

PROPOSTA DE ESTUDO
SOBRE OTIMIZAÇÃO DE
PROCESSOS:
POTENCIALIZAÇÃO NO
CRESCIMENTO PRODUTIVO
DO SETOR DE ESTAMPARIA
NA FABRICAÇÃO DE AR-
CONDICIONADOS

ABNER SILVA XAVIER

DARLAN DA LUZ PRATES

DIRCEU JOSE MONTEIRO CÉSAR FILHO

ELAINE CRISTINA SOUSA MELO TORRES

GILSON SANTOS DA SILVA

LAIZIR SOUZA DA SILVA

RAMON SILVA CASCALHO DOS SANTOS

REGIANE DA SILVA CARAGÉ MARTINS





Orientador: ABNER SILVA XAVIER

iD 0000-0002-3022-6997



Autor: DARLAN DA LUZ PRATES

iD 0000-0001-8375-2125



Autor: DIRCEU JOSE MONTEIRO CÉSAR FILHO

iD 0000-0002-2388-6938



Autora: ELAINE CRISTINA SOUSA MELO TORRES

iD 0000-0002-3382-9304



Autor: GILSON SANTOS DA SILVA

iD 0000-0002-1928-2752



Autora: LAIZIR SOUZA DA SILVA

iD 0000-0003-3478-5136



Autor: RAMON SILVA CASCALHO DOS SANTOS

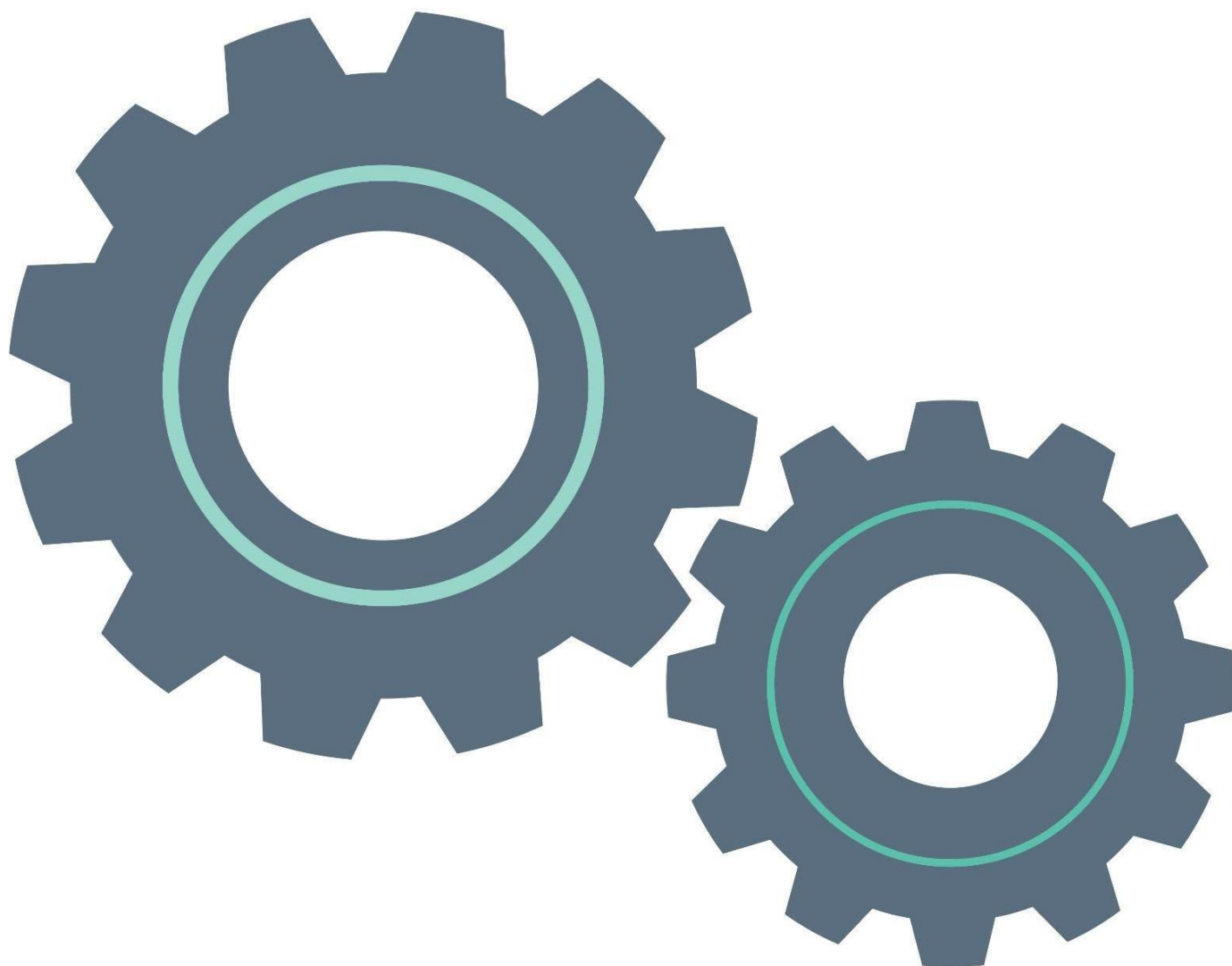
iD 0000-0003-0776-7725



Autora: REGIANE DA SILVA CARAGÊ MARTINS

iD 0000-0002-0346-704X





FICHA CATALOGRÁFICA

FILHO, Dirceu Jose Monteiro César; MARTINS, Regiane da Silva Caragé; PRATES, Darlan da Luz; SANTOS, Ramon Silva Cascalho dos; SILVA, Gilson Santos da; SILVA, Laizir Souza da; TORRES, Elaine Cristina Souza Melo. **Proposta de Estudo Sobre Otimização de Processos:** Potencialização no Crescimento Produtivo do Setor de Estamparia na Fabricação de Ar-condicionado. Orientador: Abner Silva Xavier. Universidade Virtual do Estado de São Paulo. Polo: Guarulhos, 2022.

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Orientação:

ABNER SILVA XAVIER

Autores / Edição / Produção

DARLAN DA LUZ PRATES

DIRCEU JOSE MONTEIRO CÉSAR FILHO

ELAINE CRISTINA SOUSA MELO TORRES

GILSON SANTOS DA SILVA

LAIZIR SOUZA DA SILVA

RAMON SILVA CASCALHO DOS SANTOS

REGIANE DA SILVA CARAGÉ MARTINS

Área de Concentração: Engenharias

Curso: Engenharia de Produção

Produto Educacional: Proposta Empresarial

Guarulhos – São Paulo

2022



APRESENTAÇÃO

O objetivo desta proposta é apresentar às indústrias a possibilidade de modernizar o seu *Park* industrial com tecnologia de ponta, otimizando seu processo de produção e reduzindo os custos de fabricação.

A proposta foi um resultado do desenvolvimento da disciplina Projeto Integrador VI para Engenharia de Produção, da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), onde os autores utilizaram metodologias de pesquisas como *Design Thinking*, PDCA, 5W2H, entre outros, e tiveram acesso ao processo produtivo de uma empresa de fabricação de ar-condicionado para desenvolver e modelar a proposta da melhor forma possível, obtendo assim um excelente projeto e ótimos resultados.

No final de 2020 essa empresa de fabricação de ar-condicionado adquiriu por importação um novo equipamento de corte chapas metálicas utilizando a tecnologia a laser, fazendo assim a substituição da tecnologia de punção, anteriormente utilizada. Logo após a implementação desta nova tecnologia, foi possível observar de início o ganho de produtividade, redução da sucata, aproveitamento de matéria-prima e uma ótima qualidade no acabamento.

