

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ENGENHARIA ELÉTRICA

LEANDRO DE ALMEIDA DIAS

**ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E DA QUALIDADE DE
ENERGIA EM UMA FÁBRICA DE CORTE A LASER**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

CORNÉLIO PROCÓPIO
2019

LEANDRO DE ALMEIDA DIAS

**ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E DA QUALIDADE DE
ENERGIA EM UMA FÁBRICA DE CORTE A LASER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, do Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Fontes Godoy

CORNÉLIO PROCÓPIO

2019



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Curso de Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Leandro de Almeida Dias

ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E DA QUALIDADE DE ENERGIA EM UMA FÁBRICA DE CORTE A LASER

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 09:00hs do dia 19/06/2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr(a). Wagner Fontes Godoy - Presidente (Orientador)

Prof(a). Esp. Ulisses Pereira Rosa Borges - (Membro)

Prof(a). Me(a). Josieli Soares dos Santos - (Membro)

Dedico este trabalho à minha família, aos meus amigos, aos meus professores e a família vicentina, por todo apoio e orações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me mostrar o caminho que me leva até Ele, por não permitir que eu perdesse a minha fé nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Agradeço ao meu pai Gilberto Armando Dias, que é o melhor exemplo para mim de como um homem, mesmo na dificuldade, educa e sustenta sua família, por todo seu suor derramado e os calos em tuas mãos e teus pés que me fizeram chegar até aqui.

Agradeço a minha mãe Maria Julia de Almeida Dias, que junto ao meu pai me educaram na fé, e me formou para eu ser sempre uma pessoa correta. Pelo exemplo e humildade, me mostrando que a família é a base de tudo.

Agradeço a minha irmã Liliane, ao meu sobrinho Arthur e a minha namorada Letícia, que sempre estão ao meu lado e me motivam a não desistir.

Agradeço ao meu orientador Dr. Wagner Fontes Godoy, por todo conhecimento e experiência partilhada durante os últimos anos de graduação.

Aos meus amigos de infância e aos amigos vicentinos, agradeço por fazerem parte da minha família e por contribuírem para que eu chegasse até aqui.

Enfim, a todos os que algum momento contribuiu para a realização desta conquista.

RESUMO

DIAS, Leandro de Almeida. **Análise do processo de produção em uma fábrica de corte a laser de pequeno porte.** 2019. 48 folhas. Trabalho de Conclusão - Bacharelado em Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2019.

O presente estudo traz uma análise do processo de produção de uma empresa de pequeno porte que executa trabalhos com uma máquina de corte a laser. O objetivo é analisar os processos de fabricação, desde o pedido do cliente até a entrega final do produto, além de observar pontos importantes que podem ser aplicados a fim de melhorar a produtividade e lucratividade da empresa. Através desta análise será possível elaborar estratégias para aperfeiçoar os processos, visando melhor aproveitamento dos materiais, redução de tempo na produção, incentivarem os colaboradores a trabalharem em um ambiente organizado e limpo, trazer qualidade de vida, trabalhar de forma inteligente com a máquina visando redução no consumo de energia elétrica e melhorando a vida útil da mesma, unindo esses e outros pontos a empresa terá oportunidade de ter um crescimento significativo no mercado.

Palavras-chave: Sistema de produção; Gestão; Ferramentas da Qualidade; Eficiência Energética.

ABSTRACT

DIAS, Leandro de Almeida. **Análise do processo de produção em uma fábrica de corte a laser de pequeno porte.** 2019. 48 folhas. Trabalho de Conclusão - Bacharelado em Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2019.

This study aims at an analysis of the production process of a small business that works with a laser cutting machine. The goal is to analyze the manufacturing processes from the customer's order to the final delivery of the product, and to observe important points that can be applied in order to improve the productivity and profitability of the company. Through this analysis, it will be possible to elaborate strategies to improve processes, aiming at a better use of materials, reducing production time, stimulating employees to work in an organized and clean environment, bringing quality of life, working intelligently with the machine to reduce in the consumption of electric energy and improving the useful life of the same, joining these and other points the company will have opportunity to have a significant evolution.

Keywords: Manufacturing system. Management. Quality tools. Energy efficiency.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
2 DESENVOLVIMENTO.....	3
2.1 EMPRESA	3
2.2 SOBRE A MATÉRIA PRIMA	4
2.2.1 MDF.....	4
2.2.2 Acrílico.....	5
2.3 FERRAMENTAS APLICADAS	6
2.3.1 Ciclo PDCA ou Método Deming	6
2.3.2 Brainstorming	8
2.3.3 5W2H	9
2.3.4 5S.....	10
2.4 ESTUDOS TÉCNICOS.....	11
2.4.1 Luminotécnica	12
2.4.2 Qualidade de Energia.....	13
2.4.3 Qualidade e Segurança no Trabalho.....	17
3 RESULTADOS	21
4 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	39
ANEXO 1	

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Durante a formação de um jovem, pessoal e profissional, ouve-se muito as pessoas dizendo que a melhor opção é ter o próprio negócio, porém, há quem diga que um concurso público é a melhor opção para quem quer estabilidade, mas alguns defendem que é melhor trabalhar em uma empresa privada como colaborador porque é muito trabalhoso ser um dono de uma empresa. Entretanto cada ambiente de trabalho, seja público ou privado, seja como um gestor ou alguém da produção exige que se esteja inserido ao sistema de trabalho adotado pela organização.

Para o acadêmico que ingressa em um curso de engenharia os conselhos passados são direcionados aos cargos de gestão, em sua grande maioria. A maior parte da carga horária de aulas é destinada à formação teórica e aprofundamento da área, porém, atualmente mais de 360 (trezentos e sessenta) horas do curso de engenharia é destinado às áreas de gestão, aplicados à prática. Este fato demonstra a grande importância que uma boa formação acadêmica agregada a uma boa formação de gestão forma-se grandes profissionais, que inseridos no mercado serão capazes de aplicar o conhecimento técnico com excelentes métodos de gestão.

Hoje no Brasil há dezenas de livros que mostram como fazer um plano de negócio, além de centenas de fontes na internet. Por um lado isso é muito bom, mas por outro é perigoso. O país ainda carece de conteúdo com qualidade e que realmente auxiliem gestores nos seus projetos. Um plano de negócio só será válido quando há uma programação estratégica, e só haverá estratégia se houver uma oportunidade bem definida e realizável (NAKAGAWA, 2011).

Um bom projeto independente da área que for executado seja na engenharia, arquitetura, em uma ONG, ou até mesmo na vida pessoal, deve ter um bom planejamento estratégico, definindo seus objetivos, metas, ferramentas, entre outros fatores.

Tendo em vista os pontos apresentados acima, surgiu a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Elétrica em uma empresa que realiza cortes de MDF e acrílico em máquina a laser, situada na zona oeste de São Paulo.

O objetivo foi fazer uma análise dos processos de produção, avaliar como era a organização de layout da fábrica, encontrar os principais problemas que a empresa possuía na execução de seu trabalho, e por fim um estudo voltado à saúde ocupacional.

Com as informações coletadas durante a análise foi possível propor soluções que trouxeram melhor desempenho para a empresa e qualidade de vida para os colaboradores. As propostas que foram apresentadas aos sócios da empresa serão mostradas posteriormente neste trabalho, além dos dados coletados antes e após a aplicação.

A avaliação na empresa teve início em outubro de 2018 e foi concluída em maio de 2019.

Este trabalho aplicou ferramentas gerenciais, tendo como principal ferramenta o Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action), e como referência para as análises de saúde ocupacional o e-social.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 EMPRESA

A empresa em estudo foi fundada em 29 de novembro de 2017, situada na região oeste de São Paulo. Atualmente conta com 04 (quatro) sócios que dividem as atividades da empresa, entre a gestão administrativa e financeira, projeto e corte de produtos, montagem do produto, e contato com o cliente. É uma empresa familiar de pequeno porte destinada a produção de peças de artesanato, produtos de utilidade doméstica e pessoal, além de peças de decoração e brindes.

Os sócios da empresa pediram para não serem identificados, mas autorizaram explicar quais as funções de cada um dentro da empresa.

O sócio mais experiente da empresa com idade de 55 anos possui o ensino fundamental completo, trabalhou nos últimos anos como mestre de obras e a partir da fundação passou a dedicar-se integralmente a empresa. Sua função é a manutenção dos equipamentos, organização da fábrica e auxilia na criação de novos produtos. Além de ser o responsável pela logística.

A sócia responsável por vendas tem 27 anos, formada em Educação Física, exerceu a profissão de educadora física até a fundação da empresa, após este período dedica-se integralmente seu tempo à empresa, faz a prospecção de novos clientes, auxilia na produção e na criação de produtos.

