

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
IVAN ROCHA SILVA ROMÃO**

**MELHORIA NA PRODUTIVIDADE DE MÁQUINA DE CORTE PARA
FABRICAÇÃO DE CHAVEIROS PERSONALISADOS**

Varginha

2022

IVAN ROCHA SILVA ROMÃO

**MELHORIA NA PRODUTIVIDADE DE MÁQUINA DE CORTE PARA
FABRICAÇÃO DE CHAVEIROS PERSONALISADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, sob orientação do Prof. Esp. Matheus Henrique Pereira.

Varginha

2022

IVAN ROCHA SILVA ROMÃO

**MELHORIA NA PRODUTIVIDADE DE MÁQUINA DE CORTE PARA
FABRICAÇÃO DE CHAVEIROS PERSONALISADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, sob orientação do Prof. Esp. Matheus Henrique Pereira.

Aprovado em: /.... /.... /

Prof. Esp. Matheus Henrique Pereira

Prof.

Prof.

Obs.:

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de concretizar este objetivo, também a minha família pelo apoio para realização deste trabalho e aos professores pelos ensinamentos que me permitiram apresentar o melhor desempenho para formação profissional. Agradeço a instituição de ensino UNIS pelos momentos vividos e por compartilhar tanto conhecimento.

Dedico este trabalho à toda a minha família, em especial, os meus pais, por todo apoio prestado durante esses 5 anos de muita dedicação e aprendizado e à minha namorada, que mesmo nos momentos que fiquei ausente tanto me incentivou a continuar e nunca desistir de conquistar esse grande objetivo que venho alcançando.

RESUMO

Em grande parte das empresas existentes hoje em dia, o foco para melhorias em toda sua produção está ligado a parâmetros de velocidade, qualidade e custo de todo o processo. Independentemente do porte destas empresas, elas estão sempre à procura de meios para entregar seus produtos da maneira mais rápida e com o menor custo possível. Com a Serplac não é diferente, um dos grandes problemas na sua linha de produção está ligado exatamente aos três principais indicadores de performance que são de extrema importância para o funcionamento de uma empresa. O objetivo deste trabalho é apresentar o levantamento geral dos dados obtidos com a comparação de duas máquinas, (manual e mecanizada), e identificar o que pode ser melhorado no equipamento que apresentar piores resultados para o setor, visando garantir as melhores condições de funcionamento, maior velocidade ao processo, uma boa qualidade final do produto, reduzindo assim os custos de operacionais da empresa. A justificativa para este estudo foi a oportunidade observada para reduzir custos atualmente elevados e ao mesmo tempo aumentar os números da produção, utilizando apenas, uma das cinco máquinas presente no setor de corte do chaveiro cordão personalizado. Através destas observações, levantamento de dados e monitoramento do processo, será realizado um estudo comparando a máquina que apresenta o pior desempenho em velocidade e qualidade da produção, afim de implementar melhorias na mesma mudando totalmente o seu processo para trazer ganhos de velocidade e qualidade na forma de corte que será modificada na produção.

Palavra – chave: Corte, produção, máquinas.

ABSTRACT

In most existing companies today, the focus for improvements in all their production is linked to parameters of speed, quality and cost of the entire process. Regardless of the size of these companies, they are always looking for ways to deliver their products as quickly and at the lowest possible cost. It's no different with Serplac, one of the big problems in your production line is exactly linked to the three main performance indicators that are extremely important for the functioning of a company. The objective of this work is to present the general survey of the data obtained with the comparison of two machines, (manual and mechanized), and to identify what can be improved in the equipment that presents worse results for the sector, aiming to guarantee the best operating conditions, greater process speed, a good final product quality, thus reducing the company's operating costs. The justification for this study was the opportunity observed to reduce currently high costs and at the same time increase production numbers, using only one of the five machines present in the personalized cord key chain cutting sector. Through these observations, data collection and process monitoring, a study will be carried out comparing the machine that presents the worst performance in speed and quality of production, in order to implement improvements in it, totally changing its process to bring gains in speed and quality in the cutting shape that will be modified in production.

Keyword: *Cutting, production, machines.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Início do processo de estampagem.....	16
Figura 02 Fim do processo de estampagem.....	16
Figura 03 Estrutura molecular do poliéster	17
Figura 04 Poliéster circular	17
Figura 05 Poliéster trilobal	17
Figura 06 Mecanismo de corte em guilhotina	19
Figura 07 Esboço guilhotina mecânica.....	21
Figura 08 Esboço guilhotina hidráulica.....	22
Figura 09 Engate largo	24
Figura 10 Engate fino	25
Figura 11 Simples largo.....	25
Figura 12 Simples fino	25
Figura 13 Mosquetão.....	26
Figura 14 Mini largo.....	26
Figura 15 Mini fino	26
Figura 16 Tirante	27
Figura 17 Arte finalizada no computador.....	27
Figura 18 Processo de impressão	28
Figura 19 Imagem de entrada	29
Figura 20 Imagem de saída.....	29
Figura 21 Corte manual	31
Figura 22 Máquina manual.....	32
Figura 23 Corte guilhotina.....	33
Figura 24 Máquina mecanizada.....	34
Figura 25 Após costura.....	35
Figura 26 Acabamento final	35
Figura 27 Corte com duas fitas.....	37
Figura 28 Acabamento pós corte	38
Figura 29 Resultado de uma fita confeccionada com defeito no ponto de corte.....	38
Figura 30 Sistema original.....	39
Figura 31 Faca superior original.....	39
Figura 32 Chapa inferior original	39