Fica aqui o convite para você leitor, entender melhor todas as etapas desse projeto, mostrando os ganhos obtidos e os resultados positivos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	DESENVOLVIMENTO	8
2.1	Objetivos.....	9
2.1.1	Objetivo geral	10
2.1.1.1	<i>Objetivo específico.....</i>	<i>10</i>
3	JUSTIFICATIVA	11
3.1	Problema.....	12
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
4.1	Chapas de aço carbono	14
4.2	Corte de chapas de aço carbono.....	15
4.3	Puncionadeira.....	15
4.4	Corte a Laser	16
5	METODOLOGIA	18
5.1	Métodos e técnicas utilizados	19
5.1.1	Materiais e equipamentos	20
6	RESULTADOS	21
6.1	Solução inicial	21
6.2	Solução Final	24
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
	REFERÊNCIAS	29
	APÊNDICE A – SCHOLAR GOOGLE.....	31



1 INTRODUÇÃO

A proposta deste projeto está baseada no comparativo e substituição de duas tecnologias de cortes de chapas metálicas, onde foram analisados os processos de corte por puncionamento, processo que a empresa já utilizava, e de corte a laser, uma nova tecnologia adquirida pela empresa através da importação de uma nova máquina de corte laser. A sua compra segundo o diretor da empresa, foi devido à alta demanda na produção, especificamente no setor de estamparia nos dois últimos anos (2019 a 2020), sendo que o equipamento atual, a puncionadeira, não estava conseguindo atender as necessidades de produção, tanto na sua velocidade produtiva, pois apresentava números de paradas de manutenção corretiva elevados.

Diante desta situação, a proposta levantou dados do processo de corte por puncionamento e de novas tecnologias que poderiam substituí-lo. Utilizando algumas ferramentas e metodologias como *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), *5W2H*, *Design Thinking*, foram obtidos, através de pesquisas bibliográficas, dados fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos analisados e coleta de resultados obtidos *in loco*, uma boa quantidade de informações que serviram como base para entender as necessidades e limitações de cada tecnologia, facilitando a tomada de decisão.

Nesta análise buscou-se investigar as características principais de cada equipamento, realizando um comparativo entre alguns fatores importantes como uma boa qualidade do processo, segurança, custos e indicadores de produtividade, buscando assim o melhor custo-benefício e lucros que justificassem esse novo investimento, que poderia superar facilmente os seis dígitos. Todos esses quesitos foram levados em consideração durante a execução do projeto. Foram analisados na pesquisa bibliográfica, estudos e ensinamentos de alguns autores, que serviram como pilares do projeto, tanto no gerenciamento quanto na obtenção de dados das tecnologias de cortes de chapas metálicas analisadas.

De acordo com Krajewsky (2009), o gerenciamento dos processos deve ser feito de maneira contínua, o que gera melhorias e uma constante mudança. Segundo Joaquim e Ramalho (2010), o trabalho de corte feito por laser é uma ação bastante flexível em transformar as superfícies de corte com alta qualidade. Essas premissas serviram como direcionadores do projeto.

De acordo com o fabricante *Anhui Donghai Machine Tool Manufacturing Co., Ltd. (ADH)* (2021), a máquina de corte a laser com dupla utilização integrada facilita tanto em cortes de chapas como em tubos simétricos (redondo ou quadrados) como uma alta velocidade, precisão no corte, um corte fino e plano de fácil operação com baixo consumo de energia e adequada para grandes produções de larga escala.

A melhor forma de deixar clara a necessidade da análise rigorosa realizada foi compreender como são realizados ambos os processos, corte por punção e corte a laser, explorando os dados obtidos ao longo das etapas do projeto.





2 DESENVOLVIMENTO

Para desenvolver esta proposta foi enviado um questionário a equipe de gestão da empresa *WEGER*, fabricante de ar-condicionado, com o objetivo de entender o processo utilizado pela empresa e saber quais eram seus propósitos ao passar estas informações sobre a aquisição recente de um novo equipamento para a área operacional, tais como:

- a) o que motivou a compra;
- b) qual fornecedor;
- c) quais os impactos na produção.

Com base nessas informações foi possível firmar o intuito deste projeto e o motivo da empresa ter adquirido um novo equipamento.

Sabendo da necessidade de aumentar sua capacidade produtiva, em dois anos consecutivos tiveram uma demanda muito alta na sua produção e o seu equipamento atual não estava comportando a alta capacidade produtiva exigida. Com isso faltava tempo para que as manutenções preventivas fossem realizadas, aumentando assim o número de manutenções corretivas, mantendo um elevado *Mean Time To Repair* (MTTR) e baixo *Mean Time Between Failures* (MTBF). Com isso a equipe técnica de manutenção precisava fazer longas avaliações para identificar as causas do problema, impactando assim ainda mais na capacidade produtiva do equipamento.

Para a nova aquisição foi necessário fazer algumas adaptações tanto na rede elétrica como também no local onde o equipamento vai ficar instalado,

fazendo assim uma mudança no *layout* da fábrica.

2.1 OBJETIVOS

O objetivo principal do projeto foi comparar o quanto a nova tecnologia de corte de chapas metálicas a laser, adquirida pela empresa, pode agregar na produção em comparação a tecnologia de corte por puncionamento. A empresa fez um investimento em equipamento novo para obter essa nova tecnologia mais avançada, aumentando sua capacidade produtiva, renovando e otimizando seu processo para atender sua grande demanda de mercado e seus novos pedidos. Com isto, a empresa pretendeu aumentar seus lucros, se tornar mais competitiva e aumentar sua capacidade de produção para expansão de suas vendas.

O mercado o qual a empresa *WEGER* atua teve um aumento significativo de demanda por causa da pandemia. Os equipamentos de ar-condicionado fabricados por ela atendem hospitais, clínicas, consultórios e outros ambientes fechados com circulação de pessoas. Assim foi possível através desse investimento obter uma oportunidade para inovar e atender este mercado em expansão.

Apesar do novo equipamento de corte a laser ainda estar em processo final de instalação, os dados obtidos de produtividade já se mostram melhores que o processo de puncionamento. A empresa fez um estudo antes da aquisição e chegou à conclusão de que a nova tecnologia adquirida poderia ser superior a atual, podendo trazer um rendimento anual entorno de 85% tanto na produtividade quanto da economia de matéria prima.

O objetivo da empresa foi aumentar sua produtividade sem interferir na sua mão de obra, poder atingir novos mercados, eliminar os gargalos, reduzir consumo de energia, o desperdício de matéria-prima e reduzir os impactos ambientais.

Outro ponto de análise é o que o corte laser, tem a capacidade de produzir a gama de peças com diversos formatos e tipos de matérias diferentes, desde aço carbono, inox, alumínio, cobre e entre outros, e verificar se vai continuar utilizando o equipamento antigo.

Este estudo teve como base o material bibliográfico para análise do potencial de melhoria do processo de produção, por meio dos prós e contras da aquisição de uma máquina de corte a laser, assim como evidenciar maneiras de

atualizar o maquinário e ainda assim evitar que a punctionadeira caia em desuso e se torne obsoleta.