A sócia com mais experiência na área de corte a laser tem 24 anos, graduanda em Engenharia Mecatrônica, iniciou sua carreira com corte a laser em 2015, responsável pela produção, ela desenha as artes dos produtos, corta e também auxilia nas vendas.

O outro sócio é graduando em Engenharia Elétrica, possui 25 anos. Ele é responsável pela administração financeira e contábil da empresa e também pelo planejamento. Auxilia na criação de novos produtos e no desenho de artes.

Desde a sua fundação a empresa encontra-se em ascensão, porém, em crescimento lento e sem planejamento. Até o momento a empresa realizou alguns investimentos visando uma melhor estrutura para o galpão de 25 m².

Como principal ferramenta a empresa possui uma máquina de corte a laser, com uma área de corte de 1300x900mm. Uma máquina que trabalha em um

regime atual de 08(oito) horas diárias em média, e conta com um tubo laser de 150W, o que contribui para um melhor desempenho no corte.

A maior parte dos produtos desenvolvidos atualmente são caixas, peças de decoração de eventos, chaveiros e quadros, em sua grande maioria em MDF, porém, há algumas peças que são desenvolvidas em acrílico, como chaveiros e troféus.

2.2 SOBRE A MATÉRIA PRIMA

2.2.1 MDF

Ao longo dos anos juntamente com o avanço da tecnologia, as formas de trabalhar com madeira seguiram novos rumos. Um dos principais motivos que levaram a estas mudanças foram as questões ambientais. Devido ao grande desmatamento, leis surgiram e obrigaram as empresas a desenvolverem meios para trabalhar com diferentes tipos de madeira. Outro desafio envolve a maleabilidade do material, resistência e custo do produto (MALONEY,1989).

Através das tecnologias desenvolvidas foi possível produzir chapas de madeira reutilizando pedaços de madeiras que não teriam utilidade, isso acarreta na diminuição do custo do produto, redução no desmatamento e pode-se considerar um produto renovável (MALONEY,1989).

Os diferentes tipos de chapas de madeira são classificados de acordo com a sua densidade. A ABNT NBR 15316:2009 traz as classificações para chapas de fibra de média densidade, abaixo está apresentada a classificação de acordo com a densidade:

- HDF: $\geq 800 \text{ kg/m}^3$
- Standard: $> 650 \text{ kg/m}^3$ e $< 800 \text{ kg/m}^3$
- Light: $> 550 \text{ kg/m}^3$ e $\leq 650 \text{ kg/m}^3$
- Ultra light: $> 450 \text{ kg/m}^3$ e $\leq 550 \text{ kg/m}^3$

Foi apresentado um relatório em 2016 pela Indústria brasileira de árvores (IBÁ), aonde o Brasil atingiu uma alta de 52,3% na exportação de MDF em relação ao ano de 2014, a maior parte da produção foi voltada para a América Latina. No mesmo ano o Brasil ocupava a 8ª posição do ranking de maiores produtores de MDF. A China é o país que lidera este ranking (SILVA, 2016).

As empresas que atuam nesse ramo devem ficar atentas aos números que as pesquisas apresentam, para se posicionarem melhor no mercado, e evitem que possíveis recessões tragam grandes prejuízos ao seu negócio.

2.2.2 Acrílico

Uma das matérias primas utilizadas na empresa em estudo é o acrílico. Os produtos em acrílico representam menos de 1% da produção atual da empresa. Como a empresa é nova os sócios optaram por realizar alguns testes com produtos usando este material. Dois dos principais produtos em acrílico são os chaveiros e os expositores de carrinhos de brinquedo.

O acrílico é um material que possui um acabamento perfeito além de deixar o produto com uma estética diferenciada, porém, o seu custo é 18 vezes mais alto em relação ao MDF.

O acrílico é obtido da polimerização dos ésteres acrílicos, gerando materiais como as chapas, tubos, tarugos, grânulos para moldagem por injeção ou extrusão. As maiores chapas possuem em média 3x2m e espessuras que variam de 1 a 24mm (INDAC, 2019)

Uma das características do acrílico é que ele resiste às corrosões por maresia ou ambientes com atmosfera corrosiva, é bem resistente às lâmpadas fluorescentes, porém, se as chapas ficam muito expostas aos raios ultravioletas podem sofrer desgastes e desbotarem. As propriedades mecânicas do acrílico são capazes de suportar altas tensões, porém, por períodos de tempo curto (INDAC, 2019).

O acrílico surgiu em 1927 na Alemanha, onde foram feitas as primeiras chapas, Dr. Otto Rohn produziu o primeiro polímero acrílico industrialmente (INDAC, 2019). O acrílico é um polímero (poli=muitos e mero=partes), é formado por muitas partes de moléculas de unidades químicas.

Na Figura 01 abaixo se encontra um fluxograma representativo de como é obtido o acrílico.

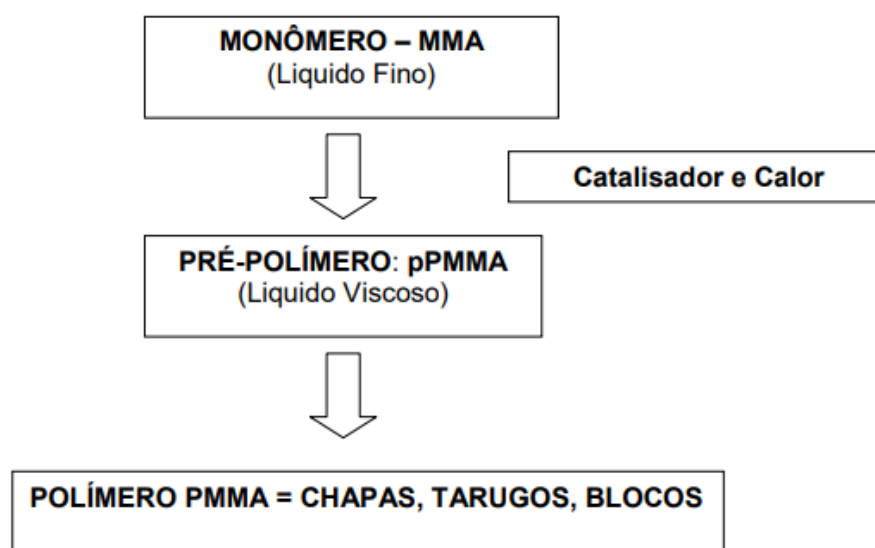


Figura 01. Fluxograma do processo de produção de chapas em acrílico.
Fonte: INDAC,2019.

O acrílico é um material bem versátil e pode ser aplicado em diversas áreas, milhares de produtos podem ser desenvolvidos através do acrílico. É um material que possui vida útil de cerca de 10 anos, transparência, pode ser utilizado para armazenamento de alimentos, e a sua queima não produz fumaça (INDAC,2019).

2.3 FERRAMENTAS APLICADAS

A primeira parte do estudo foi direcionada às análises qualitativas da empresa, ou seja, o intuito foi realizar um levantamento de como é realizado todo o processo de produção, como os colaboradores se preparam para cada processo, as dificuldades encontradas, analisar os riscos, e o layout do ambiente. Com as informações coletadas foi possível começar as análises utilizando como ferramenta base o Ciclo PDCA, além do Brainstorming, 5W2H, 5S e diagrama de Ishikawa, como ferramentas complementares.

2.3.1 Ciclo PDCA ou Método de Deming

Willian Edwards Deming (1900 – 1993), nascido nos Estados Unidos, foi professor, autor, palestrante e estatístico, durante a Segunda Guerra Mundial foi reconhecido pelas contribuições referentes aos processos produtivos. Mas foi no

Japão, na década de 50, que ele ganhou destaque, ensinando métodos eficientes de controle e qualidade de produção (CAMARGO, 2011)

Deming mostrava aos empresários que para atingir o sucesso era preciso saber o que os consumidores queriam, e assim, agir de acordo com a vontade do cliente, aplicando métodos que levaram grandes empresas ao êxito (CAMARGO, 2011)

Abaixo alguns pensamentos de Deming que servem de referência para as empresas considerarem em seus planejamentos e processos de produção.



Figura 02. Pensamento do Dr. Deming.
Fonte: Camargo (2011, p.101).

Método é uma palavra de origem grega e é a soma das palavras META (que significa "além de") e HODOS (que significa "caminho"). Portanto método significa "caminho para se chegar a um ponto além do caminho" (FALCONI, 1940, p.29). A ferramenta usada neste caminho para atingir a meta foi o Ciclo PDCA.

Planejamento (P) – esta é a fase de estabelecer o caminho para atingir a meta.

Execução (D) – momento de executar as atividades estabelecidas no planejamento.

Verificação (C) – através dos dados coletados durante a execução faz-se uma comparação com as metas propostas no planejamento.

