de toda a fabricação e elaboração de investimento necessário para implementação de eficiência energética e melhorias de consumo energético.

- **Expedição:**

Levantamento de todos os equipamentos que existem consumo energético, medição de lux de lâmpadas dos ambientes de trabalho seguindo a ABNT- 899. Identificando e interpretando o consumo médio energético do departamento

5.2. PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Com base nos princípios da norma ABNT NBR ISO 50.001 a pesquisa embasou-se em estratégias para se obter dados referente ao consumo energético e seus principais indicadores descritos nos itens a seguir.

5.2.1. ENTRADAS E SAÍDAS DO PLANEJAMENTO

As entradas do planejamento são consideradas dados coletados, através de visitas ao local, documentos pertinentes a energia, levantamento de quantitativo de consumo, entre outros meios de obter as medidas necessárias, objetivando conhecer e mensurar as necessidades energéticas atuais, a fim de obter-se dados pertinentes para direcionar o planejamento.

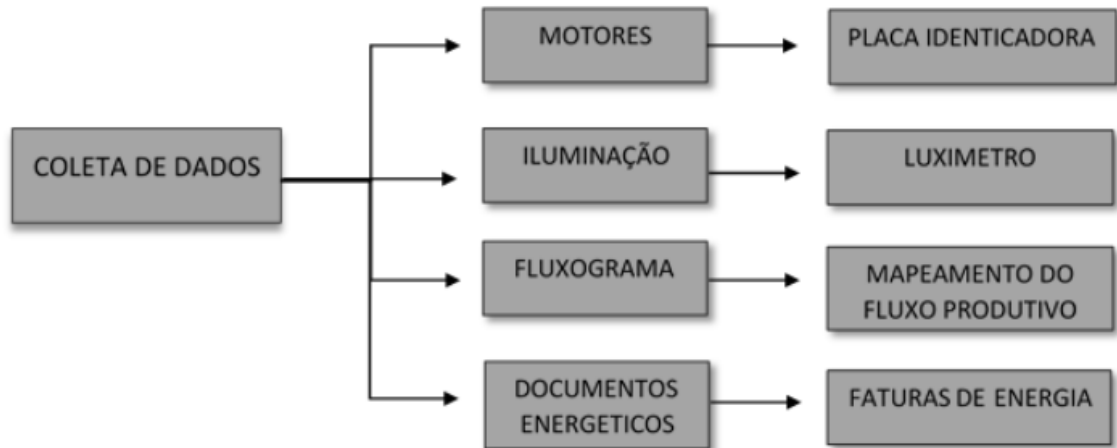
Em suas saídas, proponha-se medidas mitigatórias de redução de consumo, mediante a análise dos dados, desta forma direcionando as melhorias no consumo energético da fábrica e com isso alcançar melhores resultado, reduzindo os custos e aumentando a produtividade.

5.2.2. MEDIÇÕES DE CONSUMO

Os dados coletados seguem o fluxo descrito na Figura 8 abaixo, que detalha os pontos coletados que são motores, iluminação, fluxograma do processo e documentos energéticos.

Diante de cada local realizou as coletas de forma quantitativa, mensurando os valores atuais de cada local.

Figura 8 - Fluxograma da Metodologia da coleta de dados do estudo.



Fonte: Autor (2018).

No processo de medição de consumo energético deu-se da seguinte maneira:

- Potência dos equipamentos:

A aquisição de dados deu-se através da análise da potência nominal dos motores e equipamentos utilizados, observando as placas identificadoras, bem como as informações dos fabricantes.

- Luminosidade:

O Luxímetro digital Minipa modelo MLM-1011 (Figura 9). Utilizado para medir a luminosidade do ambiente, podendo ser utilizado para determinar a absorbância de uma área plana. O Luxímetro mede a quantidade de luz em Lux com faixa de 2.000Lux (leitura x1 Lux), 20.000Lux (leitura x10 Lux), 100.000Lux (leitura x100 Lux). Possui uma fotocélula em forma de calota esférica. A Figura 9 apresenta o luxímetro digital e sua fotocélula.

Figura 9 - Luxímetro Digital MLM-1011.



Fonte: Minipa (2018).

A coleta de dados obteve-se por meio de medição em dois horários manhã e tarde, realizou-se 5 medições em cada ponto e por fim obteve-se a média de cada ponto nos dois horários.

- Detalhamento do processo:

O fluxo existente do processo como informação inicial, possibilitando o detalhamento de um novo fluxograma, mediante visitas ao local a fim de compreender as etapas do processo. Utilizou-se o software Bizagi para formulação do novo fluxograma.

- Consumo atual:

Mediante três faturas energéticas fornecidas pela empresa de Baterias, possibilitando a compreensão do consumo atual, como direcionador para desenvolver propostas de otimização.

5.2.3. ESTRATIFICAÇÃO DO CONSUMO

Nesta etapa foi analisado e estratificado do o consumo com o auxílio de uma ferramenta de estatística: o gráfico de Pareto, onde o mesmo é um gráfico de barras, feito a partir de um processo de coleta de dados e é utilizado quando se deseja priorizar problemas ou causas relativas a um determinado tema (WERKEMA, 2006). A partir do resultado o gráfico foi interpretado e identificado o equipamento que pode ser fonte de problemática mais expressiva para o estudo realizado.

5.2.4. RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO

O cálculo ROI possibilita decidir sobre os valores a serem investidos, seja por meio das economias feitas ou pelo acréscimo do faturamento. É importante salientar que o ROI pode ser aplicado a todos os tipos de investimentos. Este fato reflete a crescente demanda por evidências de retornos positivos sobre os investimentos em todos os tipos de projetos. O ROI pode ser utilizado para medição da qualidade, processos, procedimentos, gestão de mudanças, marketing e outros. (ANDRU, 2011). Através da obtenção do ROI foi possível identificar o prazo para a instalação de placas fotovoltaicas em alguns equipamentos da empresa e também a implementação de telhas translúcidas. Na figura 10, é demonstrado a fórmula para a obtenção do ROI (Retorno sobre Investimento).

Figura 10 - Fórmula para obtenção do ROI.

$$RF_t = \sum_N^{I=1} RF_i$$

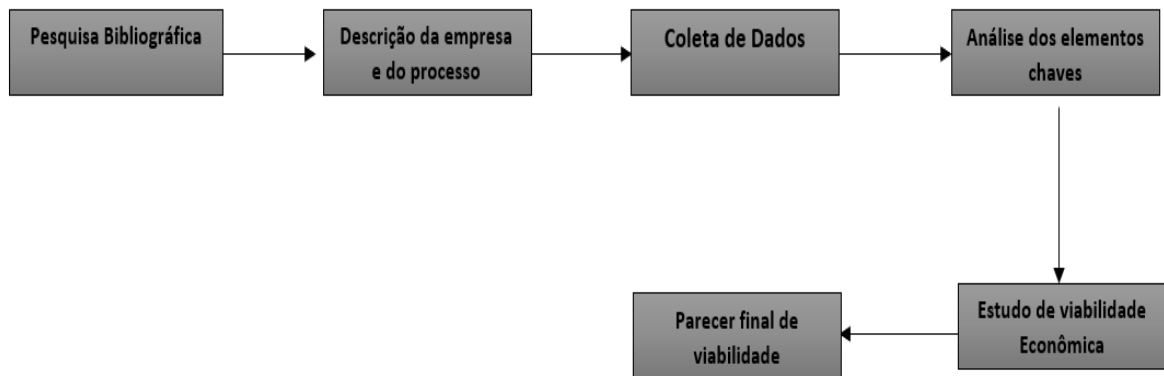
Fonte: Autor (2018).