Figura 33 Placas de fenolite.....	40
Figura 34 Arame utilizado no processo.....	41
Figura 35 Rolo de fita Teflon	41
Figura 36 Ilustração de montagem da resistência.....	42
Figura 37 Faca superior aquecida.....	43
Figura 38 Chapa inferior aquecida	43
Figura 39 Acabamento pós corte	44
Figura 40 Componentes expostos.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Modelos e valores dos produtos	24
Tabela 02 Modelos e tamanhos dos produtos.....	30
Tabela 03 Comparação da Produtividade entre os Processos Diariamente.....	36
Tabela 04 Produtividade Média Diária por Processo	36
Tabela 05 Resultados com o processo mecanizado modificado.....	44
Tabela 06 Produtividade Média Diária por processo	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 Custo da resistência	42
Quadro 02 Identificação dos componentes.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Gestão da produção	14
2.2 Estampagem	15
2.3 Fibras de Poliéster	16
2.4 Corte por cisalhamento	18
2.5 Princípio do corte de guilhotina	19
2.6 Principais tipos de guilhotinas	20
2.6.1 Guilhotina mecânica	20
2.6.2 Guilhotina hidráulica	21
2.6.3 Guilhotina pneumática.....	22
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 História da Serplac	23
3.2 Portfólio de chaveiros da Serplac	23
3.3 Ilustração dos modelos	24
3.4 Produção do chaveiro cordão personalizado.....	27
3.4.1 Primeira etapa (Aprovação)	27
3.4.2 Segunda etapa (Impressão)	28
3.4.3 Terceira etapa (Heat-Transfer).....	28
3.4.4 Quarta etapa (Corte).....	30
3.4.5 Processo manual	31
3.4.6 Processo mecanizado	33
3.4.7 Quinta etapa (Acabamento)	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 Confecção da nova resistência	40
4.1.1 Fenolite	40
4.1.2 Arame.....	41
4.1.3 Fita Teflon.....	41
5 ANÁLISE COM NOVA RESISTÊNCIA	43
6 TRABALHOS FUTUROS	46
7 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em um estudo realizado entre duas máquinas distintas (manual e mecanizada), ambas utilizadas dentro do setor de corte de uma indústria que fabrica chaveiros cordões personalizados.

Os chaveiros cordão personalizados são frequentemente desejados por clientes, pois proporcionam a oportunidade de obter um item funcional e de alta qualidade com características visuais desejadas em sua impressão. Eles contam com um logotipo ou elemento visual que identifica uma marca ou uma causa, além de várias cores distintas, imagens e outros aspectos relevantes. Os chaveiros personalizados são utilizados em diversos contextos, como por exemplo, em empresas, com o objetivo de padronizar a identidade visual de determinados acessórios utilizados pelos funcionários, e em eventos ou ações promocionais para chamar atenção de clientes, além de ser distribuído como brindes ou produtos.

A aquisição deste tipo de produto pode gerar diversos benefícios aos clientes, tanto no que se refere à garantia de eficiência do mesmo, que se dá por meio de cordões fabricados com materiais denominados poliéster, de alta qualidade, em processos de tecelagem, quanto no que se refere à beleza e a atratividade do cordão, que representam um fator positivo para o visual de uma empresa ou de um evento. É muito vantajoso para as marcas oferecer itens que possuam seu logotipo e outros elementos visuais relacionados a ela.

Dentre os processos produtivos dos chaveiros cordões personalizados está a etapa de corte, essa etapa apresenta um custo alto para a empresa Serplac nos dias atuais. Com isso serão aplicados estudos comparativos entre os dois tipos de corte utilizado na confecção dos chaveiros, verificando número de peças cortadas por dia nos diferentes tipos de corte e de quantos funcionários a empresa necessita no momento para apresentar esses resultados. O objetivo é apresentar os dados e analisar qual corte é o mais vantajoso no presente momento em relação a produção no número de peças cortadas.