Ação (A) – identificadas falhas ocorridas no processo, nesta etapa faz-se a correção definitiva. (FALCONI, 2019, p.29).

2.3.2 Brainstorming

No dia a dia das empresas diversas reuniões acontecem, muitas de forma rápidas outras que duram dias. Um conceito muito interessante surgiu nos anos 60, que fez com que as reuniões empresariais fossem mais produtivas, e os resultados vindos de sua aplicação eram satisfatórios. Este conceito é o BRAINSTORMING.

O brainstorming, que em português quer dizer tempestades de ideias, trata-se de uma técnica desenvolvida nos Estados Unidos por volta de 1960, pelo publicitário Alex Osborn, tem como objetivo atrair novas ideias através de discussões abertas, que de uma forma organizada, geram resultados positivos (ESTEVEES, 2017).

Uma seção de brainstorming de qualidade começa com uma clareza individual do que se irá fazer, objetividade, noção de tempo juntamente com um espaço adequado para realização da ação, e por fim, tendo claro as regras (ESTEVEES, 2017). O processo de brainstorming parte da geração de ideias e alternativas, e depois há a escolha das melhores opções (GUSHI, 2011)

Para a realização do brainstorming recomenda-se que seja reunido até 12 pessoas, uma será escolhida para anotar o que está sendo apresentado pelos participantes, outra pessoa será o facilitador, ou seja, será o mediador da discussão. Nesta primeira etapa a regra é que nenhuma das ideias apresentadas seja justificada. Um tema deve ser escolhido para direcionar a discussão. Então 30 itens em média são apresentados pelos participantes referentes ao tema discutido, e uma votação é feita aonde cada participante tem direito a votar em 03 itens como prioridade sobre o tema. Após a votação começam as discussões em cima dos itens mais votados, pode ser de 03 a 05 itens, o mediador solicita justificativas sobre a escolha desses itens (GUSHI, 2011). Em uma segunda etapa, há uma votação em cima das justificativas para saber qual a melhor ação a ser tomada.

Um exemplo é apresentado por Gushi (2011) para planejamento estratégico, este exemplo será utilizado dentro da empresa em estudo para identificação de novas ações para desenvolvimento de novos produtos e prospecção de clientes.

O exemplo trazido sobre planejamento estratégico é o seguinte:

São três etapas: Objetivo, Diagnóstico e Ações Chaves.

Necessidade, Oportunidade ou Objetivo:

- Utilize o Brainstorming com o seguinte tema: Quais são as Oportunidades de Crescimento que temos?
- Utilize a Votação para escolher a melhor Oportunidade de Crescimento. Defina um Objetivo para esta Oportunidade.

Diagnóstico:

- Utilize o Brainstorming com as seguintes perguntas: Quais são os Obstáculos, Ameaças ou Pontos Fracos que podem nos impedir de atingir o Objetivo definido? Quais são os elementos ou Pontos Fortes que podem nos fortalecer para atingir o Objetivo definido?
- Utilize a Votação e Diagramas de Causa e Efeito para escolher e definir o Diagnóstico. “Onde agir para ganhar o jogo?”

Ações Chaves:

- Utilize o Brainstorming para gerar ideias que eliminem o Obstáculo Diagnosticado
- Escolha as melhores ideias para eliminar o Obstáculo e atingir o Objetivo.

2.3.3 5W2H

Segundo o portal Endeavor (2018), ao começar a pensar em montar um projeto, deve-se ter em mente o que será feito e aonde se pretende chegar, mas nesse caminho, algumas questões podem surgir, e saber responde-las, ou ir atrás de como responde-las, fará com que o objetivo proposto seja alcançado, ou pelo menos dará uma direção para chegar lá.

Pensando nesta proposta, há uma ferramenta conhecida como 5W2H muito utilizada nas empresas, uma ferramenta que direciona as ideias e auxilia na tomada de decisões.

O portal da Endeavor (2018) traz a definição para as siglas 5W2H. São as iniciais das palavras em inglês: What? Why? Where? When? Who? How? How Much? Que em português significa: O que será feito? Por que será feito? Onde será feito? Quando será? Por quem será feito? Quanto vai custar? São sete

perguntas que contribuem para o desempenho de um projeto, uma ideia, uma empresa, etc.

A ferramenta 5W2H pode ser aplicada em qualquer momento que a empresa se encontra, principalmente para as iniciantes, pois ajudará a traçar planos para o seu desenvolvimento. É importante montar uma tabela colocando as perguntas, e definindo um tema para a discussão, seja um novo produto, um novo projeto ou uma nova ação. Responder essas perguntas de forma clara e objetiva, juntamente com as outras ferramentas de gestão que também estão citadas neste trabalho, trará um direcionamento para as tomadas de decisão (ENDEAVOR, 2018).

2.3.4 5S

Para que uma empresa possa crescer ela necessita adotar alguns programas que auxiliem no desempenho dos colaboradores e também possam trazer qualidade de vida para eles. Uma das ferramentas muito utilizadas para esta finalidade é o 5S.

Os 5S são senso muito simples de organização, criados no Japão, mas adaptados para diversos países, que podem ser aplicados nas empresas e até na vida pessoal. A implementação dos cinco senso, de forma efetiva, é o que vai definir o sucesso do negócio (CAMARGO, 2011).

A ferramenta 5S vem de cinco palavras em japonês, cada uma dessas palavras é precedida de um termo dito como “senso de”. As cinco palavras são: Seiri; Shitsuke; Seiton; Seiketsu e Seiso. A tradução para o português significa: Utilização; Autodisciplina; Ordenação; Saúde e Limpeza, respectivamente (CAMARGO, 2011).

O primeiro senso é o Seiri, que busca trabalhar as questões de organização do ambiente, avaliar o que é necessário e o que não é e separá-los um do outro, e também se questionar em casos de excessos, entender os motivos dos resíduos não utilizados ainda estarem no ambiente (CAMARGO, 2011).

Em seguida tem-se o senso Seiton, ao qual deve-se organizar as ferramentas de trabalho e a matéria prima de forma fácil e prática, aonde o colaborador não perca tempo organizando ou procurando algum material. Depois de separado os resíduos que não são utilizados, os que possivelmente serão,

devem ser organizados por tamanhos, cores, espessuras, de forma a otimizar o processo de produção (CAMARGO, 2011).

Os dois primeiros sentidos estão intimamente ligados ao terceiro, o Seiso. A limpeza do ambiente é primordial por diversos fatores. Primeiro, trabalhar em um ambiente limpo e organizado estimula o colaborador a exercer um excelente trabalho; segundo, as chances de sofrer um acidente em ambientes sujos e desorganizados é alta; e terceiro, manter o ambiente limpo e os equipamentos limpos aumentam a sua vida útil. Poeira e fagulhas de matéria prima danificam os equipamentos, e exigem manutenções frequentes, conseqüentemente os gastos de operação da empresa se elevam (CAMARGO, 2011).

Todos os sentidos citados até aqui contribuem para o quarto sentido conhecido como Seiketsu, que traz um sentido de saúde. Toda empresa necessita dos seus colaboradores diariamente, e um colaborador com a saúde prejudicada não poderá exercer a sua função, e por conseqüência, a empresa perderá produtividade. Por esse motivo, as condições de trabalho devem ser criteriosamente organizadas e limpas. Além de proporcionar um ambiente agradável ao colaborador, é de extrema importância trabalhar a ergonomia, analisar se os assentos estão confortáveis, e para os colaboradores que trabalham em pé, deve-se analisar quanto tempo eles estão tomando de descanso, por ciclo de trabalho. Neste sentido também é trabalhado a conscientização dos colaboradores para que todos os cinco sentidos sejam aplicados com frequência e de forma planejada (CAMARGO, 2011).

Por último, o sentido que rege todos os outros é o Shitsuke, a autodisciplina. Todas as normas da empresa devem ser respeitadas e seguidas. Todos os sentidos devem ser de consentimento de todos os colaboradores, e eles devem trabalhar a sua disciplina para seguir todas as regras (CAMARGO, 2011).

2.4 ESTUDOS TÉCNICOS

Complementar aos estudos de gestão da empresa, algumas análises técnicas foram feitas com o objetivo de melhorar a visibilidade no ambiente de trabalho, através de um estudo luminotécnico e também de um estudo da qualidade de energia, com o objetivo de garantir a vida útil da máquina e também redução no consumo de energia elétrica.

2.4.1 Luminotécnica

Para este trabalho, o layout analisado é um ambiente industrial, então, o objetivo foi fazer um estudo luminotécnico da fábrica para saber se o nível de iluminação está adequado para a atividade.