5.3. ANÁLISE DE DADOS

Enise Barth (2003) define análise de dados como o processo de formação de sentido além dos dados, e esta formação se dá consolidando, limitando e interpretando o que as pessoas disseram e o que o pesquisador viu e leu, isto é, o processo de formação de significado. A análise dos dados é um processo complexo que envolve retrocessos entre dados pouco concretos e conceitos abstratos, entre raciocínio indutivo e dedutivo, entre descrição e interpretação. Estes significados ou entendimentos constituem a constatação de um estudo.

Objetivando o estudo seguiremos o fluxograma da Figura 11 a seguir, onde passaremos por seis etapas. Sendo elas:

Figura 11 - Fluxograma da Metodologia do estudo.



Fonte: Autor (2018).

Em primeiro plano será realizado uma pesquisa bibliográfica com a intenção de fundamentar as experiências no assunto. Em seguida, será realizada a descrição da empresa e do processo produtivo. Por conseguinte, será feito a coleta de dados, descrita na Figura 10 a seguir, de forma a obter as ações de análises e interpretações dos mesmo para um posterior parecer.

6. RESULTADOS E ANÁLISES

6.1. PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (ISO 50.001)

Os resultados obtidos mediante os conceitos da norma ISO 50.001 aplicados na indústria de baterias desdobraram-se em dados energéticos significativos para o estudo.

6.1.1. ENTRADAS DO PLANEJAMENTO

Nesta fase encontrou-se a média de consumo energético de 3 meses, obtendo-se uma média, conforme mostra o Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Histórico de Consumo Mensal.

MÊS	MÉDIA DE CONSUMO (R\$)
JUNHO	20.738,39
JULHO	40.645,66
AGOSTO	25.853,65
MÉDIA DE CONSUMO	29.079,23

Fonte: Autor (2018).

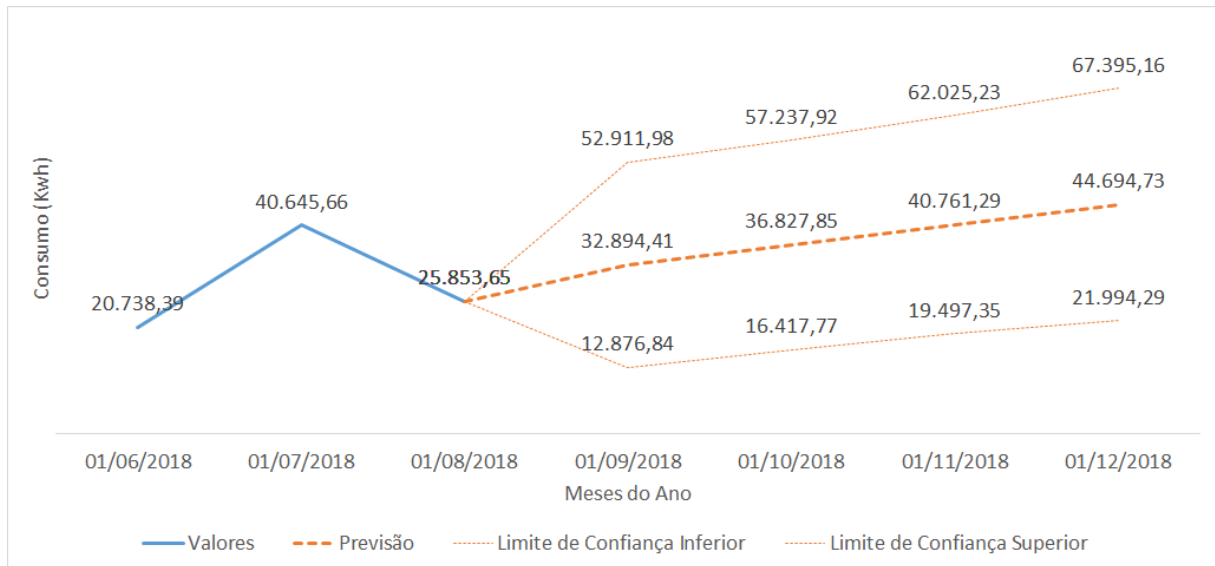
Percebe-se que o consumo médio é de R\$29.079,23, salientando que este valor não leva em consideração as multas e juros de cada mês, bem como o excesso da demanda contratada. Outra análise relevante é que no mês de julho esse valor de R\$ 40.645,66 é devido o produto ter sazonalidades na produção gerando uma grande demanda do produto. Fazendo uma Projeção do consumo obtém-se o Quadro 4 e o Gráfico 1, abaixo.

Quadro 4 - Projeção de Consumo.

PROJEÇÃO DE CONSUMO ENERGÉTICO				
Meses	Consumo	Projeção	Limite Inferior	Limite Superior
Junho	20.738,39	-	-	-
Julho	40.645,66	-	-	-
Agosto	25.853,65	25.853,65	25.853,65	25.853,65
Setembro	-	32.894,41	12.876,84	52.911,98
Outubro	-	36.827,85	16.417,77	57.237,92
Novembro	-	40.761,29	19.497,35	62.025,23
Dezembro	-	44.694,73	21.994,29	67.395,16

Fonte: Autor (2018).

Gráfico 1 - Projeção de Consumo Energético.



Fonte: Autor (2018).

Analisando o Gráfico 1 que trás uma visão mais clara do Quadro 4, onde têm-se os limites superiores e inferiores de consumo e uma previsão média chegando a R\$ 44.994,73.

Na análise do consumo energético dos motores e equipamentos obteve-se os seguintes dados descrito no Quadro 5:

Quadro 5 - Consumo Energético do Maquinário.

Nº	Identificação da Máquina	Potência Individual (Kw)	Dias por Semana (nº)	Consumo Total Semanal (Kwh)	Consumo Total Mensal (Kwh)	Consumo Total Anual (Kwh)	Percentual de Consumo (%)
1	CARREGADOR ELÉTRICO (5 uni.)	1,8	3	950,40	3.801,60	45.619,20	27,55%
2	MOINHO	32,3	2	904,40	3.617,60	43.411,20	26,22%
3	FACÃO FUNDIDORA	4,446	5	222,30	889,20	10.670,40	6,44%
4	MASSEIRA	9,88	2	197,60	790,40	9.484,80	5,73%
5	ESTEIRA FUNDIDORA	1,3148	5	65,74	262,96	3.155,52	1,91%
6	ESTEIRA - EMPASTADEIRA	5,9394	1	59,39	237,58	2.850,91	1,72%
7	CARREGADOR INDIV. ELÉTRICO	1,8	5	54,00	216,00	2.592,00	1,57%
8	CICLONE - MOINHO	1,881	2	52,67	210,67	2.528,06	1,53%
9	QUEIMADOR DA FUNDIDORA	0,55	5	27,50	110,00	1.320,00	0,80%
10	EXTRUSORA	0,665	5	26,60	106,40	1.276,80	0,77%
11	EMPASTADEIRA	1,8012	1	18,01	72,05	864,58	0,52%
12	LAVADOR DE GÁS - MASSEIRA	1,4136	1	14,14	56,54	678,53	0,41%
13	TÚNEO - EMPASTADEIRA	1,4136	1	14,14	56,54	678,53	0,41%
14	BOMBA DE ÁGUA - MOINHO	0,722	2	10,11	40,43	485,18	0,29%
15	EMBALADORA DE BATERIAS	0,494	4	7,90	31,62	379,39	0,23%
16	VÁLVULA DO CICLONE -MOINHO	0,2622	2	7,34	29,37	352,40	0,21%
17	FILTRO DE MANGA - MOINHO	0,2622	2	7,34	29,37	352,40	0,21%
18	PELOTEIRA	0,483	1	4,35	17,39	208,66	0,13%
19	VENTILADOR - MASSEIRA	0,792	1	3,17	12,67	152,06	0,09%
20	ROSCA DA BALANÇA - MASSEIRA	0,44	1	0,88	3,52	42,24	0,03%
21	VÁLVULA DO SILO 1	0,2622	1	0,52	2,10	25,17	0,02%
22	VÁLVULA DO SILO 2	0,2622	1	0,52	2,10	25,17	0,02%
23	VÁLVULA DO SILO 3	0,2622	1	0,52	2,10	25,17	0,02%
24	AGITADOR - MASSEIRA	0,1342	1	0,27	1,07	12,88	0,01%
-	OUTROS EQUIPAMENTOS	20	5	800,00	3.200,00	38.400,00	23,19%
SOMA TOTAL				2.649,55	13.799,27	165.591,25	100%

Fonte: Autor (2018).