Com os resultados dos testes, o processo que apresentou piores resultados passará por melhorias que permitirão maiores rendimentos na etapa de corte. Essa melhoria será focada na região onde a resistência da máquina surte efeito, resultado encontrado segundo alguns estudos comparativos. O objetivo é manter a fita aquecida o maior tempo possível para que ela fique menos resistente à lâmina de corte e a máquina consiga cortar e dar acabamento em duas fitas por vez, mantendo a ótima qualidade do corte, aumentando a velocidade do processo e reduzindo custos com funcionários e equipamentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, serão apresentados os principais tópicos que fragmentam e conduzem a linha de raciocínio deste trabalho, visando apresentar características do processo de corte e a importância do aprimoramento dos equipamentos utilizados na fabricação de chaveiros.

2.1 Gestão da produção

Todas as empresas buscam atender seus clientes da melhor maneira possível colocando critérios como qualidade, entrega e custo como parâmetros de análise para entender se o cliente estará satisfeito com seus produtos ou serviços ofertados. Seja esta empresa, uma grande fabricante de alimentos, máquinas entre outros produtos; ou pequenas empresas que fabricam produtos em menores proporções, o objetivo de ambas são os mesmos, não importa a quantidade produzida. E para garantir resultados duradouros no negócio, gerenciar a produção se torna algo vital dentro das organizações.

De acordo com Moreira (2012), devido a Revolução Industrial, inicia-se a utilização intensiva de máquinas, e daí surgem também os primeiros movimentos trabalhistas e a noção que o poderio econômico e político se ligava à capacidade de produção.

Porém, fica realmente evidente a gestão da produção quando Frederick Taylor surge com a sistematização do conceito de produtividade e com a criação de metodologias relacionadas a linha de montagem seriada, desenvolvidas por Henry Ford, método que revolucionou os processos produtivos e que é utilizado até os dias atuais (MARTINS E LAUGENI, 2005).

Para as empresas que querem oferecer um preço melhor dentro do mercado, é necessário aplicar estratégias que comecem com um bom produto, que apresente qualidade aceitável e características que atendam às necessidades de seus clientes, além da busca constante por melhorias. Essas melhorias passam por todos os setores presentes dentro da empresa e por todos os processos internos, buscando agilidade, racionalização, redução de custos, aumento da produção e principalmente dos lucros (PORTER, 1989).

Com este conceito entende-se que uma empresa a partir da manufatura consegue obter vantagem sobre os seus concorrentes de acordo com cinco vantagens específicas (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002):

- a) Velocidade – significa fazer rápido e indica fluxo rápido;
- b) Confiabilidade – significa fazer pontualmente e indica operação confiável;
- c) Flexibilidade – significa mudar o que está sendo feito e indica habilidade de mudar;
- d) Custo – fazer barato e com alta produtividade;
- e) Qualidade – significa fazer certo e indica processos livres de erros.

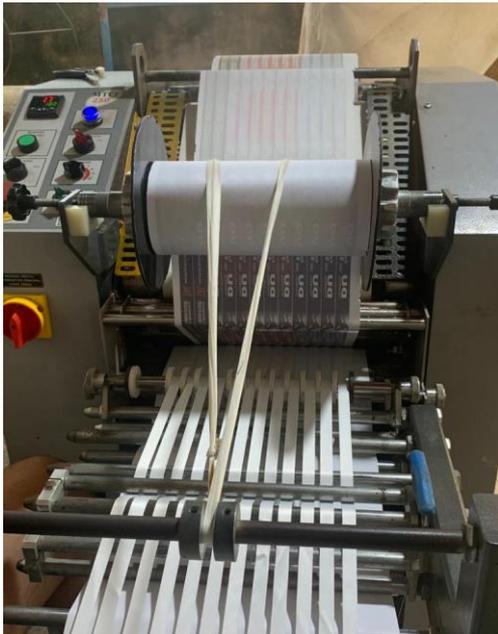
2.2 Estampagem

O processo de estampagem é uma das principais etapas da criação do chaveiro cordão personalizado, e é nesta etapa que ocorre a transferência a quente das imagens escolhidas pelos clientes para dar forma e identidade ao chaveiro.

Segundo alguns estudos, os primeiros estampados vêm do séc. VI a.C. Supõe-se que surgiram na Índia e na Indonésia, com aplicações em peles de animais que serviam de vestuário, e mais tarde em tecidos. A aplicação começou a ser feita inicialmente com pinturas à mão e posteriormente através de blocos de madeira com motivos esculpidos que serviam como carimbos. Estes eram mergulhados em tintas e colocados sobre o tecido, deixando marcada a sua forma de estampa. Este tipo de técnica foi utilizado até o séc. XIX (MACHADO, 2015).