O recomendado é que todo ambiente industrial possua um estudo luminotécnico. Mamed (2001) ressalta alguns pontos primordiais para um projeto de iluminação:

- nível de iluminamento suficiente para cada atividade específica;
- distribuição espacial da luz sobre o ambiente;
- escolha da cor da luz e seu respectivo rendimento;
- escolha apropriada dos aparelhos de iluminação;
- tipo de execução das paredes e pisos;
- iluminação de acesso.

Para Mamed (2001) a empresa deve dispor dos projetos de iluminação tanto para fábrica quanto para os ambientes como escritórios, laboratórios, almoxarifados, etc.

Para auxiliar o projetista no desenvolvimento do projeto de iluminação, a norma utilizada atualmente é a NBR ISO/CIE 8995-1, que entrou em vigor em 2013, substituindo a NBR 5413.

A atual norma traz em sua introdução um conceito muito importante no que diz respeito á eficácia de um excelente projeto de iluminação.

Uma boa iluminação propicia a visualização do ambiente, permitindo que as pessoas vejam, se movam com segurança e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga visual e desconforto. A iluminação pode ser natural, artificial ou uma combinação de ambas. Uma boa iluminação requer igual atenção para a quantidade e qualidade da iluminação. Embora seja necessária a provisão de uma iluminância suficiente em uma tarefa, em muitos exemplos a visibilidade depende da maneira pela qual a luz é fornecida, das características da cor da fonte de luz e da superfície em conjunto com o nível de ofuscamento do sistema (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, p. vii).

2.4.2 Qualidade de energia

Em qualquer ambiente, seja industrial, comercial ou residencial, é primordial que a concessionária de energia entregue uma energia de qualidade. A distribuição de energia sem qualidade pode trazer prejuízos materiais e financeiros.

Para garantir que a energia seja entregue ao consumidor final com qualidade, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), possui suas normativas que devem ser seguidas por todas as concessionárias que fazem parte da agência.

Atualmente a Resolução Normativa (RN) Nº 414, de 09 de Setembro de 2010, estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.

No capítulo 1 da RN, art.2º, item XXXVIII, determina o grupo B, ao qual se enquadram consumidores com alimentação inferior a 2,3kV, grupo ao qual a empresa em estudo se enquadra atualmente.

Nos itens XLI e XLII do art. 2º trata do Indicador de Chamadas Ocupadas (ICO), razão entre o total de chamadas ocupadas e o total de chamadas oferecidas, em termos percentuais; e Indicador de Nível de Serviço (INS), razão entre o total de chamadas atendidas em até 30 (trinta) segundos e a diferença entre o total de chamadas recebidas e o total de chamadas abandonadas em tempo inferior ou igual a 30 (trinta) segundos, em termos percentuais; respectivamente, indicadores que serão analisados durante o estudo para saber se a concessionária a qual a empresa é atendida está dentro da regulamentação.

Um dos assuntos mais discutidos na atualidade relacionado ao consumo de energia elétrica é referente à tarifação. Poucos consumidores tem conhecimento de como e quando são aplicados os diferentes modelos de tarifação.

Para tarifação é aplicado o item L do art.2º ao qual especifica as diferentes modalidades, sendo elas:

a) modalidade tarifária convencional monômnia: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia;

b) modalidade tarifária horária branca: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto para o subgrupo B4 e para as subclasses Baixa Renda do subgrupo B1, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia;

c) modalidade tarifária convencional binômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo A caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia;

d) modalidade tarifária horária verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência;

e) modalidade tarifária horária azul: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia;

Além dos itens 5 e 6 presentes no item L, que especificam a tarifação azul e verde, sendo:

5-tarifa azul: modalidade caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, assim como de tarifas diferenciadas de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia.

6-tarifa verde: modalidade caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, assim como de uma única tarifa de demanda de potência.

No item LXXV – (a) especifica a TE (tarifa de energia): valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia; e no subitem (b) especifica a TUSD (tarifa de uso do sistema de distribuição): valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh ou em R\$/kW, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema.

A concessionária de energia deve obedecer às normativas que a ANEEL dispõe, e também tem como dever prestar ótimo atendimento ao cliente. O não cumprimento das normas acarretará em multas que devem ser pagas aos consumidores por meio de créditos nas contas de energia elétrica.

Na seção VII da RN 414, art. 151 diz que se a concessionária não cumprir os prazos de atendimento ao consumidor deverá pagar créditos em até dois meses

após a apuração do caso. Abaixo se encontra a fórmula para o cálculo desse crédito:

$$\text{Crédito} = (Eusd \div 730) \times (Pv \div Pp) \times 100 \quad (1)$$

onde:

Pv = Prazo verificado do atendimento comercial;

Pp = Prazo normativo do padrão de atendimento comercial;

$Eusd$ = Encargo de uso do sistema de distribuição relativo ao mês de apuração;

730 = Número médio de horas no mês.

E no art.152 enquadra-se o encargo pago pela concessionária em casos de suspensão indevida do fornecimento. Para calcular o crédito a ser recebido caso ocorra este fato deve-se considerar a seguinte equação:

$$\text{Crédito} = (Eusd \div 730) \times (T) \times 100 \quad (2)$$

onde:

$EUSD$ = Encargo de uso do sistema de distribuição relativo ao mês de apuração;

730 = Número médio de horas no mês.

T = Tempo compreendido entre o início da suspensão indevida e o restabelecimento do fornecimento, em horas e centésimos de horas.

A ANEEL adota o Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), que possui 11 módulos que regulamentam a distribuição de energia no país. No módulo 08 são apresentadas as normativas referentes à qualidade de energia.

No anexo I da normativa encontram-se as tabelas para Faixas de Classificação de Tensões – Tensões de Regime Permanente.

Na Tabela 1 apresentada abaixo estão os limites de tensão para tensões abaixo de 1kV, para consumidores que são alimentados em 220/127V, que era a tensão que a empresa em estudo recebia até 2016.

Na Tabela 2 estão os limites de tensão para consumidores em 240/120V, que é a tensão que alimenta a empresa atualmente.

Tabela 1. Pontos de conexão em tensão Nominal igual ou inferior a 1kV (220/127)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação de Tensão de Leitura (volts)
Adequada	$(202 \leq TL \leq 231) / (117 \leq TL \leq 133)$
Precária	$(191 \leq TL < 202$ ou $231 < TL \leq 233) /$ $(110 \leq TL < 117$ ou $133 < TL \leq 135)$
Crítica	$TL < 191$ ou $TL > 233) / (TL < 110$ ou $TL > 135)$

Fonte: PRODIST (2018)

Tabela 2. Ponto de conexão em tensão Nominal igual ou inferior a 1kV (240/120)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de variação de Tensão de Leitura (volts)
Adequada	$(221 \leq TL \leq 252) / (110 \leq TL \leq 126)$
Precária	$(209 \leq TL < 221$ ou $252 < TL \leq 254) /$ $(104 \leq TL < 110$ ou $126 < TL \leq 127)$
Crítica	$TL < 209$ ou $TL > 254) / (TL < 104$ ou $TL > 127)$

Fonte: PRODIST (2018)

Tabela 3. Níveis de tensão nos municípios da zona oeste de São Paulo.

Municípios Atendidos em Tensão de Distribuição 127/220 e 120/240 Volts			São Paulo (Capital)
Barueri	Itapevi	Rio Grande da Serra	São Paulo (zona aérea)
Cajamar	Jandira	Santana de Parnaíba	127/220 e 120/240 Volts
Carapicuíba	Juquitiba	Santo André	
Cotia	Mauá	São Bernardo do Campo	São Paulo (zona subterrânea)
Diadema	Osasco	São Caetano do Sul	127/220 e 120/208 Volts
Embu das Artes	Pirapora do Bom Jesus	São Lourenço da Serra	
Embu-Guaçu	Ribeirão Pires	Taboão da Serra	
Itapeçerica da Serra	Vargem Grande Paulista		

Fonte. CT-65: Alteração da tensão nominal secundária do sistema delta com neutro. v.01, 2016.

Sistemas e Tensões Nominais de Fornecimento		V/V
Delta com Neutro		120/240 Volts (1)
Estrela com Neutro		120/208Volts (2) 127/220Volts 220/380Volts (3)

Figura 03. Sistema Estrela e Delta para alimentação secundária.
Fonte: CT-65: Alteração da tensão nominal secundária do sistema delta com neutro. v.01, 2016.

2.4.3 Qualidade e Segurança no Trabalho

A qualidade de vida e a segurança no trabalho são fatores fundamentais para que a empresa possa se desenvolver, conquistar novos clientes, atingir metas, entre outros fatores.

Uma empresa depende de seus colaboradores para alcançar os objetivos citados acima, e para que isso aconteça, deve oferecer qualidade de vida e segurança no trabalho.