Conforme mostra o quadro percebe-se que os equipamentos Carregadores Elétricos com 5 unidades, localizado no setor de Formação, têm o maior consumo no processo produtivo com 27,55% do consumo total da fábrica, desta forma torna-se o setor crítico de energia, logo visa a necessidade de um estudo mais focado neste setor para implantação de melhorias de eficiência energética mais aprofundadas.

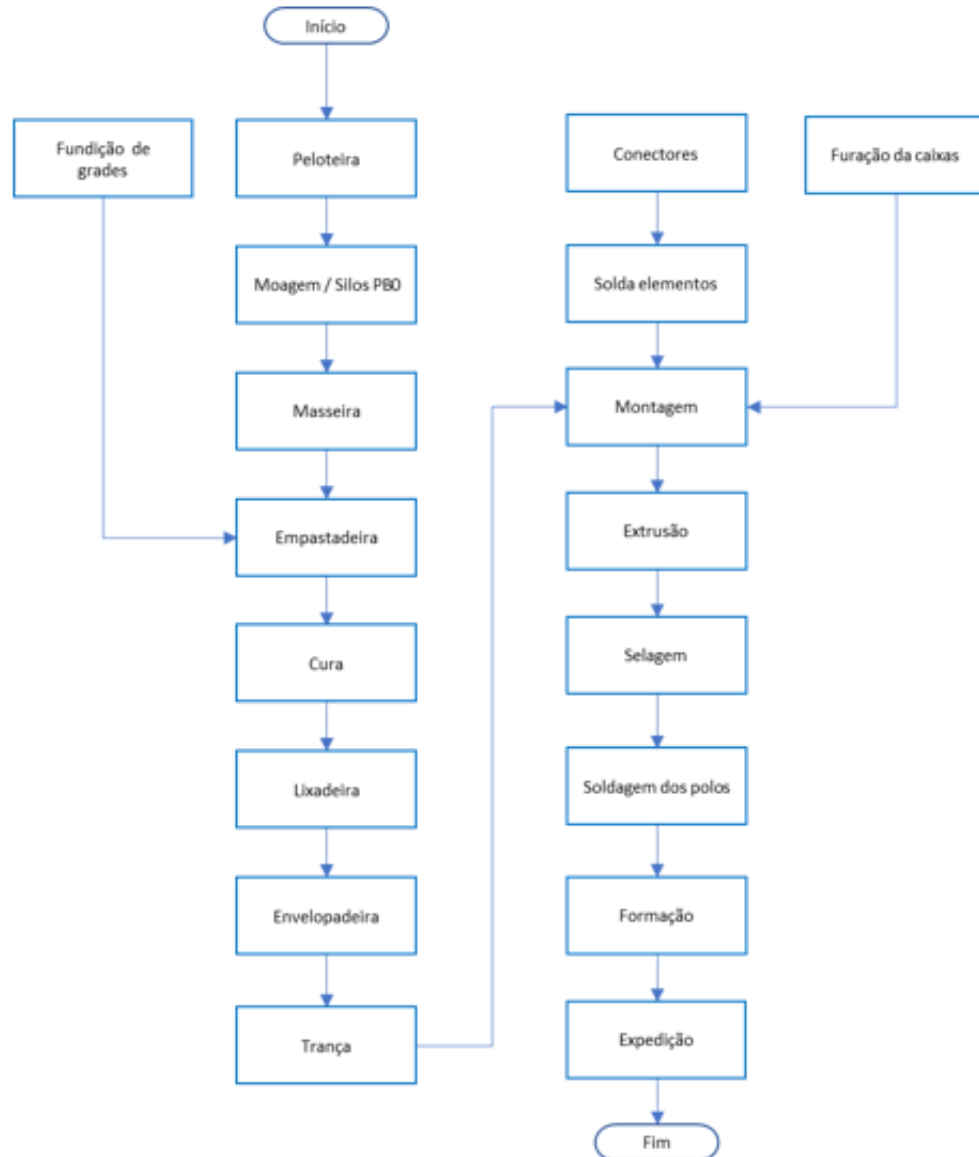
6.1.2. REVISÃO ENERGÉTICA

6.1.2.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO

O fluxograma representado na Figura 11 abaixo mostra todo o processo produtivo de montagem, formação, acabamento e expedição das baterias. Analisamos todos os processos

para entendermos onde teríamos uma oportunidade de ganho com redução de custo decorrente do consumo energético, obviamente que a área escolhida seria a mesma.

Figura 12 - Fluxograma do processo Atual.



Fonte: Empresa de Baterias (2018).

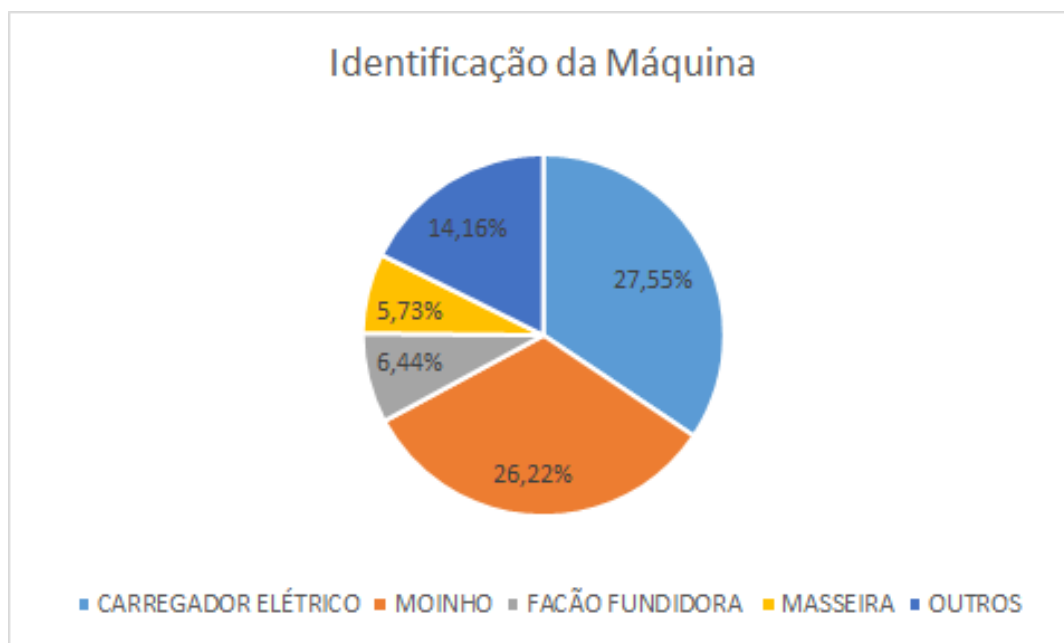
O estudo realizado nos levou a uma oportunidade observada na área de Formação, pois é onde se encontra uma grande concentração de carregadores que alimentam as baterias em processo depositando carga elétrica e com isso o consumo elétrico dessa área é muito significativo comparado ao consumo total da fábrica.

6.1.2.2. MEDIÇÕES DE CONSUMO

Aprofundando mais a pesquisa fez-se o levantamento do consumo energético por

maquinas, conforme mostra o Gráfico 2, abaixo. Onde percebe-se os carregadores elétricos com o maior consumo energético, conforme descrito anteriormente no Quadro 5.