Técnica parecida com o processo de tingimento, a estampagem se destaca por permitir desenhos com várias cores, na mesma matéria e tem o objetivo de alterar a apresentação da matéria têxtil, tornando-a diferenciada, mais ou menos atraente e mais valorizada devido a sua variedade de cores. O seu processo de fixação é feito com os materiais sujeitos ao contato, aplicando vapor ou uma temperatura a partir de 150° durante alguns segundos até o tingimento final, sendo depois submetido, ou não, a uma lavagem final (figuras 01 e 02) (MACHADO, 2015).

Figura 01: Início do processo de estampagem



Fonte: O Autor (2022)

Figura 02: Fim do processo de estampagem



Fonte: O Autor (2022)

2.3 Fibras de Poliéster

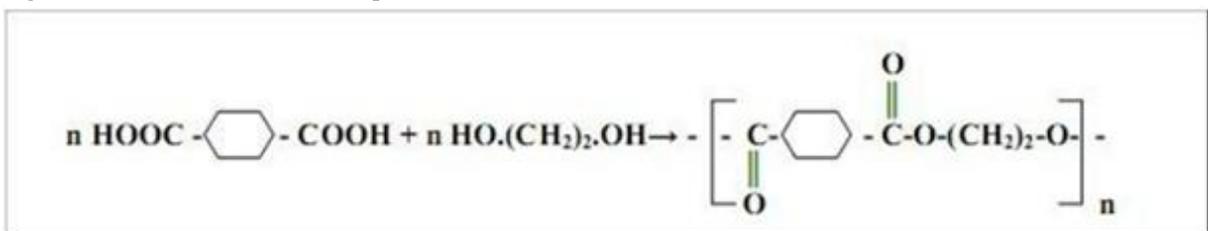
As fitas para confecção de chaveiro necessitam de ser composta por um material com um grau maior de elasticidade, uma boa resistência à tração e proteção contra solventes. Características essenciais do material para evitar, rompimento das fitas e manchas nas artes personalizadas. E o principal material utilizado para a confecção dos chaveiros tipo fita é o Poliéster.

O nome Poliéster é característico de materiais que são obtidos através da reação de condensação entre um poliálcool e um ácido policarboxílico. Sua história começa em 1847 através de uma descoberta do cientista sueco J.J. Berzelius, que teve a formação de um sólido branco amorfo de natureza resinosa, obtido do aquecimento de glicerol com ácido tartárico (MILES E BRISTON, 1975).

Entre as diversas fibras existentes, destacam-se para a indústria têxtil as de poliéster, juntamente com as acrílicas e as de poliamida, que constituem o conjunto das fibras sintéticas mais importantes para esse setor, representando pouco mais de 50% de toda a demanda das fibras químicas. Esta fibra pode ser utilizada na forma pura ou misturada com lã, linho, algodão, náilon e viscose, em diferentes proporções. Os tecidos resultantes dessa mistura são utilizados na fabricação de diversos artigos: pijamas, camisas, camisetas, calças, ternos, lençóis etc. (DOLZAN, 2004).

Na indústria, o fio de poliéster também é conhecido pela abreviatura PES. O Poliéster (PES) é uma fibra produzida a partir da combinação de um ácido (ácido tereftálico) com um álcool (etileno glicol), combinação esta que resulta em um éster, a partir do qual é produzido o polímero, que dará origem a fibra de poliéster. O PES possui alta elasticidade e estabilidade da forma. Trata-se de uma fibra termoplástica, resistente ao desgaste e a sua solidez em estado úmido é igual à solidez em estado seco (ASSIS, 2012). Na figura 03 é exemplificada a estrutura molecular do poliéster.

Figura 03: Estrutura molecular do poliéster



Fonte: DOLZAN (2004)

As fibras de poliéster apresentam características vantajosas, elas são fibras elásticas e muito resistentes à tração e à abrasão, são estáveis à luz, aos ácidos, aos oxidantes e também aos solventes. Além disso, são insolúveis em álcool, acetona, hidrocarbonetos halogenados, benzina e solúveis a nitrobenzeno, fervura em dimetilformamida e fenol m-cresol apresentando ponto de fusão 260° C (DOLZAN, 2004).

O brilho, toque e volume que apresenta o poliéster, são influenciados de acordo com o formato de sua fibra. O corte transversal do fio de poliéster circular, garante ao poliéster a propriedade de maticidade semiopaco (SO), (figura 04). Já o corte transversal do fio de poliéster trilobal, confere à fibra do poliéster uma característica de maticidade brilhante (BR) (BENTO, 2013) (figura 05).

Figura 04: Poliéster circular



Fonte: BENTO (2013)

Figura 05: Poliéster trilobal



Fonte: BENTO (2013)

A fibra de poliéster é a fibra mais barata entre as fibras têxteis, sejam essas químicas ou naturais (DOLZAN, 2004).

2.4 Corte por cisalhamento

Na fabricação do chaveiro personalizado, o corte por cisalhamento é o esforço mecânico utilizado para garantir cortes com um melhor acabamento e ao mesmo tempo atender a velocidade que o processo exige para cumprir as demandas.