2.1.1 Objetivo geral

No final deste projeto, analisa-se todo o procedimento de manufatura de máquinas que operam especificamente por operações de corte por estampagem, e verifica-se a possibilidade de evoluir, como potencializar a melhora do processo de produção, buscando a partir disso, demonstrar que o processo de corte a laser, se sobressai comparado ao da Punctionadeiras, com base nos indicadores de qualidade, produtividade, variabilidade na fabricação e segurança, assim como demonstrar que mesmo com a atualização, ainda será possível utilizar o equipamento antigo de forma complementar.

2.1.1.1 *Objetivo específico*

Analisar a eficiência do processo de corte de chapas metálicas utilizando equipamento de corte a laser em relação ao processo de corte com punctionadeira, onde deverá constar-se a redução de tempos de produção, diminuição do desperdício da matéria-prima e a colocação do método de produção como PDCA e a ferramenta 5W2H.

Analisar as demandas que corroboram com a compra da máquina:

- a) analisar os custos e a rentabilidade da aquisição;
- b) elevar os índices de produção;
- c) assegurar que a compra trará uma margem de lucro superior à atual.



3 JUSTIFICATIVA

A proposta desenvolvida na empresa *WEGER*, tem uma certa importância, pois foram usados alguns métodos de análise para verificar a melhoria da produtividade, desta forma, trabalhando com diversas ferramentas de gestão voltada à qualidade no processo do produto, na agilidade produtiva e na organização geral do setor.

Quando a empresa trabalha para ser desenvolvida automaticamente é exigida que seu maquinário seja de última geração e que seus colaboradores tenham uma boa qualificação. Desta forma a sua evolução será conjunta, pois para garantir a melhor eficiência, bons resultados e uma boa margem de lucro esse conjunto deve sempre estar atualizado e assim espera-se que sua linha seja crescente.

O mercado é volátil e imprevisível, a maior prova disso foi a chegada da pandemia causada pelo vírus da Sars-CoV 2, que causou um impacto em toda a indústria, principalmente nas empresas com pouca automação. Afinal, quanto mais rústico o maquinário, maior a necessidade de intervenção humana. Quando o processo é mais automatizado, a quantidade de funcionários para operação é reduzida, possibilitando assim maior garantia de que a produção não será paralisada devido ao absenteísmo.

Através de testes realizados e de dados analisados pela equipe de Segurança do Trabalho, constatou-se que o equipamento de corte a laser proporciona um corte com excelente qualidade e acabamento, além de proporcionar segurança aos colaboradores que o operam. Além disso possui

grande precisão de corte e a capacidade de realizar diversos tipos de peças e perfis, de acordo com a necessidade conforme a informação da fabricante *Anhui Donghai Machine Tool Manufacturing Co., Ltd.* (ADH) (2021). Por mais que o faixe do laser, seja um item perigoso a um indivíduo que entre em contato direto ou sofra exposição à radiação e luminosidade, as proteções do equipamento garantem total segurança a quem o opera, atendendo a norma regulamentadora (NR 12) e sabendo que os índices de acidentes são baixos se comparados a outros tipos de maquinários.

Portanto, através dos dados obtidos durante o projeto, este trabalho se justificou pela oportunidade de atender as atuais necessidades da empresa em otimizar seu processo de produção, atualizar a tecnologia empregada, melhorar seus indicadores, aumentar sua capacidade produtiva e aumentar a segurança do processo. Além disso abriu-se com a implementação desta nova tecnologia de corte a laser a possibilidade de identificar maneiras de potencializar os métodos de produção e desenvolvimento de novos produtos, com aumento de segurança do ambiente de trabalho, qualidade do produto e redução de custos do processo.

Através dos dados coletados em questionário enviado para o Diretor da empresa *WEGER*, conseguimos identificar os objetivos e necessidades gerais para desenvolvimento do projeto. Essas informações e a necessidade em atender os objetivos solicitados de aumentar a produtividade, segurança, melhoria das capacidades produtivas, eliminação de gargalos e um dos motivos seria a redução de custo como a perda de matéria prima na sucata que chega entorno de 37% do seu consumo anual que está em 115 toneladas, mas uma pequena parte deste material e transformado em *blank* e estocado para ser utilizado quando houver a necessidade, já que todos equipamentos são construídos conforme a necessidade do cliente, e com estes dados foi o que levou o grupo a escolher o tema.

3.1 PROBLEMA

Como informado pela empresa *WEGER*, atualmente ocorreu um aumento nas vendas dos seus produtos, mas sua linha produtiva não estava conseguindo atender todo esse aumento de pedidos com a boa qualidade e rapidez necessária. Alguns fatores, abaixo relacionados, estavam impactando na cadeia produtiva.

- a) equipamento de corte por puncionamento com elevado tempo de ciclo;
- b) excesso de refugos;
- c) desperdício de material durante a etapa de corte de chapas;
- d) baixa qualidade nas peças produzidas;
- e) excesso de manutenções;
- f) gargalos na produção.

Por conta disso, a empresa decidiu investir na aquisição do equipamento de corte a laser, um equipamento moderno com uma tecnologia superior a atualmente utilizada, possibilitando assim atender a maior parte do serviço de estamparia com boa qualidade e agilidade, mitigando ou eliminando os problemas que estavam impactando na produtividade do processo.



4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta etapa do desenvolvimento serão abordados os conceitos de maior importância para que seja feita a melhor compreensão e aplicação dos assuntos nas etapas seguintes, que se referem aos processos de melhoria oriundos da aquisição do maquinário de corte a laser em comparação ao antigo que opera por puncionamento. Para tomar a melhor decisão ao efetuar uma transição destas é necessário catalogar e compreender as etapas desse amplo processo, desde as chapas de aço e suas variedades até a diferença nos custos e a maneira como operam uma máquina de corte, laser e uma puncionadeira.

4.1 CHAPAS DE AÇO CARBONO

Esse material tem uma gama ilimitada de utilizações e aplicações, desde que respeite algumas restrições quanto às suas características e composição, pode ser utilizada nos mais diversos campos.

A indústria metalúrgica é uma grande consumidora de chapas metálicas, sendo que quase todos os produtos utilizam esse material. De acordo com a Cooper Metal (2021), existem atualmente no mercado diversos tipos de materiais com diferentes características e composições químicas, características essas

que conferem ao aço propriedades distintas para utilização em diversas situações. Os principais materiais utilizados são chapas de aço carbono, aço galvanizado, aço inox, alumínio, cobre, bronze e latão.

4.2 CORTE DE CHAPAS DE AÇO CARBONO

Para cortar chapas, existem vários processos que podem realizar esta operação. No mercado atual, a empresa opta por um processo de corte que atenda de forma eficaz e confiável às suas necessidades, pois cada processo possui uma série de suas características e a espessura a ser cortada de acordo com sua aplicação definida. Nesse processo de corte, pode-se citar que além da estampagem e corte a laser de que trata esta proposta, existem outros processos de corte: “[...] além do corte a lâmina de serra, são usadas também outras formas de corte, como por disco abrasivo, oxicorte, corte de plasma, corte a laser e corte por jato d’água.” (WEISS, ALMIRO, 2012, p. 66).

De acordo com Weis (2012);

A escolha da máquina adequada para que se realize o corte do material, depende inicialmente da forma como a matéria-prima é apresentada, pois sua forma seja em barra ou de chapa, torna o processo específico para a situação em que se encontra, também deve-se atentar a densidade do material, que vai determinar a maneira que se faça o corte, além de que a quantidade de peças que deverão ser cortadas para atender o pedido, devem ser levadas em consideração, fazendo deste procedimento algo que deve ser criterioso.