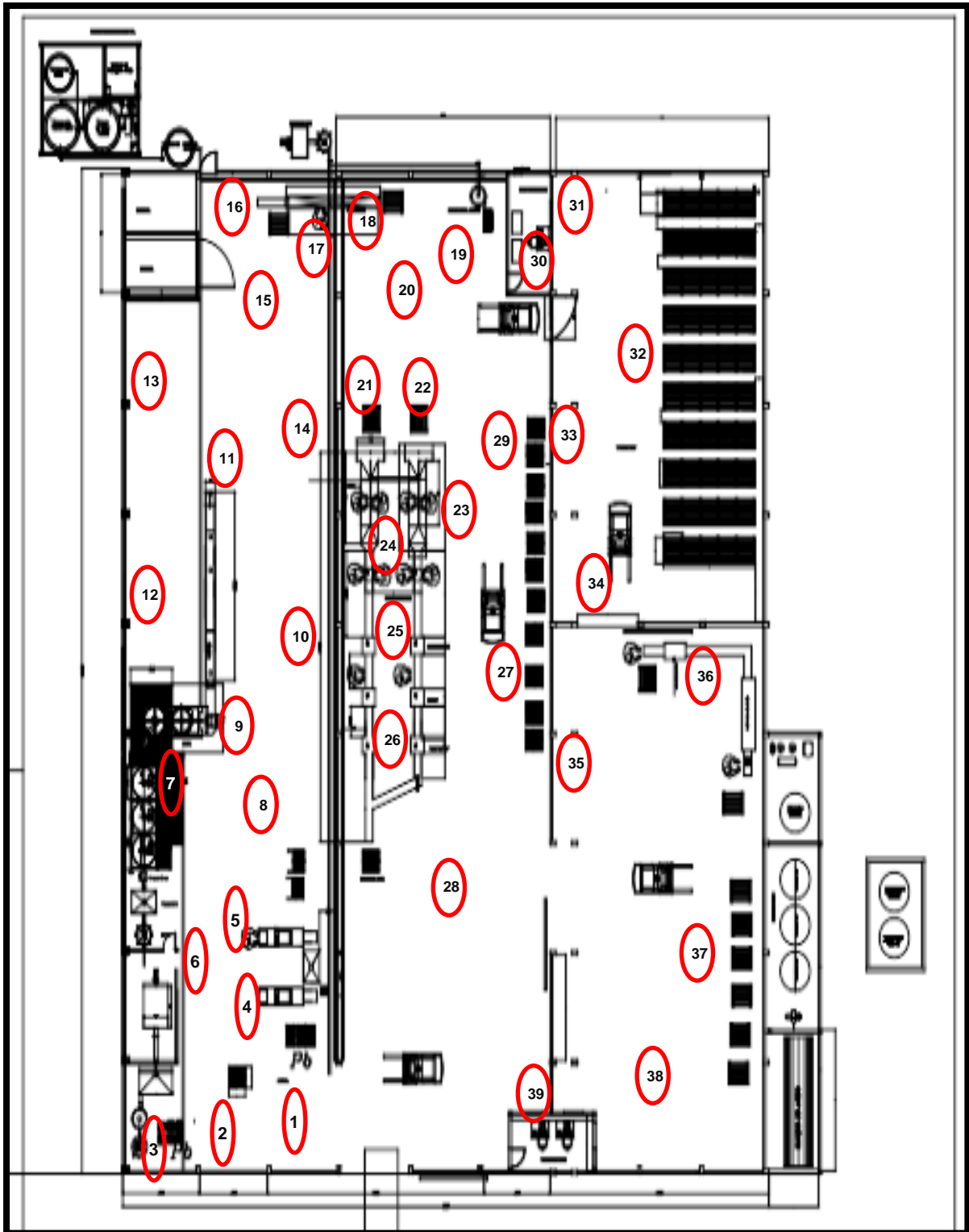
Gráfico 2 - Identificação de Consumo energético por Máquina.



Fonte: Autor (2018).

Na Iluminação foram realizadas medições em dois horários, utilizou-se (x10 Lux) para o período do dia e (x1 Lux) para o período da noite. As medições foram executadas em locais da fábrica conforme mostra a Figura 12, abaixo

Figura 13 - Identificação dos locais de medição do Lux.

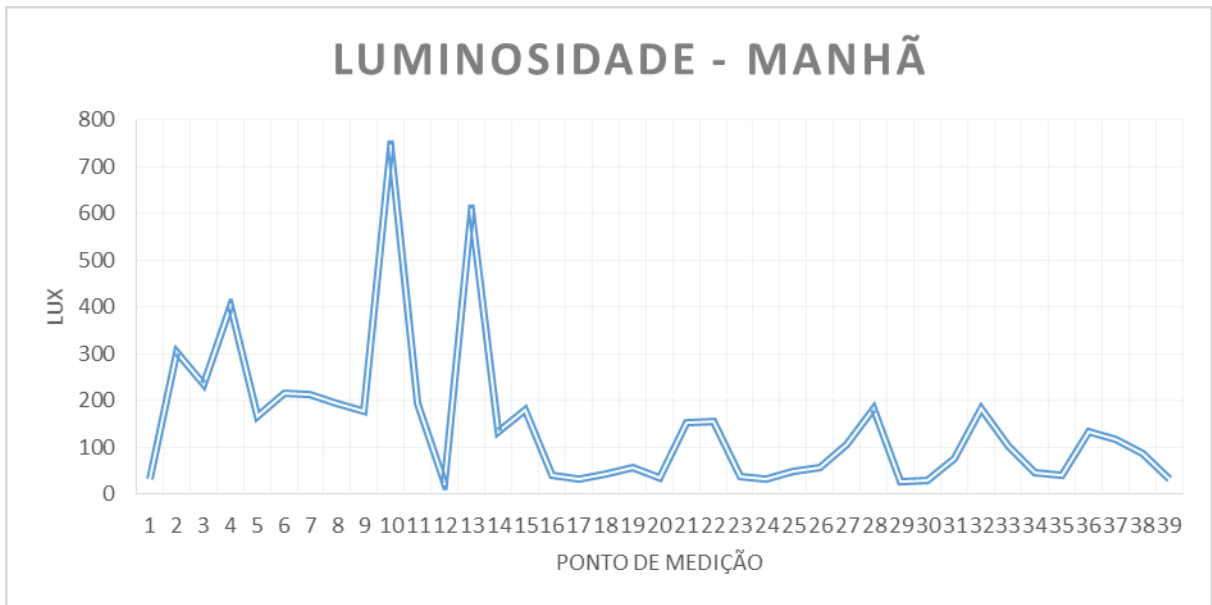


Fonte: Autor (2018).

Analisando os dados demonstrados no Gráfico 3 e 4, onde o eixo y é a quantidade de Lux e o eixo x os locais de medição. Percebe-se que em alguns pontos de iluminação a

incidência de luminosidade é maior, em contrapartida outros pontos são menores, observa-se esta variação nos dois momentos analisados, manhã e tarde, contribuem para um ambiente desfavorável em alguns setores de baixa luminosidade.