Cortar é um método de separação de um material, definido como um processo de fabricação onde uma ferramenta que possui duas lâminas, que se movem uma contra a outra, provoca a separação de um determinado material por cisalhamento (OLIVEIRA, 2011).

O corte é um dos métodos mais utilizados para o processo de manufatura de vários produtos confeccionados com materiais diferentes, principalmente na confecção de produtos metálicos. Feito de forma manual ou mecanizada, a quente ou a frio, o corte se faz presente em uma etapa intermediária ou para acabamentos de diversos produtos, onde apresenta características desse processo que pode envolver tanto o cisalhamento, quanto a abrasão ou fusão (OLIVEIRA, 2011).

No processo de separação de materiais que são feitos com frequência nas indústrias, o corte por cisalhamento em suas muitas variantes é um dos mais utilizados para esse processo. Este processo de separação é combinado a alguns outros processos de conformação, tais como a estampagem profunda ou dobramento, feito a fim de formar novos produtos a partir de uma chapa metálica e também o processo de laminação. Entre as diferentes formas de utilização do corte por cisalhamento, o corte na forma mecânica ainda é o processo mais econômico quando se trata de produção em massa, embora já estejam disponíveis outras técnicas de corte como a de corte a laser (OLIVEIRA, 2011).

Hoje em dia, há a necessidade de um conhecimento mais aprofundado sobre o processo de corte por cisalhamento, isto se vê necessário devido a exigência das indústrias em uma produção cada vez maior, com baixo custo, associado a uma maior qualidade de corte. Dentre os principais processos de corte por cisalhamento utilizado pelas empresas, podemos citar o corte rotativo (*rotaryshearing*), o Corte longitudinal (*slitting*), a estampagem (*blanking*), o aparamento lateral (*sidetrimming*), o aparamento transversal (*cropping*) e o guilhotinamento (*guillotining*) (OLIVEIRA, 2011).

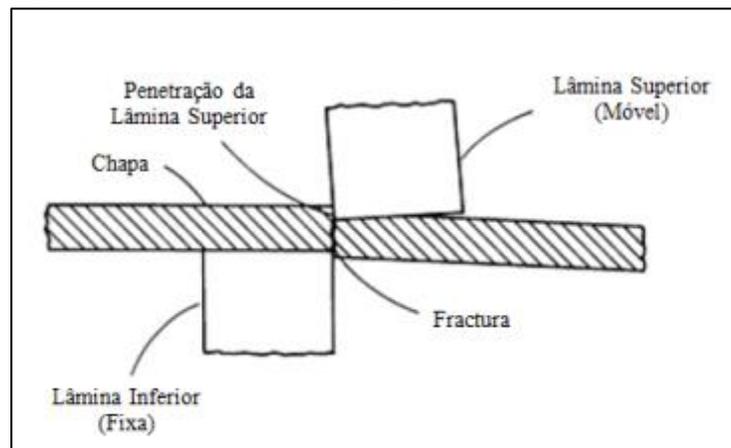
2.5 Princípio do corte de guilhotina

Se tratando de corte por cisalhamento identificam-se algumas variantes, o corte em guilhotina é uma delas, sendo um dos processos tecnológicos mais utilizados na manufatura de diversos produtos. Este corte se faz presente na confecção do chaveiro personalizado devido a sua capacidade de produção com uma alta velocidade e ao mesmo tempo um excelente acabamento das fitas cortadas.

O corte em guilhotina é uma das etapas em que os materiais são submetidos além de outros processos necessários para a fabricação do produto final. Este corte pode ser realizado de maneira manual ou mecanizado, e ocorre em etapas intermediárias ou de acabamento (ARAUJO, 2014).

O princípio de corte em guilhotina consiste em posicionar o material desejado para corte entre duas lâminas, uma fixa e outra móvel, na medida em que a lâmina móvel superior é forçada a descer, o material é penetrado até que a sua tensão de rotura ao corte seja ultrapassada (MARQUES, 2015). Ilustração do corte em guilhotina na figura 06.

Figura 06: Mecanismo de corte em guilhotina



Fonte: ARAUJO (2014)

Este tipo de princípio é transversal aos diferentes tipos de guilhotinas, as características de movimentação da lâmina e o percurso em que esta efetua, irá influenciar de uma forma direta na qualidade final do corte realizado. Ainda que a qualidade do acabamento do corte de uma superfície maquiada seja melhor do que a de um corte em guilhotina, os cortes em guilhotinas ainda são os métodos mais econômicos entre os métodos de corte para obtenção de formatos retos (ARAUJO, 2014).

Os tipos de guilhotinas mais vulgarizados são as mecânicas, as hidráulicas e as pneumáticas, essa classificação é feita de acordo com o tipo de acionamento utilizado no porta-lâminas (MARQUES, 2015).