Nos anos 80 trabalhadores eram submetidos a longas jornadas de trabalho, com esforços repetitivos e pesados. Ao longo do tempo o resultado deste esforço eram as doenças que surgiam, como, dores musculares, desgaste físico, estresse, rompimentos musculares, entre outras. Com o tempo essas doenças foram caracterizadas como Lesão por esforço repetitivo (LER) e Distúrbio Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) (SBR, 2011).

Alguns trabalhos científicos apresentaram resultados que faziam a associação da LER/DORT com outros problemas sociais, e constataram que as dores musculares estavam mais associadas com problemas psicológicos do que com esforços repetitivos. A insatisfação no trabalho, o estresse, problemas

personais e depressão, estavam causando sérios problemas físicos aos colaboradores. A LER/DORT tinham a sua contribuição para as dores musculares, mas não eram tão evidentes quanto aos problemas psicológicos (SBR, 2011)

A LER/DORT são considerados grupos de doenças causados por fatores físicos e psicológicos, e que ao longo dos anos gerou diversas discussões na comunidade científica por conta de sua caracterização, atualmente é considerada tanto física quanto psicológica (SBR, 2011).

Um dos fatores que podem causar lesões no trabalho é a má postura, que está diretamente relacionada à ergonomia. No Brasil a Norma Regulamentadora 17 (NR17), é a norma responsável por padronizar as condições de trabalho, visando a segurança do colaborador e a prevenção de lesões.

Além de proporcionar um ambiente que não comprometa as condições físicas e psicológicas do colaborador por conta dos esforços no trabalho, a empresa deve oferecer segurança no desempenho da atividade, e por isso tem por obrigação fornecer os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e Equipamentos de Proteção Coletivos (EPC's).

A Norma Regulamentadora (NR) 06 é responsável por normatizar o uso de EPI no ambiente de trabalho. No item 6.2 desta norma diz que os equipamentos podem ser de fabricação nacional ou importada, porém, só poderão ser comercializados se possuírem o Certificado de Aprovação (CA) expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego. E no item 6.3 destaca-se que a empresa é obrigada a fornecer de forma gratuita todo equipamento de proteção para que o trabalho seja executado de forma segura.

Um dos fatores que oferece risco aos colaboradores ao desempenhar suas atividades é o trabalho com eletricidade. Para o caso em estudo, a tarefa desempenhada não é diretamente voltada aos serviços com eletricidade, porém, utiliza-se de equipamentos que necessitam de eletricidade e que oferecem risco ao colaborador. A Norma Regulamentadora (NR) 10 é responsável por padronizar os serviços com eletricidade, a fim de prevenir acidentes que envolvam colaboradores que trabalham direta ou indiretamente com eletricidade. No item 10.2.1 desta Norma diz que em todas as atividades que envolvam as instalações elétricas, devem ser adotadas medidas preventivas, ou seja, em todo ambiente ou

equipamento que ofereça risco de acidente com eletricidade deve ser previsto sistema de segurança.

Em áreas de fabricação que envolva materiais inflamáveis, é de extrema importância que seja adotada medidas de prevenção e proteção contra incêndios.

A Norma Regulamentadora (NR) 23 é responsável por normatizar o uso de sistemas de proteção contra incêndio. No item 23.2 desta norma, é especificado que o ambiente fabril deve dispor de saídas de emergência suficientes para que em caso de incêndio as pessoas possam evacuar do local no menor tempo possível e com segurança, além de estarem bem sinalizadas.

Existem três classificações para os tipos de materiais inflamáveis, e para cada tipo de material há um tipo de prevenção de combate de incêndio. Essa classificação está definida no item 23.9.1 da NR23, da seguinte maneira:

Classe A - são materiais de fácil combustão com a propriedade de queimarem em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos, como: tecidos, madeira, papel, fibra, etc.;

Classe B - são considerados inflamáveis os produtos que queimem somente em sua superfície, não deixando resíduos, como óleo, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc.;

Classe C - quando ocorrem em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc.

Há diversas formas para extinção do fogo em caso de incêndio, neste trabalho é citado apenas o método que se aplica ao ambiente fabril em estudo.

No item 23.13 da NR23 são estabelecidos os modelos de extintores portáteis, que devem ser aplicados em todos os estabelecimentos, mesmo que já possuem outros métodos de prevenção. O modelo tipo “espuma” é utilizado para combate de incêndio da Classe A e B. O modelo tipo “dióxido de carbono” é utilizado especificamente para a Classe B e C, porém, pode ser usado para a Classe A. O modelo “pó químico seco” será aplicado para as Classes B e C. Os extintores de “água pressurizada” serão aplicados para a Classe A.

O item 23.16 da NR23 estabelece a quantidade mínima de extintores por ambiente, e está apresentado na Figura 04 abaixo.

SUBSTÂNCIAS	CAPACIDADE DOS EXTINTORES	NÚMERO DE EXTINTORES QUE CONSTITUEM UNIDADE EXTINTORA
Espuma	10 litros	1
	5 litros	2
Água Pressurizada ou Água Gás	10 litros	1
		2
Gás Carbônico (CO ₂)	6 quilos	1
	4 quilos	2
	2 quilos	3
	1 quilo	4
Pó Químico Seco	4 quilos	1
	2 quilos	2
	1 quilo	3

Figura 04. Unidade extintora.

Fonte: NR 23 - Proteção Contra Incêndios (123.000-0)

A norma ainda estabelece que os extintores sejam colocados em lugares de fácil visualização, fácil acesso e em local aonde haja menor probabilidade de o fogo bloquear o acesso.

3 RESULTADOS

Após estudo teórico, foram colocadas em prática as ferramentas apresentadas neste trabalho. O primeiro passo foi mostrar aos sócios da empresa, as ferramentas que poderiam ser aplicadas, e quais os propósitos desta aplicação. Logo em seguida, após a aprovação de todos em aplicar as ferramentas, deu-se início ao brainstorming.

A proposta inicial foi descobrir quais eram as grandes dificuldades que a empresa enfrentava no processo de produção, e então, buscar opções para solucionar os problemas. Uma reunião foi realizada, e então todos os sócios apresentaram suas opiniões.

Após listar o que foi exposto, foi proposto aos sócios que determinassem de 03 a 04 tópicos que eles consideravam mais relevantes no processo de produção, e que fosse necessária readequação imediata. Foram determinados 03 pontos importantes: desperdício de matéria prima na produção; ambiente desorganizado; dores musculares por conta do trabalho realizado.

Para auxiliar na busca de soluções para os problemas apresentados foi utilizado a ferramenta 5W2H. As Tabelas 03, 04 e 05 mostram como foi feita a aplicação da ferramenta.

Tabela 03: Processo de produção – desperdício de matéria prima

O que será feito?	Por que será feito?	Onde será feito?	Quando será feito?	Por quem será feito?	Quanto vai custar?
Levantamento da quantidade de peças perdidas no processo de produção.	Para identificar os motivos aos quais essas peças estão saindo com defeito.	Linha de produção.	Dezembro -2018 a Maio - 2019	Responsável da linha de produção	Tempo de contagem das peças.

Fonte: Próprio autor

Com essa análise foi possível identificar alguns pontos importantes aos quais os sócios da empresa ainda não haviam notado, e que estava prejudicando a produção da empresa. Foi solicitado aos colaboradores que anotassem em uma

tabela o produto, a quantidade e o motivo pelo qual saiu com defeito. Na Tabela 04 estão apresentados os resultados obtidos.

Tabela 04: Identificação das falhas e quantidades de peças perdidas

PRODUÇÃO DE DEZEMBRO DE 2018 A ABRIL DE 2019	
Quantidade Errada	Problema
84	Uso de retalho pequeno
61	Má regulagem da potência do laser
47	Chapa de MDF riscada
34	Arte desenhada errada
19	Teste
11	Queda
10	Distração
TOTAL DE PEÇAS COM DEFEITO	266
TOTAL DE PEÇAS PRODUZIDAS	7139

Fonte: Próprio autor.

Do total de peças produzidas no período, 3,73% tiveram algum defeito e/ou não foram aproveitadas pelos motivos apresentados na Tabela 04. O uso de retalhos representou 31,58% dos problemas. Os retalhos são utilizados principalmente para confecção de chaveiros, mesmo sendo um produto com valor baixo de venda, o tempo desperdiçado usando retalhos acaba prejudicando a empresa. O tempo médio para confecção de um chaveiro é de 05 minutos, se for considerado a quantidade que foi desperdiçada neste período, esse valor representa 07 horas de trabalho.

Outros dois fatores que se destacaram foram a má regulagem da potência do laser, e o uso de chapas de MDF riscadas. Esse dois quesitos representaram 40,6% do total de peças com defeito.