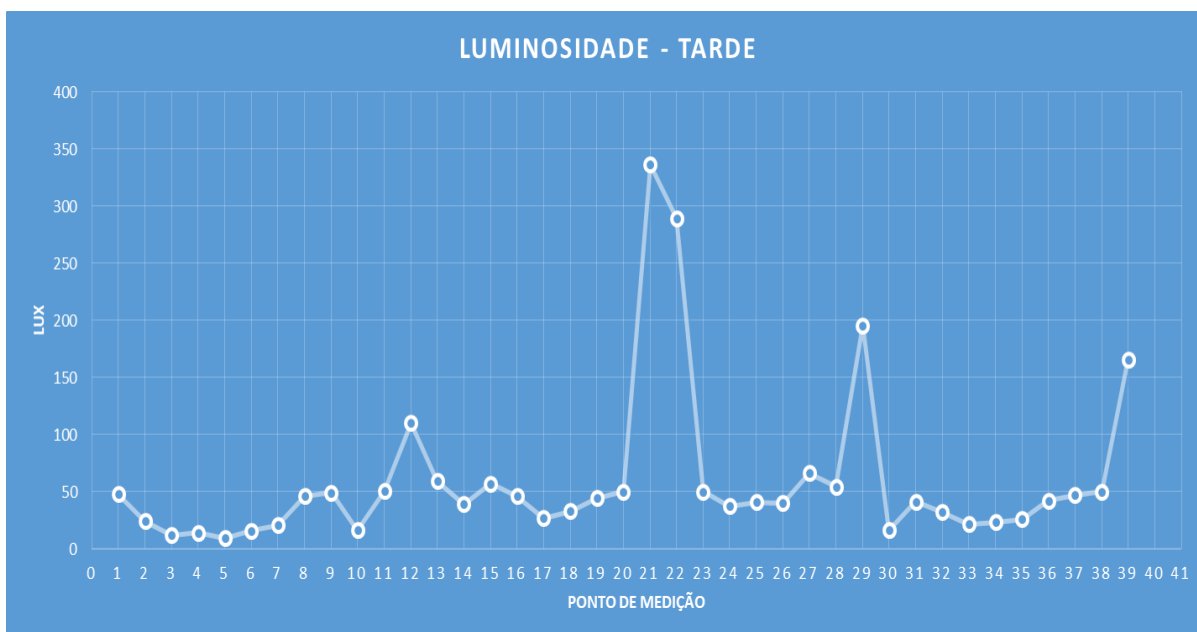
Gráfico 3 - Luminosidade da fábrica no período da manhã.



Fonte: Autor (2018).

Observa-se que as medições sofrem grande variação nos diversos pontos, em evidencia têm-se o ponto 12 que mostra o menor valor comparado com os demais, o ponto pode ser observado na Figura 13 anteriormente apresentada.

Gráfico 4 -Luminosidade da fábrica no período da tarde.



Fonte: Autor (2018).

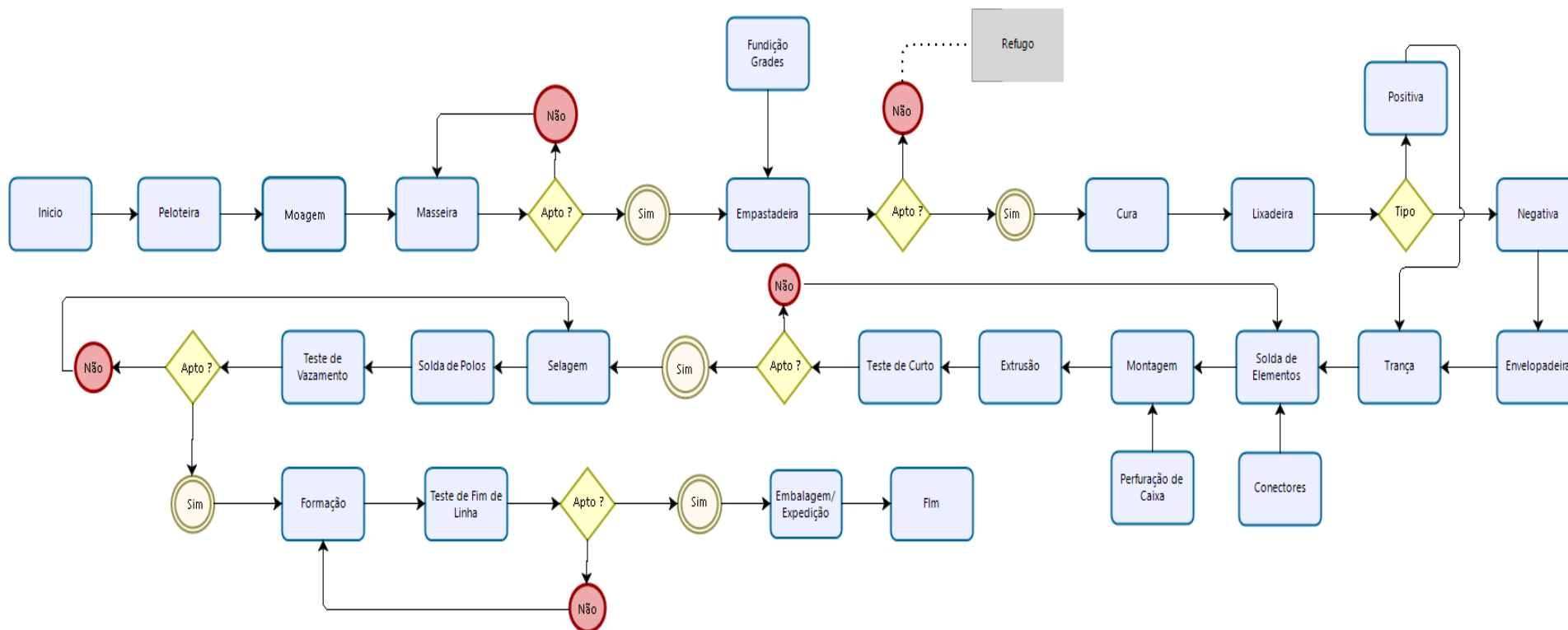
Da mesma forma do período da manhã, este período da tarde também apresenta grandes mudanças de luminosidade nos ambientes, em evidências temos os pontos de 3 a 5 que podem ser percebidos na Figura 13.

6.1.3. SAÍDAS DO PLANEJAMENTO

Mediante análise dos resultados obtidos na revisão propõem-se medidas mitigatórias nos processos, a fim de obter-se um ganho significativo, demonstrado nos tópicos seguintes.

6.1.3.1. DETALHAMENTO DO FLUXOGRAMA

Figura 14 - Fluxograma proposto para o processo de fabricação de bateria.



Mediante o fluxograma aprimorado elencou-se a descrição de cada processo para fabricação de baterias, possibilitando a melhor compreensão das atividades desempenhadas.

Quadro 6 - Descrição do processo produtivo de baterias.

PROCESSO	DESCRIÇÃO
Peloteamento	Responsável por transformar o chumbo em pequenas peças cilíndricas
Moagem	Através da rotatividade a peças cilíndricas entram em atrito formando um “pó esverdeado” chamado óxido de chumbo
Fundição de Grade	Subprocesso, responsável por formar as grades de chumbo, que servem como base das placas da bateria
Masseira	Formação da massa utilizando o óxido de chumbo e outros aditivos químicos
Empastamento	Através deste processo é possível unir a grade e a massa de chumbo, formando as placas positivas e negativas da bateria
Cura	Responsável por curar as placas positivas e negativas, com processo de secagem e ventilação
Lixadeira	Processo de limpeza das rebarbas nas laterais das placas positivas e negativas
Envelopadeira	Revestir somente as placas negativas, formando um envelope, para separar das placas positivas
Trança	Realizado a intercalação das placas positiva e negativas, uma sobre a outra, formando os elementos da bateria
Conectores	Peças de conexão da bateria, formando os pinos e orelhas de união
Solda de Elementos	Responsável por unir os elementos trançados com os conectores fazendo a ligação das placas positivas e negativas
Perfuração de Caixa	Furar as caixas das baterias para que ocorra a ligação de todos os elementos
Montagem	Encaixar os elementos nas caixas
Extrusora	Tipo de solda realizada para unir os elementos da bateria
Selagem	Colocar as tampas nas caixas e selar ambos
Solda de Polos	Soldar os polos da bateria
Teste de Vazamento	Teste realizado através da pressão de ar dentro da bateria, para identificar vazamentos
Formação	Setor responsável por carregar as baterias
Teste de Fim de Linha	Teste que simula a partida de um carro, averiguando a qualidade do produto
Embalagem / Expedição	Embalar o produto final e encaminhar para o destino final