2.6 Principais tipos de guilhotinas

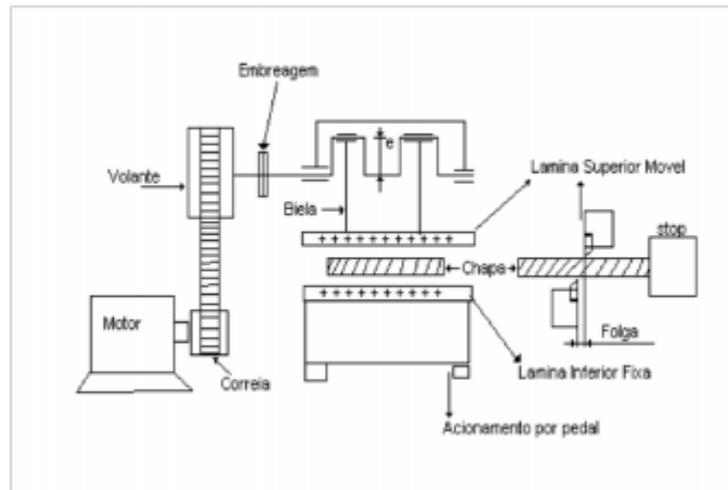
As guilhotinas são equipamentos robustos que cortam de maneira retilínea, geralmente são associadas a equipamentos de baixo custo por conter uma pequena quantidade de equipamentos técnicos. Analisando algumas operações específicas, pode-se observar que algumas ferramentas, quando associadas a equipamentos, podem aumentar significativamente a produtividade do processo de corte e a qualidade do produto final.

2.6.1 Guilhotina mecânica

Utiliza-se de um limitador mecânico (stop) incorporado à máquina para auxiliar na execução de cortes sobre um traçado. Este tipo de guilhotina é constituído por um motor, um volante, uma coroa sem fim que é acionada pelo volante, uma embreagem que faz a ligação da coroa sem fim ao eixo e também um pedal de acionamento (figura 07). Utilizada para corte de espessuras inferiores a 13 mm e comprimento inferior a 300 mm (MARQUES, 2015). As vantagens destes sistemas são as seguintes (ARAUJO, 2014):

- a) Rapidez, devido a sua forma de trabalho onde realiza um número de ciclos por minuto elevado (40 a 100 ciclos por minuto);
- b) Baixo esforço do motor principal, devido ao volante de inércia que oferece energia acumulada para o mesmo;
- c) Maior velocidade de corte, obtendo uma boa superfície de corte.

Figura 07: Esboço guilhotina mecânica



Fonte: ARAUJO (2014)

No entanto, estas guilhotinas apresentam algumas desvantagens (MARQUES, 2015):

- a) Elevado custo com mão de obra - as transmissões mecânicas deste sistema requerem de muita mão de obra e os sistemas de engrenagens têm custos muito elevados;
- b) Dificuldade de proteção contra sobre cargas por erros de operação - peças mais variadas acabam se rompendo por excesso de carga;
- c) Não admitem cursos longos de trabalho - grandes braços de manivela, traz uma enorme variação de binário com o ângulo de rotação.

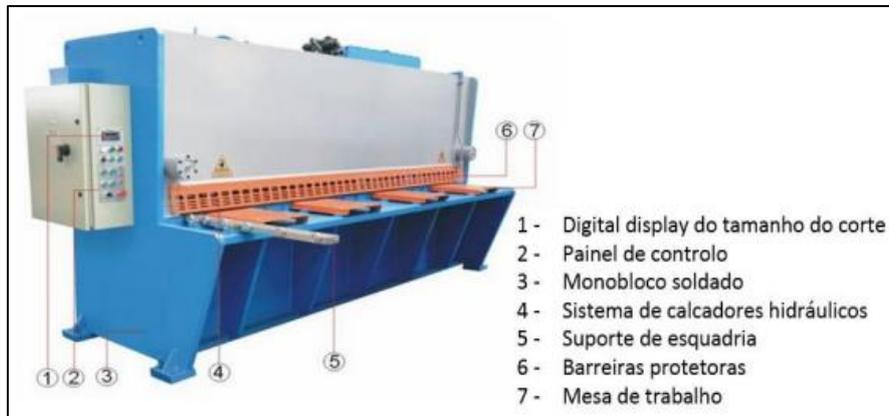
2.6.2 Guilhotina hidráulica

As guilhotinas hidráulicas são, atualmente, as mais divulgadas e comercializadas. São acionadas através de um sistema cilindro pistão hidráulico que utiliza um óleo como fluido de trabalho no cilindro e apresenta um curso maior quando comparado aos outros tipos de guilhotinas. O movimento do pistão aciona a face de corte superior até atingir o material a ser cortado. Este equipamento é utilizado no corte de chapas de aço macio com espessuras de até 40 mm e comprimento de até 6 ou 8 metros (figura 08) (MARQUES, 2015). Este equipamento apresenta as seguintes vantagens (ARAUJO, 2014):

- a) Cursos mais longos - grande importância no corte de chapas grossas ou muito compridas;
- b) Proteção absoluta contra sobrecarga - este ponto evita a rotura das lâminas e de outros componentes da máquina;

- c) Possibilidade de utilizar, com facilidade, um calcamento mais eficaz através de calçadores hidráulicos.