O motivo pelo qual as chapas de MDF estavam riscadas é devido ao fato de que na empresa há apenas um local no qual todas as chapas ficam empilhadas, e sempre que necessário é retirada para uso, porém, no momento da retirada, uma chapa risca a chapa que está embaixo. Isso ocorre sempre que uma pessoa retira a chapa. Por esse motivo foi sugerido que a chapa só poderá ser retirada por duas ou mais pessoas, assim não haveria mais o problema de riscar a chapa.

Foi elaborado também um *check-list* com o objetivo de auxiliar os colaboradores no processo de produção. Na Figura 05 encontram-se os itens

considerados importantes para a realização das tarefas e que devem ser seguidos criteriosamente.

CHECK-LIST – SOLICITAÇÃO DE PRODUTO PELO CLIENTE (EXCLUSIVO)	
CLIENTE: Telefone	Nº Pedido
DATA:	Descrição
1.0 PROCEDIMENTOS	
1.1	<input type="checkbox"/> CLIENTE POSSUI A ARTE
1.2	<input type="checkbox"/> DESENHO DA ARTE
1.3	<input type="checkbox"/> APROVAÇÃO DA ARTE
1.4	<input type="checkbox"/> ORÇAMENTO
1.5	<input type="checkbox"/> APROVAÇÃO DE ORÇAMENTO
1.6	<input type="checkbox"/> PAGAMENTO 50%
1.7	<input type="checkbox"/> AJUSTE DA MÁQUINA
1.8	<input type="checkbox"/> CORTE
1.9	<input type="checkbox"/> LIMPEZA
1.10	<input type="checkbox"/> MONTAGEM
1.11	<input type="checkbox"/> EMBALAGEM
1.12	<input type="checkbox"/> EMISSÃO DE NOTA
1.13	<input type="checkbox"/> ENVIO PARA O CLIENTE
1.14	<input type="checkbox"/> PAGAMENTO 50%
OBSERVAÇÕES:	
1)	
2)	
3)	

Figura 05: Check-list para produção de novos produtos.
Fonte: Próprio autor

O uso do *check-list* foi analisado entre os meses de abril e maio de 2019, e os resultados estão apresentados na Tabela 05 abaixo.

Tabela 05: Identificação das falhas e quantidades de peças perdidas usando o *check-list*.

PRODUÇÃO DE ABRIL E MAIO DE 2019	
Quantidade Errada	Problema
69	Uso de retalho pequeno
15	Má regulagem da potência do laser
1	Chapa de MDF riscada
4	Arte desenhada errada
0	Teste
1	Queda
0	Distração
TOTAL DE PEÇAS COM DEFEITO	90
TOTAL DE PEÇAS PRODUZIDAS	2236

Fonte: Próprio autor.

Através da Tabela 05 pode-se perceber que 4,02% do total produzido foi perdido. E o principal problema encontrado antes da aplicação do *check-list* ainda persiste que é o uso de retalhos, este problema agora representa 76,66% do total de produtos com defeito. Porém, houve uma queda significativa nos defeitos ocasionados por regulagem da máquina e chapas de MDF riscadas, antes do uso do *check-list*, este valor era de 40,6%, após a aplicação do *check-list*, passou a ser de 17,7%.

Foi apurado o motivo do aumento de retalhos com defeito, e constatou-se que neste período há um aumento na produção de chaveiros por conta do dia das mães, e por consequência a empresa usou muitos retalhos. Porém, para a empresa não representou grande impacto no faturamento.

Outro fator apontado pelos colaboradores que estava prejudicando o ambiente de trabalho foi o excesso de refugos de material na empresa e a desorganização. A ferramenta 5W2H também foi aplicada juntamente com a ferramenta 5S, para solucionar este problema. A Tabela 06 apresenta como foi aplicado o 5W2H.

Tabela 06: Organização do layout da empresa

O que será feito?	Por que será feito?	Onde será feito?	Quando será feito?	Por quem será feito?	Quanto vai custar?
Análise da planta da fábrica para possível readequação do ambiente.	Para otimizar a linha de produção. Minimizar os riscos de acidente. Eliminar peças obsoletas.	Planta da fábrica	Novembro - 2018 a Maio - 2019	Por todos os colaboradores da empresa	O valor depende da adequação realizada.

Fonte: Próprio autor.

Em um primeiro momento foi analisado como eram posicionadas a matéria prima na empresa, e qual era o local em que era armazenado o restante de material que não era mais aproveitado. Notou-se que não havia um critério de seleção de material de reaproveitamento, e havia um acúmulo de material não utilizado que estava atrapalhando a locomoção dos colaboradores. Foi proposto, adotar uma medida mínima padrão de materiais reaproveitados, que poderiam ser utilizados, e alocar esses materiais em gôndolas, a fim de desobstruir a circulação dentro da fábrica.

Na Figura 06, é apresentado como ficou a separação destes materiais. Em cada repartição foi separado os MDFs por espessura e cor. Além de estar posicionado ao lado da máquina, a fim de otimizar o processo de produção.



Figura 06. Separação de matéria prima em gôndolas.
Fonte: Próprio autor.

Foram desenvolvidos *check-lists* de uso semanal, para organização e limpeza do ambiente, assim é possível manter o controle e disciplina. A Tabela 07 apresenta o *check-list*.

Tabela 07. Check-list semanal de limpeza do galpão.

Data	Colaborador	Organização					
		Limpeza geral	Separar retalhos s/ uso	Separar retalhos c/ uso	Arrumar expositor	Arrumar armário	Conferir estoque
/ 01 /2019							
/ 01 /2019							
/ 01 /2019							
/ 01 /2019							

Fonte: Próprio autor.

Similar ao *check-list* utilizado para limpeza do galpão, um modelo foi elaborado para manutenção preventiva da máquina. O objetivo é que sejam feitas

limpezas diárias e semanais na máquina, a fim de conserva-la e evitar que sua vida útil diminua, e cause prejuízos para a empresa. A Tabela 08 apresenta como o *check-list* está sendo feito.

Tabela 08 – Check-list de manutenção da máquina

Data	Colaborador	Limpeza									
		Carenagem	Trilhos	Correia	Facas	Colmeia	03 Espelhos	01 Lente	Exaustor	Bandeja	Base
/ 01 /2019											
/ 01 /2019											
/ 01 /2019											
/ 01 /2019											

Fonte: Próprio autor.

Um dos equipamentos primordiais para o funcionamento da máquina é o *chiller*. Este equipamento é responsável por fazer o resfriamento e circulação de água destilada dentro do tubo laser da máquina. A água do *chiller* deve ser trocada de 03 em 03 meses de acordo com o fabricante. Para auxiliar no controle desta manutenção foi elaborado outro *check-list*, ao qual é possível saber quando foi feita a última troca de água, e quando deverá ser feita a próxima troca. Na Tabela 09 é apresentado o *check-list*, já com as datas definidas para a troca no ano de 2019.

Tabela 09. Controle de troca de água do chiller.

Data	Data da troca	Colaborador	Troca da água do <i>chiller</i>	
Dia / Mês / Ano	Dia / Mês / Ano	Nome	Quantidade de água	status
12 / 01 /2019				
12 / 04 /2019				
12 / 07 /2019				
12 / 10 /2019				

Fonte: Próprio autor.

De acordo com os colaboradores da empresa as tabelas aplicadas são simples, práticas, úteis e importantes, pois contribui para o bom desempenho da empresa, e facilita as atividades do dia a dia.

Como citado na teoria, a ferramenta 5S abrange também a saúde, segurança no trabalho e qualidade de vida. Complementar a esta ferramenta tem-

se a NR06, NR10 e NR17, que juntas contribuí para o bom desempenho dos colaboradores e da empresa. Visando atender ao terceiro requisito apresentado pelos colaboradores, que foram as dores musculares, buscou-se fazer algumas modificações na empresa, com o intuito também de se adequar as normas.

A primeira modificação realizada foi a troca das cadeiras. A maior parte do tempo, os projetistas ficam sentados, desenhando ou montando as peças. Notou-se que a cadeira que eles usavam prejudicava a postura. Então a empresa substituiu as cadeiras, passando a usar cadeiras que mantêm a postura ereta, com regulagem de altura, ao qual proporciona ao colaborador descanso dos pés e pernas, evitando assim fadigas. Nas primeiras semanas os colaboradores já notaram a diferença, e sentiram uma redução nas dores lombares. Na Figura 07 é apresentada a cadeira usada anteriormente, e a cadeira atual.