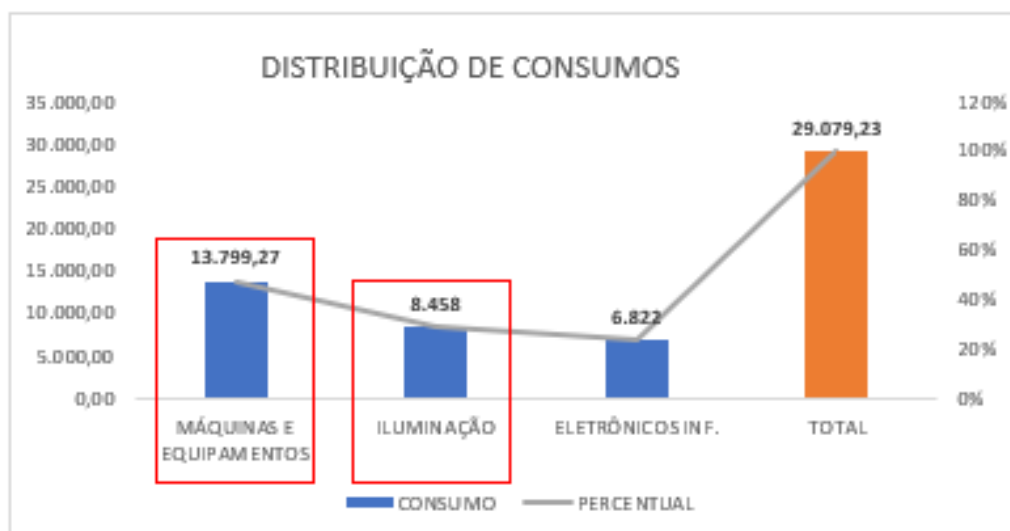
Fonte: Autor (2018).

6.1.3.2. EXTRATIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO

Objetivando um maior foco no direcionamento das perdas vinculadas ao consumo energético fez-se uma estratificação da distribuição dos consumos, onde foi encontrado três setores que somados resultam no consumo total da fábrica. Pode-se observar no Pareto demonstrado no Gráfico 5, abaixo, dois grandes direcionadores para atuação das melhorias, sendo eles:

1. Máquinas e equipamentos;
2. Iluminação.

Gráfico 5 - Pareto da distribuição de Consumo Energético na fábrica.

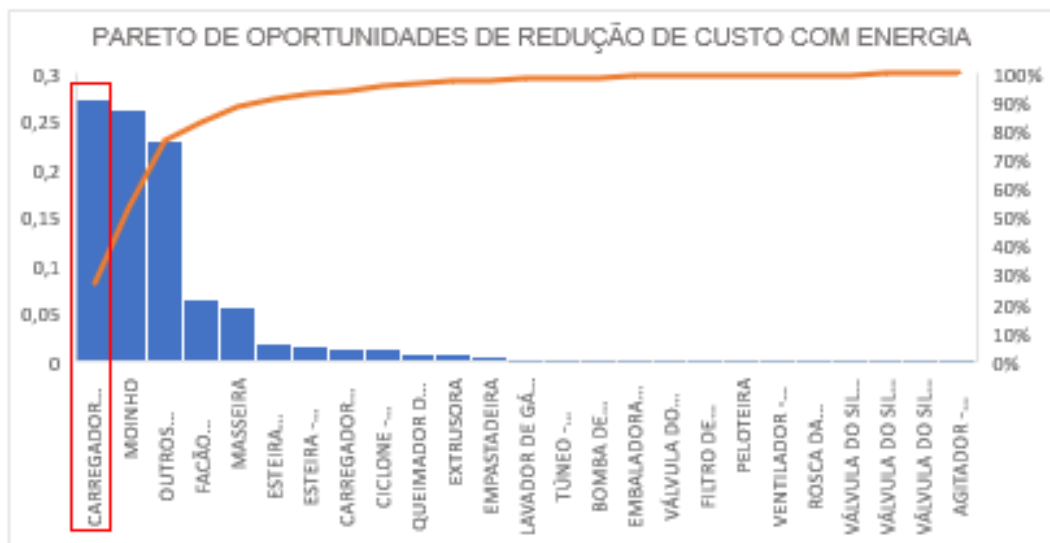


Fonte: Autor, 2018.

Após o estudo inicial onde direcionou em quais setores seriam realizados os trabalhos, foi feito mais uma atividade de estratificação, dessa vez objetivando um maior detalhamento para o foco do trabalho. No Gráfico de 6, abaixo, pode-se observar a estratificação do maior vilão de consumo energético da fábrica, nesse caso Máquinas e Equipamentos. Notou-se como potencial de oportunidade o setor de carregadores com uma representação de 27,55% frente aos outros.

Não foi realizado outra estratificação para o setor de iluminação tendo em vista que o mesmo não se desdobrava em outras frentes de trabalhos semelhante o setor de Máquinas e Equipamentos.

Gráfico 6 - Pareto de oportunidades de redução de custos em máquinas e equipamentos.



Fonte: Autor, 2018.

Diante dos resultados obtidos com o estudo acima, a vivência com a prática com o método PDCA e toda explicação sobre a ferramenta de gestão para obtenção de resultados que vai desde a análise do problema, planejamento das ações, execução de fato, monitoramento e controle e pôr fim a padronização, iniciamos nossas propostas de melhorias baseados em um plano de ação para redução de custos com energia objetivando aumento de produtividade. Constatou-se que, para que a empresa possa obter o sucesso esperado necessita-se continuamente de reduzir os seus custos sem, obviamente, ter perdas de qualidade e com isso ser competitiva oferecendo os seus produtos com a qualidade exigida. Essa qualidade pode ser planejada, executada e controlada por métodos de gestão da qualidade. Um dos mais comuns e eficazes é o gerenciamento com base no Ciclo PDCA. Para uma organização ser capaz de entregar produtos e serviços de qualidade aos seus clientes é preciso que todos os seus departamentos e áreas funcionais excedam seu desempenho, não ficando restrito a área de operações (CAMPOS, 2001). Portanto, vista a importância da utilização do Ciclo PDCA para garantia dos resultados aplicamos o mesmo para análise dos problemas e oportunidades de redução de custo.

Com o levantamento feito observou-se que é possível atuar em duas frentes, uma com maior potencial de redução baseado no consumo energético do processo, mostrado no Quadro 5: Consumo Energético do Maquinário, que foi carregador elétrico e a outra com um ganho de eficiência na iluminação geral da fábrica reduzindo em 30% seu consumo.

Para a primeira proposta levantada, que foi a dos carregadores, utilizou-se painéis

fotovoltaicos para captação de energia onde a mesma será convertida e servirá de alimentação para os carregadores, trazendo assim uma redução no consumo de energia por parte desses equipamentos que representam 27,55% comparando com todos os equipamentos da fábrica. Para identificar esse problema e transforma-lo em oportunidade é necessário a utilização da metodologia do PDCA a ferramenta de estratificação, onde é possível identificar através do Pareto qual equipamento tinha uma maior representatividade no consumo energético.

A outra oportunidade observada como melhoria foi de utilizar telhas translúcidas de fibra em alguns pontos da cobertura do galpão que tem 1.946,16 M2, com essa melhoria é possível reduzir aproximadamente 30% do consumo de toda iluminação como também dar uma melhor condição de trabalho para os operadores que mesmo com o sistema existente de lâmpadas tem algumas dificuldades por falta de uma boa iluminação, expostas no estudo de lux mostrado na Figura 13: Identificação dos locais de medição do Lux.