Figura 08: Esboço guilhotina hidráulica



Fonte: ARAUJO (2014)

Algumas desvantagens deste tipo de guilhotina são (MARQUES, 2015):

- a) Menor rapidez de corte - comparando às guilhotinas mecânicas, este processo trabalha com uma menor velocidade devido à possibilidade de ajustar o curso da porta-lâminas particularidade que as guilhotinas mecânicas não possuem;
- b) Necessita de folga entre as lâminas mais elevadas - este fator influencia consideravelmente a necessidade de uma força maior no calcamento para manter a chapa na posição durante a operação de corte.

2.6.3 Guilhotina pneumática

Apresentam um princípio similar às guilhotinas com acionamento hidráulico, porém, neste tipo de guilhotina utiliza-se ar comprimido como o fluido de trabalho no cilindro. São utilizadas para cortes de chapas de aço mais finas de até 1,2 mm de espessura (COSTA JUNIOR, 2017).

3 METODOLOGIA

O estudo de caso do projeto será realizado na empresa Serplac Adhesive, especialista na fabricação de chaveiros cordões personalizados.

Para isso serão realizados estudos comparativos entre os dois tipos de corte utilizados na confecção dos chaveiros, verificando a produtividade de cada processo durante 3 dias nos diferentes tipos de corte e de quantos funcionários a empresa necessita no momento para apresentar esses resultados. O objetivo é apresentar os dados e analisar qual corte é o mais eficiente atualmente no negócio levando em consideração o número de peças cortadas.

3.1 História da Serplac

Fundada em 2015, por Sérgio Da Silva Fonseca, a Serplac Adhesive passou por um processo longo de transformação desde que foi idealizado pelo então jovem, Sérgio. Em 1990, voltando para Paraguaçu (MG), após um período morando em Campinas (SP), Sérgio esteve sempre em busca de uma ideia que o ajudasse a realizar seu sonho, o sonho do seu próprio negócio.

Durante um longo período ele executou diversas atividades em toda a região, mas sempre com o foco no seu objetivo maior, que era ter seu próprio negócio. Em 2009, a oportunidade surgiu, montou uma pequena gráfica e passou a produzir adesivos personalizados, surgindo então a K2 adesivos. A partir disso os negócios cresceram e se diversificaram logo a K2 passou também a produzir alguns itens para motos, como manoplas, capas para banco e tankpads. Em seguida sempre empreendendo, Sérgio viu uma oportunidade de expandir os negócios com a fabricação de chaveiros. Em 2015, compra então equipamentos e começa a produção desses itens. A ideia foi um sucesso e com o aumento da demanda, a K2, que até então possuía mão de obra de apenas 5 funcionários, vê a necessidade de crescimento, e transfere as instalações para um prédio próprio, moderniza suas máquinas, e passa a ter 15 funcionários.

Surge então enfim, a Serplac Adhesive, que hoje atende não apenas a região, mas várias partes do país, uma empresa com moldes familiares, nascida do sonho e persistência de um jovem, um sonho que foi realizado e está em franca expansão.

3.2 Portfólio de chaveiros da Serplac

Hoje em dia, há diferentes opções de chaveiros cordão personalizados no catálogo da Serplac Adhesive, cada um com suas características, modelos e diferenças quando se trata de preço. Os tipos de chaveiros mais trabalhados no momento são os chaveiros com engate, chaveiros simples, mosquetão, tirante e os minis, ambos os modelos são feitos com fitas ou de

20mm ou de 15mm de espessura, com exceção o tirante que tem seu tamanho único de 30mm devido a sua característica. A largura das fitas já vem com a dimensão especificada do fornecedor, porém a definição do comprimento é feita na etapa de corte. Segue abaixo uma tabela com os modelos e valores de cada produto e logo em seguida imagens dos produtos de acordo com cada modelo:

Tabela 01: Modelos e valores dos produtos

MODELOS	VALORES
Engate largo	R\$ 3,10
Engate fino	R\$ 2,40
Simple largo	R\$ 2,30
Simple fino	R\$ 1,70
Mosquetão	R\$ 4,10
Mini largo	R\$ 1,40
Mini fino	R\$ 1,00
Tirante	R\$ 4,00

Fonte: O autor (2022)

3.3 Ilustração dos modelos

Figura 09: Engate largo



Fonte: O Autor (2022)

Figura 13: Mosquetão



Fonte: O Autor (2022)

Figura 14: Mini largo



Fonte: O Autor (2022)

Figura 15: Mini fino



Fonte: O Autor (2022)

Figura 16: Tirante



Fonte: O Autor (2022)

3.4 Produção do chaveiro cordão personalizado

O processo da produção de chaveiros é uma tarefa demorada. Esse processo está dividido em cinco etapas distintas, onde, todas elas são feitas de maneira calma e precisa, contribuindo com o melhor resultado possível da qualidade do produto final para garantir a satisfação de todos os clientes.