Pode se entender que escolha do material também define o tipo de acabamento desejado e a sua produtividade.

4.3 PUNCIÓNADEIRA

De acordo com Mecânica Industrial (2012) a puncionadeira é utilizada nas indústrias, ela chegou primeiro que as máquinas de corte a laser e converteu a execução das prensas. Nestes casos a puncionadeira expôs ser mais ágil que as prensas por causas do trabalho rápido de corte em vários formatos sem ter necessidade de adquirir ferramentas de estampo usadas na prensa.

De acordo com Lesko, Jim (2014), os recursos disponibilizados pela puncionadeira proporcionam versatilidade e flexibilidade para a fabricação de

chapas, o que apresenta vantagens em relação a outros processos utilizados no processamento de peças metálicas, principalmente em projetos com saliências, como desenhos antideslizantes ou para processamento de roscas.

Apesar do declínio após a chegada do corte a laser, ainda é bastante utilizada como descrito no seguinte trecho:

A tecnologia de puncionamento usada até então ainda não foi totalmente substituída pelas novas tecnologias; há uma necessidade continuada das antigas tecnologias de furação de lâminas para usos contínuos em que uma ferramenta especialmente projetada é a estratégia de melhor custo-efetivo na manufatura das peças. (LESKO, JIM, 2004, p. 69)

Considera-se que até os dias de hoje a indústria utiliza a puncionadeira por ser uma tecnologia mais barata e prática comparada com um equipamento de corte a laser. E atende muito bem as necessidades do mercado.

4.4 CORTE A LASER

O corte a laser é um processo de separação térmica usada para processar folhas. Nesse tipo de corte, um feixe de laser é gerado na fonte e conduzido até o cabeçote de corte da máquina por meio de um espelho ou fibra de transmissão. Na cabeça, o feixe de laser é focalizado por uma lente de pequeno diâmetro e alta potência e atinge a placa fundida, criando um corte. O corte a laser é extremamente versátil, pois além de cortar materiais planos, também pode processar tubos e perfis. Segundo Weiss (2012), o processo de corte a laser nos dias de hoje, está sendo muito utilizado para fazer cortes em perfis definitivos e em outros casos, podendo substituir os processos de retirar furação por usinagem e corte por estampagem. Para Jim Lesko (2004), nesse processo, um laser utiliza uma gama de energia potente o suficiente e focalizada em determinado ponto capaz de fundir e vaporizar porções de uma peça. Tal manufatura pode ser utilizada para fazer furos muito pequenos, com relação à profundidade e diâmetro do seu alvo, contudo é um equipamento caro e consome demasiada energia.

Quanto aos materiais, o corte a laser é principalmente de aço carbono, aço inoxidável e alumínio, e a espessura da chapa processada varia de acordo com o material processado. O corte de materiais a laser é um processo muito flexível porque pode produzir superfícies de corte de alta qualidade. Um de seus

principais usos é, sem dúvida, a execução de pequenos lotes (protótipos), pois não são necessárias ferramentas de construção.

Segundo Bagnato, (2001) tamanha flexibilidade reforça a procura por esse tipo de operação, pois com base na alta velocidade de corte e na precisão do processo que o corte a laser oferece, o que levou a maioria das empresas rapidamente adotar esse processo, pois o equipamento utilizado para esta finalidade permite obter peças com formas geométricas complexas, o acabamento superficial é quase isento de rebarbas na área de corte, e as peças podem ser processadas rapidamente.

5 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se abordagem do *Design Thinking*, que de acordo com Ambrosi (2016) é um processo que permite identificar, definir, pesquisar, gerar ideias, testar protótipos, selecionar, implementar e aprender, tornando-se adequado para o desenvolvimento deste trabalho. Utilizou-se o método de pesquisa-ação em que foi empregado um questionário ao gestor da empresa *WEGER*, com autorização de divulgação de dados, com o objetivo de coletar informações atualizadas dos equipamentos utilizados no processo de cortes de chapas de aço para confecção das estruturas dos equipamentos produzidos por essa empresa. De acordo com Cervo, Bervian e Silva (2017), o formulário destinou-se à coleta de dados resultante do processo e teve como vantagem a assistência direta do investigador, possibilitando possuir perguntas mais complexas e uma uniformidade na interpretação dos dados, porém precisa possuir possibilidade de abrigar uma ampla gama de respostas possíveis e precisa ser realizado com um entrevistado que possua excelente nível de informação.

A ferramenta de pesquisa para levantamento bibliográfico foi conforme se observa no apêndice A, utilizou-se na pesquisa avançada as palavras-chaves PUNCIÓNADEIRA; CORTE; LASER; OTIMIZAÇÃO; buscado dentro do intervalo de 2015 a 2021, período que aconteceram diversos avanços tecnológicos no processo automatizado CAD/CAM e no desenvolvimento de equipamentos de corte a laser. No total foram encontrados 18 resultados, aos quais foram utilizadas entre dissertações de mestrados, teses de doutorado e artigos científicos para elaboração da pesquisa bibliográfica do projeto, devido seus temas estarem relacionados ao processo de corte de chapas de aço por puncionadeira e equipamentos a laser, excluindo o restante devido à falta de proximidade com o tema abordado, conforme pode ser observado no trabalho.

O foco inicial foi a análise dos diferentes processos de cortes de chapas de aço utilizado hoje na empresa *WEGER* para construção de equipamentos condicionadores de ar, buscando conhecer as características dos processos de corte de chapas de aço utilizados atualmente e as possibilidades disponíveis no mercado, aprofundando-se nas suas particularidades, vantagens e desvantagens. A etapa seguinte foi realização da análise dos produtos atualmente produzidos, analisando seu processo de fabricação, fluxo da cadeia produtiva, as especificações exigidas pelos clientes desses produtos e os

indicadores atuais de desempenhos e produtividade do processo corrente, verificando cada etapa, os objetivos internos da corporação, para assim ter uma maior compreensão da cadeia produtiva.

5.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Através das pesquisas bibliográficas realizadas obtiveram-se informações sobre os processos de cortes mais atualizados disponíveis no mercado nacional e internacional, verificando suas características e analisando os melhores custos-benefícios para aplicação no processo de fabricação atual, utilizando-se da análise quantitativa dos dados para, através da realização de testes, obter o processo com as melhores características para substituir o processo de punçoneira atual. Através da metodologia PDCA, que de acordo com Pereira (2004) é excelente ferramenta a ser utilizada pelas organizações para gerenciamento dos processos internos e garantir que alcancem as metas desejadas no processo, considerando as informações obtidas como fator de direcionamento das decisões e também pode ser utilizado na otimização do processo. Como instrumento de coleta de dados utilizou-se questionário enviado ao gestor da empresa, onde foram levantados objetivos e expectativas esperados pela organização e o que levou a companhia a adquirir um novo equipamento para substituição do processo. Foi estabelecido um plano de ação para a coleta de dados e realização de testes comparativos entre os equipamentos de punçoneamento e corte a laser, além do mapeamento dos produtos e processos atuais, conforme sequência a seguir:

- a) *part number* dos produtos;
- b) composição da matéria prima;
- c) características dimensionais do produto;
- d) descrição do processo de fabricação;
- e) tempo de ciclo do processo;
- f) ferramentas/ equipamentos utilizados no processo;
- g) *forecast* anual contratado pelo cliente;
- h) desperdícios com produtos não conformes e sobras de materiais presentes no processo;
- i) entrevistas com colaboradores da cadeia.