**Figura 07. Comparação das cadeiras usadas antes e após o estudo.
Fonte: Próprio autor.**

Complementar à adequação das cadeiras foi implantado na empresa um programa de ginástica laboral, ao qual tem por objetivo melhorar a postura, fortalecer a musculatura antes das atividades, melhorar a interação entre os colaboradores e prevenir acidentes durante o trabalho. Um profissional foi contratado para ministrar as aulas de ginástica, 03 vezes na semana, por 15 minutos cada aula, antes de iniciar o expediente. De acordo com relatos dos colaboradores o desempenho melhorou após a implantação das atividades. A

colaboradora que trabalha em projetos relatou que “[...] as dores musculares sumiram, e que melhorou bastante o desempenho nas atividades [...]”.

Outro ponto importante para prevenção de acidentes durante a execução dos trabalhos, é o uso de EPIs. Durante a inspeção na empresa notou-se que nenhum tipo de EPI era utilizado. Foi proposta a compra dos equipamentos de acordo com a atividade desempenhada na empresa. Na Figura 08 estão apresentados os EPIs adquiridos pela empresa.



Figura 08. EPI's adquiridos após análise.
Fonte: Próprio autor.

Foi adquirido protetor auricular, por conta do barulho que a máquina emite, máscara de pó, devido a fumaça ao cortar o material, óculos, para o caso de alguma fagulha vir a repelir no olho do colaborador.

Mais um fator importante foi analisado, o uso de extintores. Apesar de ser um galpão pequeno, possuir suas laterais com grandes vãos livres e duas saídas de emergência, por se tratar de uma empresa que trabalha com matéria prima de madeira e acrílico, que são materiais inflamáveis foi instalado um extintor de pó químico com carga de 06 kg para em caso de incêndio, auxiliar na extinção do fogo. Por norma deve-se utilizar extintor de classe A para materiais como madeira, porém, no local existem instalações elétricas, e que não é recomendável o uso de água para extinção de fogo em partes energizadas, por conta disso, foi instalado o pó químico que se adequa a necessidade da empresa. A Figura 09 apresenta o extintor instalado, em uma altura de fácil acesso aos colaboradores.



**Figura 09. Extintor Classe ABC – Pó químico, adquirido após estudo.
Fonte: Próprio autor.**

Como citado acima, a empresa possui instalações elétricas, incluindo as instalações da máquina. Foi realizada uma inspeção nas instalações e constatou-se que o acionamento do exaustor, da bomba de água e do *chiller*, estavam sendo feitos por botoeiras presas na mesa e com cabos energizados expostos, oferecendo risco de choque elétrico e em caso de algum curto circuito, podendo causar incêndio por estar fixo em uma mesa de madeira. Foi proposta à empresa a instalação de um painel de comando ao lado da máquina com sistema de proteção, e indicadores luminosos, além de separar o acionamento do *chiller* e do exaustor que antes eram ligados juntos no mesmo botão. A Figura 10 mostra como era a instalação anterior, e como ficou após a modificação proposta.



Figura 10. Comparação do painel de acionamento da máquina antes e depois do estudo.
Fonte: Próprio autor.

O acionamento que antes era feito atrás da máquina, em um lugar de difícil acesso, agora é feito ao lado da máquina, próximo ao painel de controle.

Além dos três quesitos apontados pelos sócios da empresa como grandes problemas foram relatados mais dois pontos importantes. Um está relacionado à iluminação do galpão, e o outro relacionado à oscilações na rede elétrica. Por conta desses dois problemas foi proposta uma análise nas instalações elétricas da empresa.

A primeira análise foi verificar o tipo de iluminação utilizada e realizar as medições com um luxímetro para identificar os níveis de iluminamento do ambiente, e ver se estaria de acordo com as normas previstas. Nesta análise constatou-se que no galpão havia apenas duas lâmpadas de LED de 9W, em soquetes E-27. E, então, foram realizadas as medições dos níveis de iluminamento, considerando os locais aonde eram executadas as tarefas. As especificações do aparelho luxímetro estão na Tabela 10, abaixo.

Tabela 10. Especificações técnicas do luxímetro utilizado nas medições

Nome do Produto:	LCD Medidor de luz digital
Modelo:	HS1010A
Material:	Plástico
Faixa de medição:	(1 ~ 200000Lux)
Repetibilidade:	± 2%
Precisão:	± 4% ± 10dpts (<10000Lux) ± 5% ± 10dpts (> 10000Lux)
Característica de temperatura	± 0,1% / ° C
Taxa de medição:	Aproximadamente 2.0 vezes / segundo
Detector de foto:	Um diodo de foto silício com filtro
Peso:	130g
Tamanho:	(16,2 cm x 5,9 cm x 3,1 cm) (HS1010A)
	(10,8 cm x 5,9 cm x 3,1 cm) (HS1010)

Fonte: The Digital Light Meter_hs1330-Hs1323-Hs1010-Instruction Manual

Os resultados encontrados após a medição estão apresentados na Tabela 11. De acordo com a norma NBR ISSO/CIE 8995-1, que especifica em ambientes de trabalho manual e bancadas um nível de iluminância de no mínimo 300 lux, constatou-se que na empresa esse valor estava abaixo do especificado. Foi proposto a empresa a substituição das lâmpadas de LED de 9W, por lâmpadas de LED tubular T8, 18W, 1850 lúmens, em luminárias com duas lâmpadas. As luminárias foram posicionadas nos locais aonde as atividades que exigem maior precisão.

Tabela 11. Níveis de Iluminância

Período	Clima antes da adequação	Ambiente	Status das lâmpadas	Altura do plano de trabalho (m)	Antes da adequação (Com luxímetro)	Clima após a adequação	Após a adequação (Com luxímetro)
					Nível de iluminância [lum/m ²]		Nível de iluminância [lum/m ²]
Manhã	Chuvoso	Mesa de desenho	Acesa	0,78	143	Nublado	412
			Apagada	0,78	87		194
		Mesa de colagem	Acesa	0,78	230		362
			Apagada	0,78	130		335
		Mesa de montagem	Acesa	0,92	198		431
			Apagada	0,92	132		166
		Máquina de corte	Acesa	0,74	153		386
			Apagada	0,74	97		337

Fonte: Fornecida pelo autor.

Após a substituição das luminárias, pode-se perceber, através da Tabela 11, que os níveis de iluminação atingiram o previsto em norma. A Figura 11 apresenta o resultado da modificação da iluminação do galpão.



Figura 11. Comparação da iluminação antes e depois do estudo.
Fonte: Próprio autor.

As Figuras 12, 13, 14 e 15 apresentam as medições realizadas no galpão após a substituição das lâmpadas. Um aplicativo de celular foi usado apenas como comparação de resultados, porém, seus valores não são confiáveis e considerados neste trabalho.

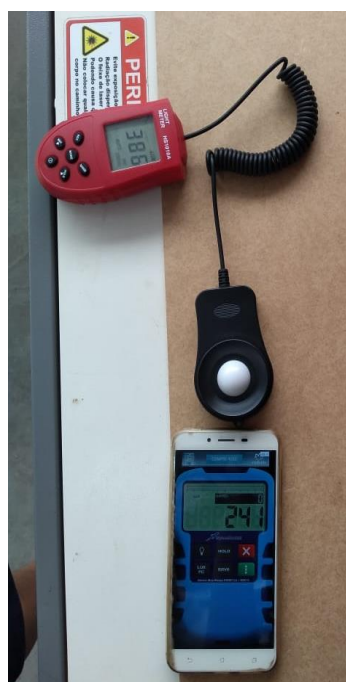


Figura 12. Medição de iluminação após nova instalação – máquina de corte.
Fonte: Próprio autor.



Figura 13. Medição de iluminação após nova instalação – mesa da montagem
Fonte: Próprio autor.



Figura 14. Medição de iluminação após nova instalação – mesa de desenho
Fonte: Próprio autor.



Figura 15. Medição de iluminamento após nova instalação – mesa de colagem
Fonte: Próprio autor.

Por fim, a última análise realizada foram os níveis de tensão da fábrica. A Tabela 12 apresenta os valores obtidos da conta de energia da empresa no mês de outubro de 2018, e os níveis de tensão que ela recebe. Na Tabela 13 estão apresentadas as medidas realizadas com o multímetro, também no mês de outubro do mesmo ano. De acordo com os resultados obtidos, nota-se que as faixas de tensão estão dentro do nível adequado previsto pela ANEEL. Porém, se for analisado e comparados, por exemplo, os níveis de tensão do dia 1 e do dia 11 de outubro, nota-se uma variação de 14V, este valor pode prejudicar os equipamentos da máquina, por serem eletrônicos. Variações elevadas de energia, podem diminuir a vida útil da máquina. Foi solicitado a concessionária de energia uma análise na rede elétrica do bairro aonde a empresa está localizada, para comparar com os níveis medidos com o multímetro, e atestar se realmente a rede elétrica está operando com os níveis adequados. Os resultados obtidos através da análise feita pela concessionária de energia estão apresentados no Anexo 1 deste trabalho.