6.1.3.3. ESTUDO DE VIABILIDADE (RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO)



A análise de viabilidade econômica e financeira integra o rol de atividades desenvolvidas pela engenharia econômica, que busca identificar quais são os benefícios esperados em dado investimento para colocá-los em comparação com os investimentos e custos associados ao mesmo, a fim de verificar a sua viabilidade de implementação. Função essa corroborada por Veras (2001, p. 233) ao afirmar que “engenharia econômica é o estudo dos métodos e técnicas usados para a análise econômico-financeira de investimentos”. Com o objetivo de quantificar e demonstrar de forma quantitativa (financeira) para as partes interessadas dos projetos, montamos um estudo onde mostra quanto será o investimento e qual o resultado em reais que o mesmo trará para organização.

Figura 15 - Análise de viabilidade da proposta de redução do custo de iluminação (ROI).

 	
Telhas Translúcidas VETROFIBRA	
MÊS	MÉDIA DE CONSUMO (R\$)
JUNHO	R\$ 20.738,39
JULHO	R\$ 40.645,66
AGOSTO	R\$ 25.853,65
MÉDIA DE CONSUMO	R\$ 29.079,23
MÉDIA DE CONS. Iluminação	R\$ 4.228,98 ^{29x}
Redução R\$ conta de energia	R\$ 24.850,25
Investimento sistema Telhas	R\$ 12.030,19
ROI (Meses)	2,84

Fonte: Autor (2018).

Figura 16 - Análise de viabilidade da proposta de redução do custo do processo de carregadores (ROI).

 	
Sistema Fotovoltaico BALFA SOLAR	
MÊS	MÉDIA DE CONSUMO (R\$)
JUNHO	R\$ 20.738,39
JULHO	R\$ 40.645,66
AGOSTO	R\$ 25.853,65
MÉDIA DE CONSUMO	R\$ 29.079,23
MÉDIA DE CONS. Carregadores	R\$ 3.725,80 ^{27x}
Redução R\$ conta de energia	R\$ 25.353,43
Investimento sistema fotovoltaico	R\$ 198.568,80
ROI (Meses)	53,30

Fonte: Autor (2018).

As Figuras 15 e 16 acima demonstram o valor do investimento em R\$ e quanto será os ganhos em redução da conta de energia também em R\$. Obviamente com esses valores conseguimos chegar ao cálculo do retorno sobre o investimento (ROI), que é a relação de ambos resultando o tempo necessário para que a empresa tenha de volta todo o capital investido no projeto de melhoria. Nesse caso obtendo um tempo de retorno para o projeto das telhas translúcidas de 2,84 meses e 53,30 para o projeto do sistema fotovoltaico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho exposto foi realizado com a finalidade de identificar e descrever os elementos que impactam diretamente no consumo energético da empresa em estudo, considerando a variação, ao longo dos meses, do consumo energético de equipamentos e máquinas, do consumo energético de lâmpadas e o valor de investimento sobre melhores formas de utilização da energia.

Ao longo do estudo foi percebido que existem diversos fatores que podem ser considerados para contribuir com a formulação do problema e adquirir uma maior convicção na tomada de decisão, visto que uma decisão prematura ou tardia tem impacto altamente nocivo ao capital de giro da empresa. Outro ponto importante é o alto índice de investimento que uma proposta de mudança energética pode proporcionar, é de fato complexa e necessita de considerações e estimativas de parâmetros seguros e reais para que se obtenha uma solução adequada e próxima da realidade financeira da empresa e a realidade de implementação dentro do processo produtivo.

No caso em estudo, pode-se afirmar que as soluções para implementação de propostas que tragam uma eficiência energética maior são através da identificação e esquematização de todo o fluxograma produtivo e de seus consumos energéticos, a identificação dos elementos chaves do processo e seu gasto energético.

O uso da metodologia no problema proposto pode ser considerado positivo e benéfico para a empresa, quando visto que a solução obtida tem sentido lógico e apresenta uma oportunidade de direcionamento estratégico na necessária decisão de implementação de soluções e equipamentos que proporcionam uma eficiência energética. E num ambiente industrial, frente a atual concorrência dentro de alguns setores, são exigidos a redução de custos operacionais e de processos, auxiliando na redução do custo final dos produtos e deixando a empresa competitiva frente ao mercado externo.

Como sugestões para trabalhos futuros podem ser citados a inclusão da inovação de máquinas e equipamentos com o intuito de analisar não somente a substituição de equipamentos já existentes, mas de promover uma atualização e automação maior em processos interno.

REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR ISO 50001: Sistema de Gestão de Energia - Requisitos com orientação para uso**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2011.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. In: **BIG - Banco de Informação de Geração - Capacidade de Geração do Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso: 16 de abril de 2018.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CÂMARA, C. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. Dissertação (Monografia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 68, 2011.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

_____. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte: CEMIG, 2012.

CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **As energias solar e eólica no Brasil**. 2013.

_____. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.

CNI, Confederação Nacional da Indústria. In: **Fontes Alternativas Inspiram Otimismo**. 3. ed. São Paulo. 2009. Disponível em <<http://admin.cni.org.br>>. Acesso em: 02 de junho de 2018.

COPETTI, J.; MACAGNAN, M. **Baterias em sistemas solares fotovoltaicos**. Abens – Associação Brasileira de Energia Solar. Fortaleza, 11, abr. 2007.10f.

CRESESB, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. In: **Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica**. 2008. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso: 16 de abril de 2018.

DAZCAL, R.; MELLO, A. **Estudo da Implementação de um Sistema de Energia Solar Fotovoltaica em um edifício da Universidade Presbiteriana Mackenzie**. Abenge – Associação Brasileira de Educação de Engenharia. Fortaleza, 2008.13f.

ENISE BARTH. **A Análise de Dados na Pesquisa Científica importância e desafios em**

estudos organizacionais. 2. ed. Teixeira: Unijuí p. 177-201, 2003.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **In: Plano Nacional de Energia 2030.** 2016
Disponível em< <http://epe.gov.br>>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

_____. **In: BEN- Balanço Energético Nacional.** 2017. Disponível em:
<https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf>. Acesso em: 16 de abril de 2018.

FIRJAN, Sistema. **In: Publicações de economia: Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?**, 2018. Disponível em:
<<http://www.firjan.com.br>>. Acesso: 16 de abril de 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social** - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

HARTLEY, J. **Guia essencial para métodos qualitativos na pesquisa organizacionais.** Londres: Sage, 2004.

HORDESKI, Michael Frank. **Dictionary of Energy Efficiency Technologies.** 2. ed. Lilburn, GA, Estados Unidos: The Fairmont Press, 2005.

IEEE - INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS. **Energia solar fotovoltaica de terceira geração.** 2014.

KRAUSE, C.B. et al. **Manual de prédios eficientes em energia elétrica.** Rio de Janeiro: IBAM/ELETOBRÁS/PROCEL, p. 230, 2002.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MESSENGER, R.; VENTRE, J. **Photovoltaic Systems Engineering.** Boca Raton: CRC Press, 2010.

MINIPA. **Luxímetro digital – Modelo MLM 1011.** Disponível em:
<http://www.minipa.com.br/temperatura-e-ambiente/luxímetros/138-mlm-1011#especifica_ccedil__otilde_es_t_eacute_cnicas>. Acesso em: 12/10/2018

MPPT SOLA. **Construa seu sistema solar fotovoltaico.** 2015.

OIKONOMOU V., BECCHIS F., STEG L., RUSSOLILLO D. **Energy saving and energy efficiency concepts for policy making.** Energy Policy, 2009.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica.** Porto: Publindústria, 2011.