Após a realização da obtenção dos dados foi realizado o comparativo com os estudos bibliográficos a fim de compreender o processo integralmente para que fosse possível encontrar alternativas ao processo atual, analisando todas as informações obtidas na etapa anterior para viabilização da alteração do processo de corte de chapas de aço pelo processo de puncionamento para a alternativa de troca de maquinário para realização de cortes das chapas pelo processo a laser.

5.1.1 Materiais e equipamentos

Para a realização dos testes foram utilizados 2 equipamentos: a puncionadeira do processo atual e o novo equipamento de corte a laser, utilizando-se das mesmas matérias-primas e produtos do processo atual, para obtenção de um comparativo entre os 2 processos produtivos, analisando 100% da gama de itens produzidos, obtendo-se os dados de produtividade de cada produto em cada equipamento para fins comparativos.

Foram comparadas as seguintes características entre os processos de corte por puncionadeira e o corte a laser:

- a) tempo de Ciclo de cada produto em ambos os processos de corte;
- b) aproveitamento da matéria-prima;
- c) emissão de produtos não conformes;
- d) retrabalho nos produtos;
- e) custos de fabricação de cada produto;
- f) tempo médio de *Setups*.



6 RESULTADOS

Com a instalação do equipamento de corte a laser, fica evidente que a nova tecnologia adquirida pela empresa trouxe resultados positivos, com pouco tempo em operação já foi possível observar a melhora em alguns parâmetros. Estes por sua vez ajudam a empresa em tomadas de decisões relacionadas à produção e ao seu planejamento financeiro, pois estão diretamente ligados.

6.1 SOLUÇÃO INICIAL

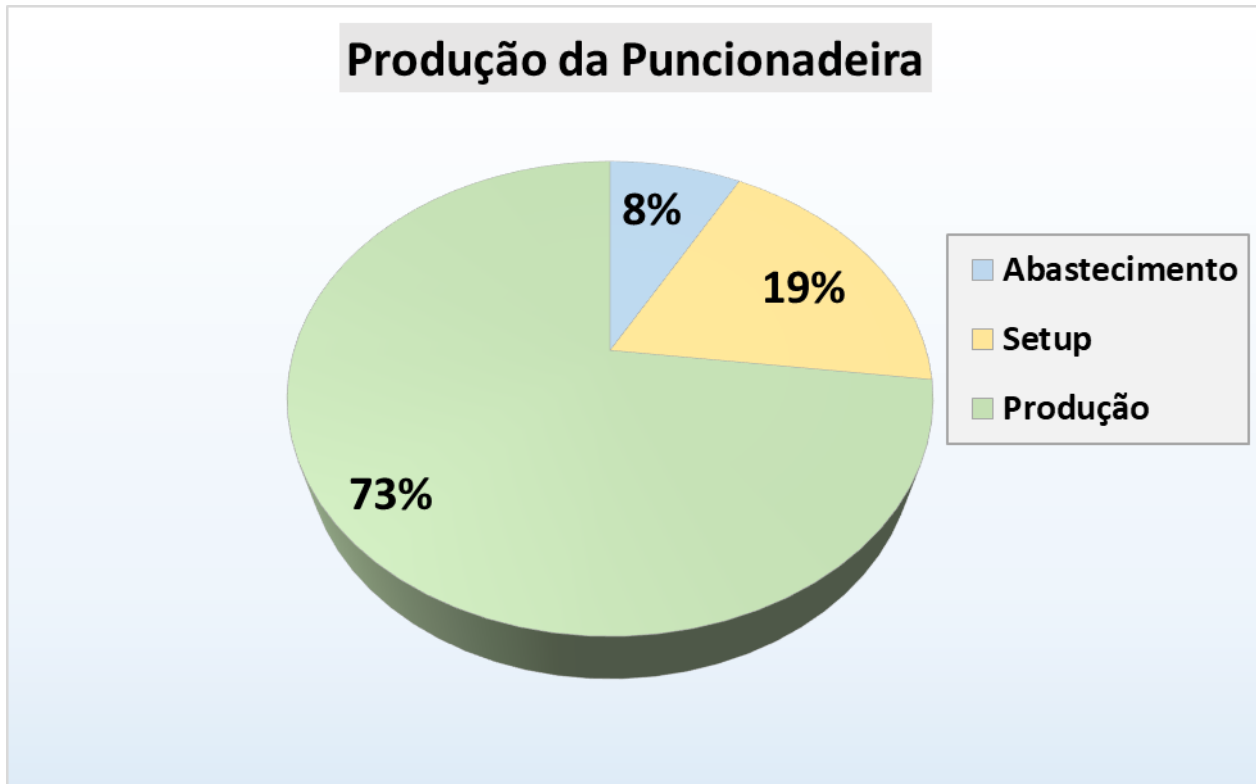
Como nasceu a solução inicial?

A empresa *WEGER* adquiriu um novo equipamento com base na experiência das outras unidades e não pelo seu comparativo com isto surgiu a proposta do tema para validar essa aquisição. Desta forma foi possível desenvolver o projeto de modo a analisar e avaliar se houve ganhos no departamento de produção após a aquisição da máquina de corte a laser, ou seja, quais são as melhorias obtidas, após a troca do equipamento. Alguns levantamentos foram feitos como pode-se observar a seguir, o equipamento antigo estava causando gargalos na operação, este sanado com a instalação da nova máquina.

Os dados a seguir demonstram como a operação estava se comportando antes da instalação do equipamento de corte a laser.

O gráfico 1 mostra a atual situação no processo de trabalho da puncionadeira. Este dado foi apontado em um dia de produção com 8 horas de trabalho.