Tabela 12. Valores analisados das contas de energia

Ano	Mês da leitura	Tensão nominal [V]	Tensão mínima [V]	Tensão máxima [V]	Consumo [kWh]
2018	Outubro	120/240	110/221	126/252	282

Fonte. Fornecida pelo autor.

Tabela 13. Medições de tensão realizadas no mês de outubro.

Nível de tensão diário						
DATA		HORA	TENSÃO MEDIDA		SITUAÇÃO	Dia da Semana
Mês	Dia		Fase-Fase[V]	Fase-Neuro [V]		
Outubro	1	08:27	244	122	ok	segunda
Outubro	2	08:03	241	120	ok	terça
Outubro	3	08:06	237	117	ok	quarta
Outubro	4	08:11	238	118	ok	quinta
Outubro	5	08:11	241	120	ok	sexta
Outubro	8	07:37	236	117	ok	segunda
Outubro	9	07:10	241	118	ok	terça
Outubro	10	07:00	236	116	ok	quarta
Outubro	11	16:30	230	115	ok	quinta
Outubro	15	07:55	241	119	ok	segunda
Outubro	15	13:49	238	118	ok	segunda
Outubro	16	07:59	240	119	ok	terça
Outubro	17	08:09	239	120	ok	quarta
Outubro	17	13:33	236	118	ok	quarta
Outubro	18	08:15	241	119	ok	quinta
Outubro	18	13:40	238	118	ok	quinta
Outubro	19	07:58	242	120	ok	sexta
Outubro	19	15:06	242	119	ok	sexta
Outubro	22	08:02	237	118	ok	segunda
Outubro	22	14:14	236	116	ok	segunda

Fonte: Próprio autor

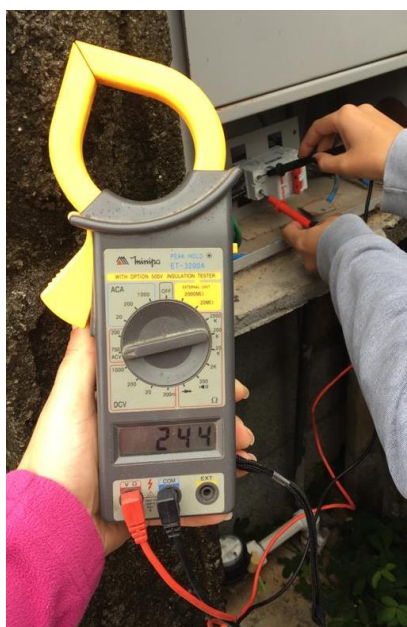


Figura 16. Leitura realizada com multímetro no dia 01 de outubro de 2018.
Fonte: Próprio autor.

Para as medições foi utilizado um alicate digital da marca Minipa ET-3220A, e suas especificações estão apresentadas na Tabela 14 abaixo.

Tabela 14. Especificações técnicas do alicate digital utilizado.

Display LCD/Contagem	3 1/2 Dígitos/2000
True RMS	-
Corrente DC	-
Corrente AC	20/200/1000A
Tensão DC	200m/20/200/1000V
Tensão AC	200/750V
Resistência	200/2k/20k/200k/2MΩ
Temperatura	-
Frequência	-
Teste de Continuidade/Diodo	•
Data/Peak Hold	P
Autodesligamento	-
Mudança de Faixa	Manual
Abertura de Garra	57mm
Diâmetro do Condutor	57mm
Precisão Básica	3%
Categoria de Segurança	CAT II 1000V
Alimentação	1x9V
Dimensões (mm)/Peso (g)	248x70x38,5/337
Garantia	12 meses

Fonte: Próprio autor.

4 CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho foi fazer uma análise do processo de produção e da qualidade de energia de uma empresa de corte a laser, e propor melhorias para a empresa, utilizando ferramentas de gestão e conceitos técnicos aprendidos durante o curso de Engenharia Elétrica.

As análises foram baseadas em três pontos principais: processo de produção, saúde e segurança no trabalho, e qualidade de energia.

A principal ferramenta de gestão utilizada foi o Ciclo PDCA, ao qual se buscou fazer um planejamento do que seria feito, quais as ferramentas seriam utilizadas, quais as metas estipuladas, o objetivo foi definir quais os pontos principais a serem analisados utilizando o brainstorming. Na execução, o objetivo foi aplicar tabelas para os processos de produção, organização do ambiente de trabalho, que estava diretamente ligado ao 5S, além de analisar a ergonomia no trabalho, e aplicar soluções que melhorassem a qualidade de vida dos colaboradores, utilizando-se a ginástica laboral e fazendo a modificação das cadeiras. A empresa adotou o uso de EPIs, proporcionando maior segurança, além de instalar um extintor na fábrica, para em caso de incêndio, auxiliar na extinção do fogo.

Analisando os resultados das tabelas dos produtos com defeito, notou-se uma diminuição de produtos perdidos no processo de produção. Este fato deve-se ao controle e organização adotados durante a execução das tarefas.

Outro fator analisado e que contribui para a produção na empresa, foi a substituição da iluminação, além de melhorar a visibilidade no ambiente, ainda proporcionou maior segurança na execução das tarefas.

A análise de energia realizada na empresa proporcionou uma visão mais técnica aos sócios da empresa, que acreditavam que a rede de energia da concessionária estava com baixa qualidade, porém, os níveis de tensão medidos constaram que estão dentro da faixa adequada estipulada pela ANEEL. Mas mesmo assim notou-se uma variação significativa na tensão, e isso pode, a longo prazo, danificar ou reduzir a vida útil dos equipamentos da fábrica. Por isso foi proposto à empresa, solicitar à concessionária uma análise durante uma semana,

para certificar que está ocorrendo grandes oscilações, e após análise, solicitar ajustes na rede.

Os resultados obtidos após a aplicação das ferramentas de gestão foram satisfatórios e atenderam as necessidades propostas pela empresa.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15316- **Chapas de fibras de média densidade Parte 1: Terminologia.** 2009.

AES Eletropaulo. **CT-65: ALTERAÇÃO DA TENSÃO NOMINAL SECUNDÁRIO DO SISTEMA DELTA COM NEUTRO.** V.01, 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR06** – Equipamento de Proteção Individual. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2010. Disponível em: <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_6.html>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR10** – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016. Disponível em: <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_6.html>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR17** – Ergonomia. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2018. Disponível em: <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_17.html>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

CAMARGO, Wellington. **Controle de Qualidade Total.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Paraná, 2011.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle de Qualidade Total (no estilo japonês) / Vicente Falconi Campos.** – Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

ESTEVES, Rodrigo. **O brainstorming eficaz: Como gerar ideias com mais eficiência.** São Paulo, 2017.

GUSHI, Eurico. **Brainstorming: Planejamento, Tomada de decisão, Diagnóstico e Inovação.** 2011

INDAC – Instituto Nacional Para Desenvolvimento do Acrílico. **Acrílico do Começo ao Fim.** Disponível em: <www.indac.org.br/arquivos/acrilico_indac.pdf>. Acesso em: 27 de abril de 2019.

MALONEY, T.M. **Modern particieboard e dry-process fiberboard manufacturing.** San Francisco: Miler freeman, p. 672, 1989.

MAMEDE, João. **Instalações Elétricas Industriais.** 6ed. Rio de Janeiro, 2001.

NAKAGAWA, Marcelo. **Plano de Negócio: Teoria Geral.** 1 ed. São Paulo, xvii. 2011.

Portal Endeavor Brasil. **5W2H: é hora de tirar as dúvidas e colocar a produtividade no seu dia a dia.** Disponível em: <https://endeavor.org.br/pessoas/5w2h/?gclid=EAlalQobChMIwLiBoNGT3glVIIORCh1n7gHIEAAYASAAEglo-_D_BwE>. Acesso em: 18 de setembro de 2018.
Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. **Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica.** Rev.10, 2018.
RN (Resolução Normativa) N° 414, de 09 de Setembro de 2010.

SILVA,R.P.Thiago. **Relatório Iba 2016: produção e consumo de painéis apresenta baixa.** Disponível em: <<http://www.emobile.com.br/site/industria/relatorio-iba-2016-producao-consumo-paineis/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA (SBR). **LER/DORT Cartilha para pacientes.** Comissão de Reumatologia Ocupacional. 2011. Disponível em: <www.saude.campinas.sp.gov.br/sua_saude/cuidados/cartilha_ler_dort_sbr.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

The Digital Light Meter. **Hs1330-Hs1323-Hs1010.** Instruction Manual. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/209237545/The-Digital-Light-Meter-hs1330-Hs1323-Hs1010-Instruction-Manual>>. Acesso em: 15 de abril de 2019.