PHILIPPI, Jr. Arlindo; REIS, Lineu Belico. **Energia e Sustentabilidade.** 1. ed. São Paulo: Manole, 2016.

PINHO, J.; GALDINO, M. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014.

PROCEL, Eletrobrás. **In: Manual de Iluminação**, 2011. Disponível em:
<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/MANUAL+DE+ILUMINACAO+-+PROCEL_EPP+-AGOSTO+2011.pdf/d42d2f36-0b90-4fe0-805f-54b862c9692c;jsessionid=A7AE9AD7FFE410D97E371853D50763B0.srv154> Acesso em: 12/10/2018

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOARES, Iolanda. **Eficiência Energética e a ISO 50001**. 1. ed. Lisboa: Sílabo, 2015.


SOLA, A. V. H. **Fatores Humanos como Barreiras para EE em indústrias**. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPr, p. 118, 2006.


VERAS, L. L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

VIANA, Tiago Maciel; FREITAS, Rodrigo Randow de; TOSTA, Marielce de Cássia Ribeiro. **Análise da Gestão Energética Conforme A ISO 50001: Um Estudo Bibliométrico**. Brazilian Journal of Production Engineering (BJPE). Vol. 3. São Mateus: CEUNES/DETEC p.141-154, 2017.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Erica, 2012.<http://www.vetrofibra.com.br/newpage>

APÊNDICE A

BALFAR SOLAR INDÚSTRIA FOTOELÉTRICA Rua Rubens Sebastião Marinho, 1626 - Maringá-Pr CEP: 87.013-000 / Fone: (44) 3029-3655/ 81 99717- vendasmg@balfarsolar.com.br - lu.caruaru@hotmail.com						DATA DE EMISSÃO: 03/09/2018	
Qtde.	UNID.	DESCRIÇÃO DO PRODUTO	MARCA	Vlr. Unit.	Total		
462	UN	PLACAS 325W	GCL	R\$ 695,00	R\$	321.090,00	
1	UN	STRING BOX 4/1 / 2/1	BENY	R\$ 5.538,00	R\$	5.538,00	
3	UN	INVERSOR KSG-50K-380V- 03MPPT C/PTOEÇÃO	KSTAR	R\$ 22.230,00	R\$	66.690,00	
	UN	INVERSOR KSG-20K -380V- 02MPPT C/ PROTEÇÃO	KSTAR				
645	MT	CABO SOLAR 6mm 1000V - PRETO	ENERGY	R\$ 5,20	R\$	3.354,00	
645	MT	CABO SOLAR 6mm 1000V - VERMELHO	ENERGY	R\$ 5,20	R\$	3.354,00	
54	UN	CONECTOR MC4 - MACHO/FEMEA - SOLARPRO	SOLARPRO	R\$ 18,00	R\$	972,00	
462	UN	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO AÇO - PARA TELHADO CERÂMICO OU	o BALFAR	R\$ 85,00	R\$	39.270,00	
TOTAL PARA EQUIPAMENTOS					R\$	440.268,00	
PROJETOS ELÉTRICO, ATERRAMENTO E					R\$	60.000,00	
MÃO DE OBRA DE INSTALAÇÃO					R\$	69.300,00	
<i>Obs: É de responsabilidade do integrador verificar as quantidades e especificações dos itens cotados de acordo com o projeto de instalação.</i>							
FORMA DE PAGAMENTO - A VISTA					SubTotal	R\$ 500.268,00	
OBSERVAÇÕES	EQUIPAMENTOS FOB MARINGÁ PR				TOTAL	R\$ 500.268,00	

BALFAR SOLAR INDÚSTRIA FOTOELÉTRICA Rua Rubens Sebastião Marinho, 1626 - Maringá-Pr CEP: 87.013-000 / Fone: (44) 3029-3655/ 81 99717- vendasmg@balfarsolar.com.br - lu.caruaru@hotmail.com						DATA DE EMISSÃO: 03/09/2018	
Qtde.	UNID.	DESCRIÇÃO DO PRODUTO	MARCA	Vlr. Unit.	Total		
51	UN	PLACAS 325W	GCL	R\$ 695,00	R\$	35.445,00	
1	UN	STRING BOX 4/1 / 2/1	BENY	R\$ 5.538,00	R\$	5.538,00	
1	UN	INVERSOR KSG-50K-380V- 03MPPT C/PTOEÇÃO	KSTAR	R\$ 22.230,00	R\$	22.230,00	
72	MT	CABO SOLAR 6mm 1000V - PRETO	ENERGY	R\$ 5,20	R\$	374,40	
72	MT	CABO SOLAR 6mm 1000V - VERMELHO	ENERGY	R\$ 5,20	R\$	374,40	
54	UN	CONECTOR MC4 - MACHO/FEMEA - SOLARPRO	SOLARPRO	R\$ 18,00	R\$	972,00	
51	UN	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO AÇO - PARA TELHADO CERÂMICO OU FIBROCIMENT	o BALFAR SOLAR	R\$ 85,00	R\$	4.335,00	
TOTAL PARA EQUIPAMENTOS					R\$	69.268,80	
PROJETOS ELÉTRICO, ATERRAMENTO E TUBULAÇÕES					R\$	60.000,00	
MÃO DE OBRA DE INSTALAÇÃO					R\$	69.300,00	
<i>Obs: É de responsabilidade do integrador verificar as quantidades e especificações dos itens cotados de acordo com o projeto de instalação.</i>							
FORMA DE PAGAMENTO - A VISTA					SubTotal	R\$ 198.568,80	
OBSERVAÇÕES	EQUIPAMENTOS FOB MARINGÁ PR				TOTAL	R\$ 198.568,80	

APÊNDICE B



Av. Comendador Camilo Júlio, 2655 - Ibiti do Paço
CEP 18086-000 - Sorocaba/ SP
16 3388-1900 | 16 99179-8098
www.vetrofibra.com.br

Proposta comercial

Venho por meio deste, formalizar a proposta comercial da Vetrofibra, oferecendo o melhor produto em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro), condições de pagamentos diferenciadas e prazos de entrega adequados a necessidade do **Tiago Pinheiro e Silva**, se tornando parceiros no fornecimento exclusivo de todos os produtos fabricados pela Vetrofibra.

Detalhes da proposta:

Telhas Opacas/Translúcidas

ESPESSURA	VALOR Translúcidas	VALOR Opaca
0,8 mm	R\$27,80	R\$30,63
1,0 mm	R\$33,57	R\$37,11
1,2 mm	R\$39,34	R\$43,59
1,5 mm	R\$47,99	R\$53,31
2,0 mm	R\$62,42	R\$69,50
2,5 mm	R\$76,85	R\$85,70

Telhas Termoacústicas

MODELO	À VISTA	FATURADO
Termoacústica TELHA/TELHA	R\$67,17	R\$72,33
Termoacústica TELHA/TELHA/TRANSLÚCIDA	R\$67,17	R\$72,33
Termoacústica TELHA/FORRO	R\$95,00	R\$105,00
Termoacústica TELHA/FORRO/TRANSLÚCIDA	R\$95,00	R\$105,00

Condições de pagamento:

À vista ou faturado com análise de CNPJ.

Garantia:

A Vetrofibra certifica a garantia de 10 anos contra o afloramento das fibras e contra defeitos de fabricação especificados na norma ABNT NBR 14.115, contando à partir da data de emissão da nota fiscal.

Frete:

FOB - Por conta do cliente.

Prazo de fabricação:

10 à 15 dias úteis.

Vendedor responsável:

Douglas Pontes Gonçalves.

Sorocaba, 30 de Outubro de 2018



ASSOCIAÇÃO PRODUTOS CONFORME:
BRASILEIRA NBR 13.275
DE NORMAS NBR 14.115
TECNICAS



Diego Santos