Gráfico 1 – Produção da Puncionadeira

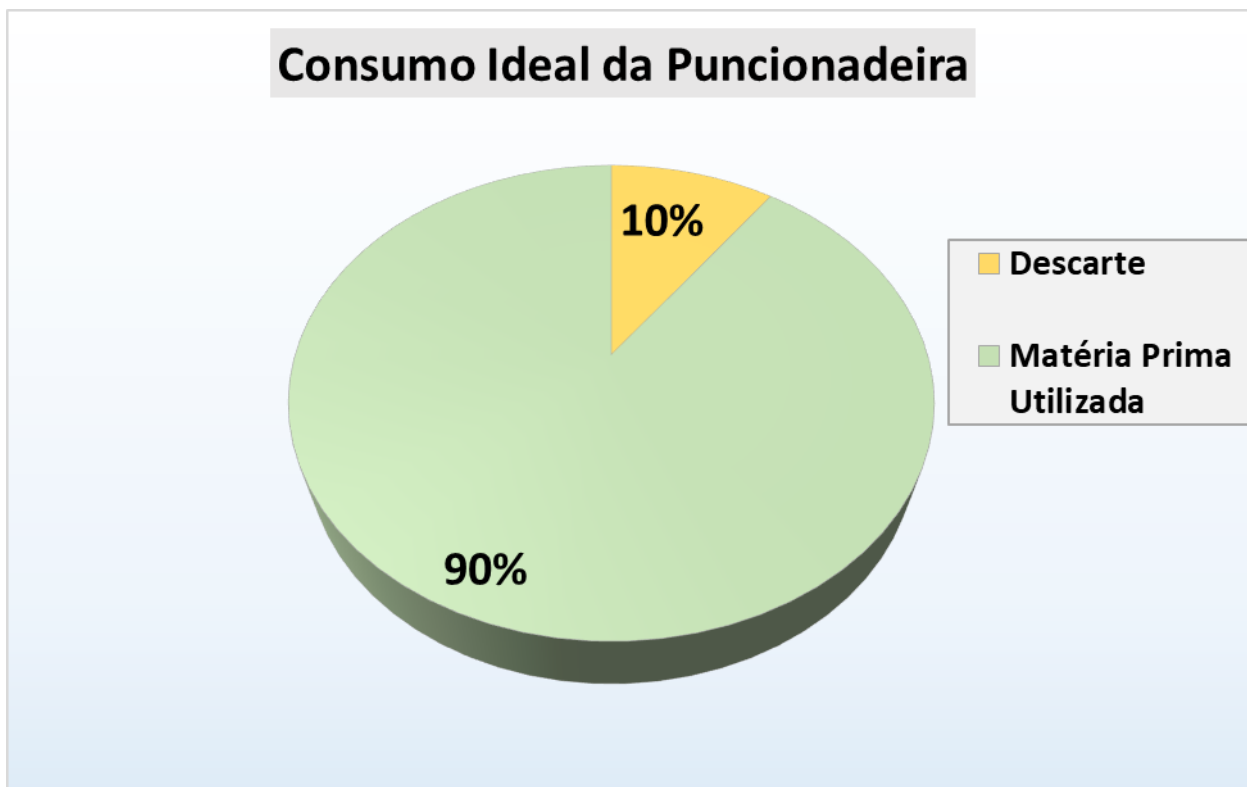


Fonte: Próprios autores, 2021.

- a) produção: e o tempo produtivo da máquina;
- b) setup: é o tempo de troca de ferramentas;
- c) abastecimento: e o tempo para colocar uma nova chapa.

A chapa utilizada na puncionadeira tem a dimensão da chapa 1200 x 2000 (2,4m² de área) e este o tamanho máximo que o equipamento pode comportar. O gráfico 2 mostra o consumo ideal de uso da chapa, porém isto não é possível por causa das diversidades de corte que existem no processo e na limitação de corte do equipamento. Na situação atual de consumo de chapa chega próximo aos 100 mil quilos por ano, assim o descarte de sucata no ano, ultrapassa os 10 mil quilos (10ton), que seria o ideal.

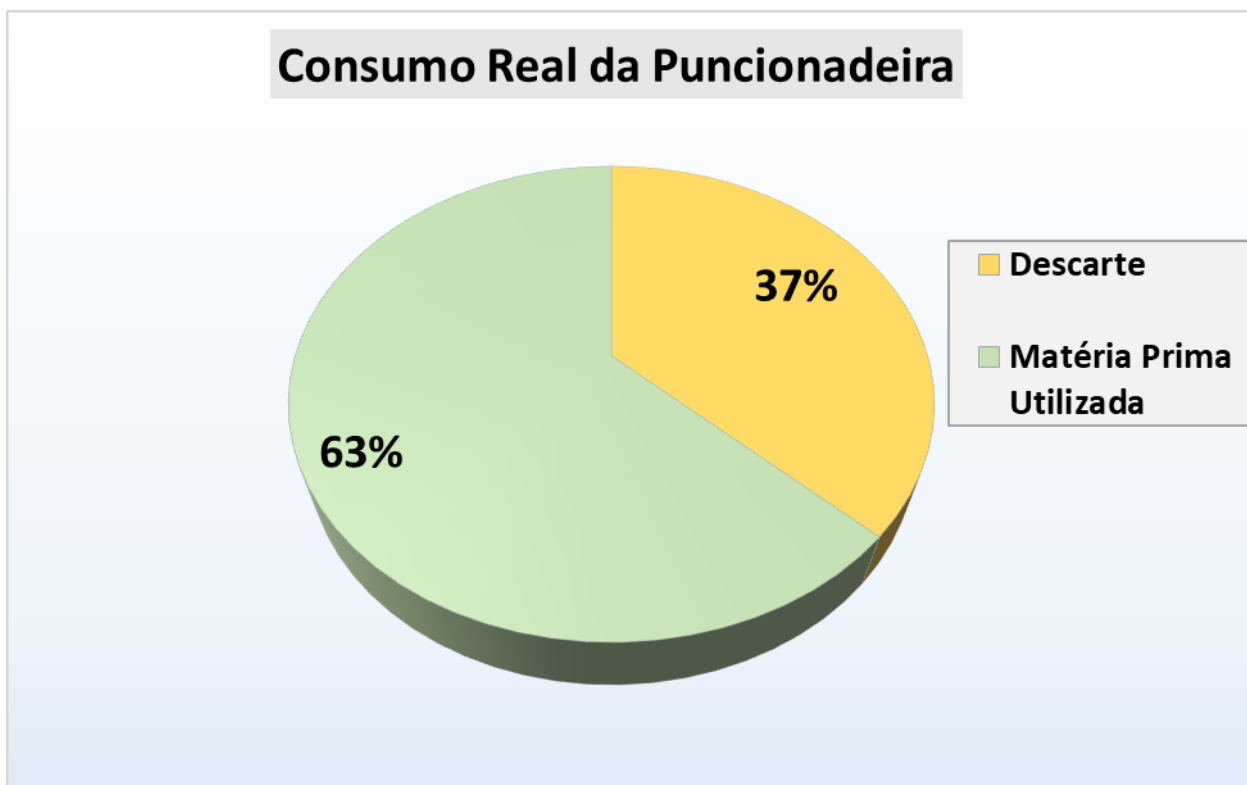
Gráfico 2 – Consumo Ideal da Puncionadeira



Fonte: Próprios autores, 2021

Porém, na situação atual o gráfico 3 mostra que é muito difícil atingir esta meta. Como foi informado, por ter certa limitação no tamanho da chapa e o porquê as peças produzidas têm tamanhos e formas diferentes.

Gráfico 3 – Consumo Real da Puncionadeira

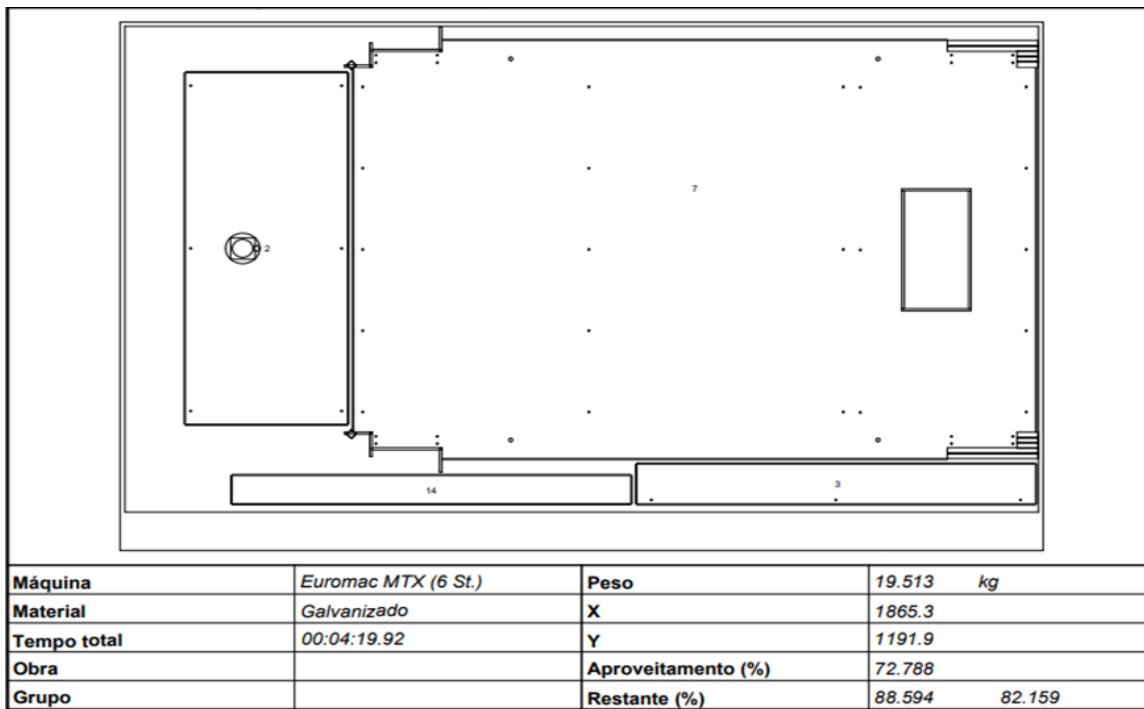


Fonte: Próprios autores, 2021

Como foi possível observa a perda e muito grande entorno de 37% este valor em um consumo médio anual pode chegar até 37 toneladas de perda, mas vale ressaltar que uma parte deste material deixamos guardados em algumas medidas como chapas para ser utilizado em próxima oportunidade.

Para este levantamento está utilizando a fabricação de um único equipamento o mesmo que foi fabricado recente na puncionadeira e agora está sendo executado na corte laser como mostra a figura 1, lembrando que este equipamento tem vários desenhos que o complementam.

Figura 1 – Desenho de produção



Fonte: Próprios autores, 2021

6.2 SOLUÇÃO FINAL

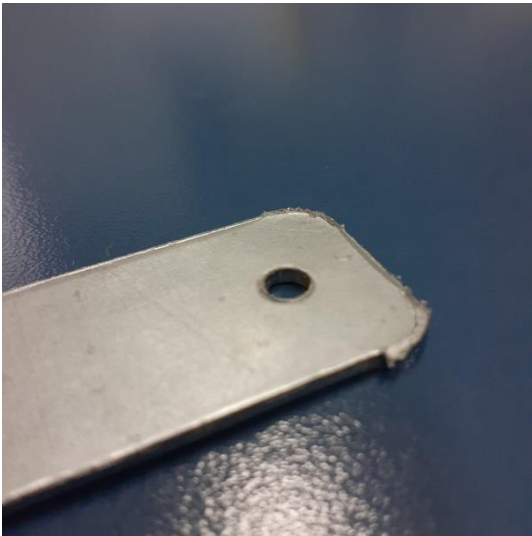
Como já informado no começo desta apresentação o equipamento foi adquirido por importação no final de 2020. Todo este processo teve alguns problemas, desde a importação até instalação, devido à situação pandêmica do Covid.

Mesmo com toda a situação ocorrida o equipamento chegou e sua instalação está sendo feita atualmente ela se encontra com 90% do processo concluída.

Porém, já foi possível produzir mesmo não estando 100% foi possível ver um ótimo acabamento sem rebarba e formas de corte que era quase impossível fazer no equipamento antigo. As fotos 1 e 2 mostradas abaixo mostram o tipo de

acabamento e corte de um modelo peça.

Foto 1 - Acabamento com rebarbas



Fonte: Próprios autores, 2021

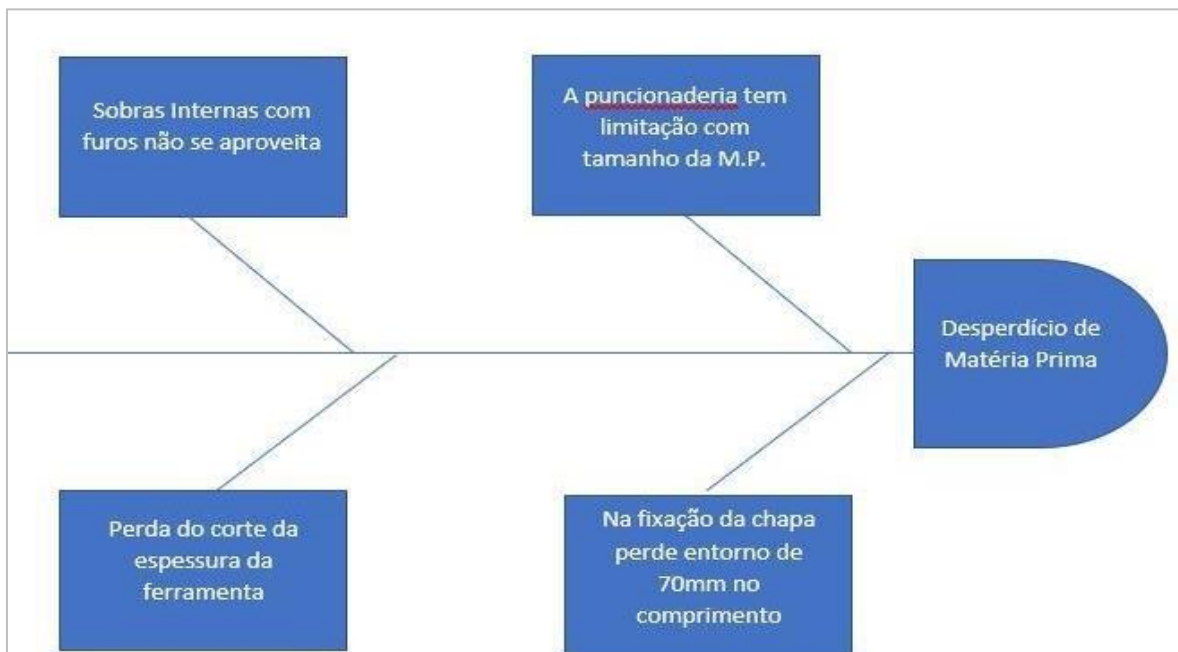
Foto 2 - Acabamento sem rebarbas



Fonte: Próprios autores, 2021

Abaixo segue o Diagrama 1 de Ishikawa, onde faz o apontamento do sobre o desperdício de matéria-prima informado os pontos principais.

Diagrama 1 – Aproveitamento de Matéria Prima



Fonte: Próprios autores, 2021

O quadro 1 mostra o método 5W2H, utilizado para identificar os desperdícios do processo.

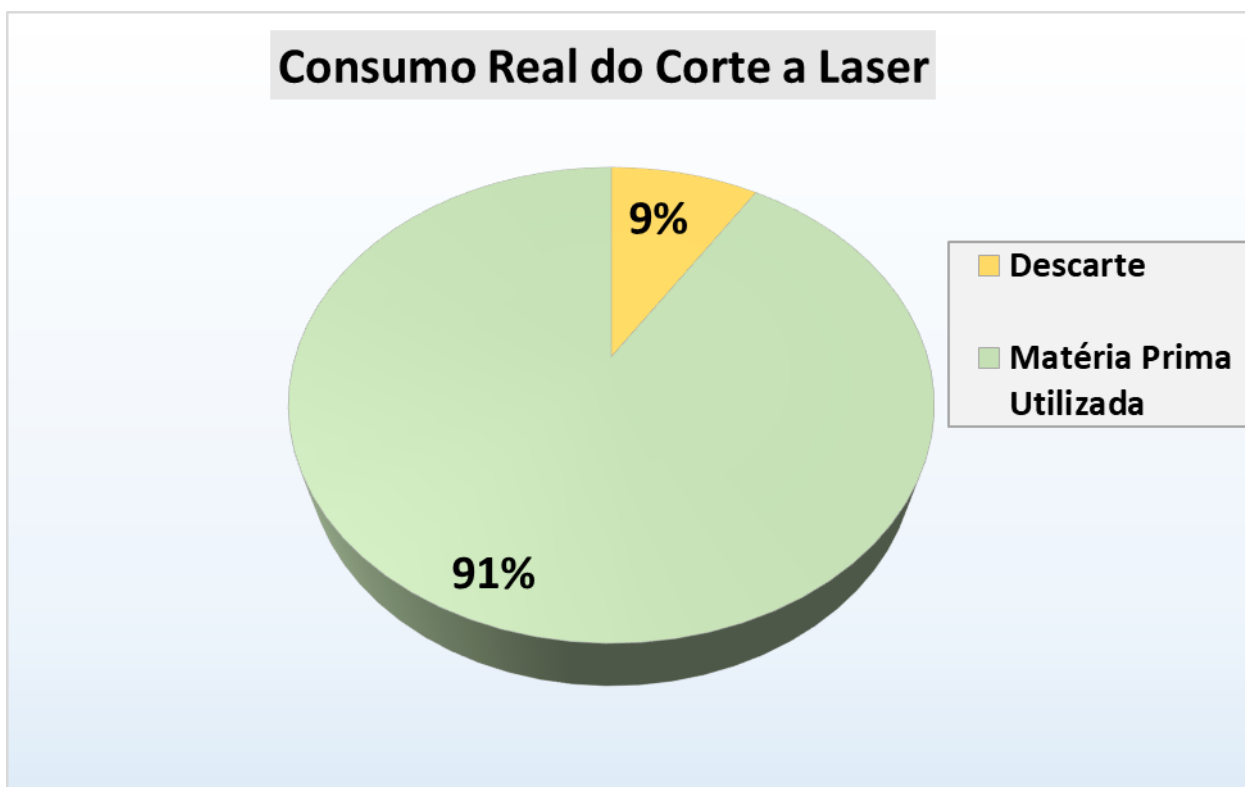
Quadro 1 – Identificação de desperdícios utilizando o método 5W2H

O que?	Quem?	Por quê?	Como?	Onde?	Quando?	Quanto?
Diminuir perda de M.P	Engenharia e Produção	Aproveita o máximo da M.P.	Utilizando o máximo do equipamento novo	O equipamento comprado pela empresa de corte laser	Imediato	Sem custo, o equipamento já foi comprado

Fonte: Próprios autores, 2021

Com estes apontamentos já foi possível mostrar que a empresa *WEGER*, teve uma redução grade na sucata, no gráfico 4 a seguir mostra este resultado.

Gráfico 4 – Consumo Real no Corte a Laser



Fonte: Próprios autores, 2021

Nestes primeiros apontamentos já se pode observar uma grande redução cerca de 75,68%, em comparação ao descarte do consumo real da puncionadeira do mesmo equipamento fabricado. Sendo ele produzido na puncionadeira e depois na corte laser.



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para efetuar a compra de um novo equipamento a empresa identificou e reconheceu que havia um problema com a sua produção. Ciente disso ela foi em busca de um fornecedor que atendesse a sua necessidade e, só após uma longa pesquisa, ela realizou a compra de um novo equipamento, com um novo processo de corte mais avançado e moderno. Dentre as especificações que ela precisava não foi possível encontrar um fornecedor nacional sendo necessário adquirir a máquina de um fabricante na China.

Este projeto teve como tema a otimização de processos no setor de estamparia da empresa *WEGER*, tendo como principal objetivo analisar se a máquina de corte a laser, comprada recentemente foi uma boa aquisição, quando este projeto foi iniciado a mesma não estava em funcionamento, pois sua instalação dependia de alguns fatores internos e externos ainda pendentes. Hoje ela está em operação, trazendo resultados significativos para a empresa e para o meio ambiente como visto acima.

Um ponto importante a se destacar é que a equipe tem um conhecimento básico de funcionamento operacional, desta forma a empresa está investindo em

treinamentos que serão realizados no local com data ainda a ser definida.

De acordo com os dados levantados hoje a empresa está conseguindo atender a sua demanda, bem como está conseguindo reduzir o desperdício de material. Como o início do funcionamento da máquina de corte laser foi há pouco tempo, muitos processos não podem ser levantados, porém, alguns requisitos de comparação apontados obteve resultados satisfatórios, principalmente pela redução de sucata.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Manual de instruções da norma regulamentadora. **NR-12**. São Paulo, 2019.

AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Design thinking**: Coleção design básico. Bookman Editora, 2016.

ANHUI DONGHAI MACHINE TOOL MANUFACTURING. Disponível em: Our Company - encurtador.com.br/ijmxS. Acesso em: 2 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação. Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

COPPERMETAL. **As várias aplicações das chapas de metal na indústria**. Disponível em: <https://www.coppermetal.com.br/blog/chapas-de-metal-na-industria>. Acesso em: 27 out. 2021.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

COMPRIDO, D. X. P. **Aplicação de ferramentas lean para a melhoria do processo produtivo numa empresa da indústria de mobiliário**. 2020. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11067/5694>. Acesso em: 27 out. 2021.

CUNHA, T. R. O. **Aplicação, análise e melhoria do indicador overall equipment effectiveness numa metalomecânica.** 2021. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/13148>. Acesso em: 27 out. 2021.

CRUZ, F. S.; VEIGA, C. H. A. **Estudo dos fatores que interferem no aproveitamento de chapas de aço no processo de corte.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320785867_ESTUDO_DOS_FATORES_QUE_INTERFEREM_NO_APROVEITAMENTO_DE_CHAPAS_DE_ACO_NO_PROCESSO_DE_CORTE. Acesso em: 27 out. 2021.

DECKER, F. A. **Implementação de uma ferramenta de dobra para processo de conformação sem marcas em peças de alta visibilidade.** Disponível em: https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2019/FabioAndreDecker.pdf. Acesso em: 27 out. 2021.

DROZINO, B.; SAMED, M. M. A. **Aplicações de técnicas de ecologia industrial para reaproveitamento de matéria-prima: um estudo de caso em uma empresa de corte de aço.** Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_gn5S--G7nQJ:www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/download/412/366+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 27 out. 2021.

GUTJAHR, J. **Desenvolvimento e implementação de um sistema cnc, modular e reconfigurável, para processos laser.** Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/168156/341911.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 out. 2021.

JOAQUIM, R.; RAMALHO, J. **Soldagem laser.** Apostila Técnica, 2010.

MECÂNICA INDUSTRIAL. **O que é uma puncionadeira.** Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/683-o-que-e-uma-puncionadeira/>. Acesso em: 13 out. 2021.

MURATEC. **O que é uma puncionadeira?** Disponível em: <https://muratecbrasil.com.br/o-que-e-uma-puncionadeira>. Acesso em: 08 nov. 2021.

PEREIRA, R. C. F. Explorando conceitos e perspectivas da meta-análise em marketing: **encontro da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em administração**, 28., Curitiba, 2004. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2004. 1 CD-ROM.

KRAJEWSKY, L.; RITZMANN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

WEISS, A. **Processos de fabricação mecânica.** Curitiba: Livro Técnico, 2012.

APÊNDICE A – SCHOLAR GOOGLE

https://scholar.google.com.br/scholar?q=PUNCIÓNADEIRA%3BCORTE%3BLA%20SER%3BOTIMIZA%C3%87%C3%83O&hl=pt-%20BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2015&as_yhi=2021