3.4.1 Primeira etapa (Aprovação)

Tudo começa com o contato direto com os clientes. O cliente faz o pedido, analisa o que deseja a quantidade e o valor. Em seguida, é feita uma arte com alguns tipos de chaveiros conforme a escolha do cliente e é encaminhada a ele a imagem para a realização da aprovação conforme a figura 17 abaixo:

Figura 17: Arte finalizada no computador



Fonte: O Autor (2022)

3.4.2 Segunda etapa (Impressão)

Após a aprovação da arte é realizada a impressão dos rolos com as artes para serem aplicados o processo de Heat-Transfer (transferência de imagem através de calor). As vendas são feitas de acordo com a necessidade de montagem dos rolos que serão impressos. De acordo com essa necessidade, o pedido mínimo de chaveiros é de 300 peças, e a montagem dos rolos para impressão vai de acordo com o número do lote.

A impressão das artes é feita em um papel conhecido como matte especial, esse papel é característico dos papéis sublimação, que são papéis desenvolvidos especialmente para trabalhar com tintas sublimáticas. A Serplac trabalha com duas máquinas fazendo impressão durante todo o dia. As máquinas utilizadas nesse processo são máquinas novas, da marca Mimaki modelo TS300-1800, que faz a impressão de quatro rolos de arte por dia para serem utilizados na terceira etapa da produção (figura 18).

Figura 18: Processo de impressão



Fonte: O Autor (2022)

3.4.3 Terceira etapa (Heat-Transfer)

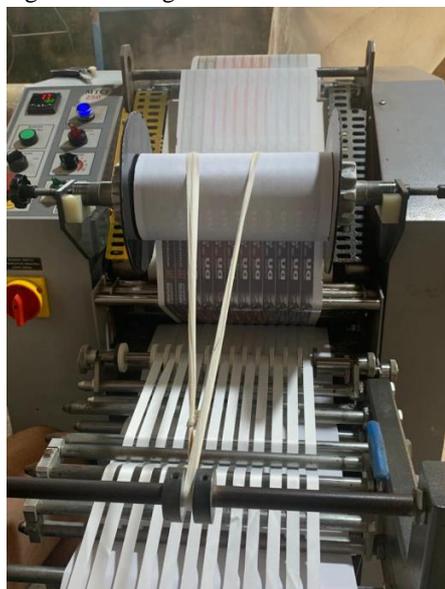
A etapa de transferência da arte para a fita é a mais importante, exigindo uma atenção especial, porque o processo dela é delicado e muito trabalhoso. A máquina utilizada nesse processo é a MTCF-250, ela exige um operador apenas para operá-la e o procedimento é feito da seguinte maneira:

- 1º: Aquecimento da máquina até à temperatura de 200°C;
- 2º: O operador marca no rolo as artes de ida e volta;
- 3º: Separa o rolo em blocos com o tamanho ideal para o processo na máquina;
- 4º: Separa as caixas de fita colocando na posição correta para início do processo;
- 5º: O operador coloca o rolo na máquina e dá início ao processo.

No início do processo, a máquina realiza todo o procedimento de forma autônoma, tendo o operador que realizar apenas as trocas dos rolos de fitas e verificar se a máquina está funcionando de forma adequada, para que seja feita da melhor maneira possível a fixação da arte nas fitas acetinadas.

Com as fitas na posição, o operador dá início no processo. A máquina possui um cilindro que é aquecido através de resistências, esse cilindro puxa as fitas acetinadas e os papéis com as artes de forma automática para dentro da máquina, onde a fita e o papel são aquecidos a uma temperatura que varia entre 180°C e 200°C entrando em contato entre si e fazendo a transferência das imagens do papel para a fita, devido ao atrito e a alta temperatura a que esses dois materiais são submetidos. As fitas entram por um lado da máquina em branco e sai pelo outro lado com a arte final. Primeiro se faz a ida de todo o processo, que é a fixação da arte na parte frontal da fita. Após passar toda a parte da ida, o operador inverte as fitas e faz a troca dos rolos de acordo com a ordem da volta, que é a fixação da arte na parte traseira das fitas. Segue abaixo imagens do processo:

Figura 19: Imagem de entrada



Fonte: O autor (2022)

Figura 20: Imagem de saída



Fonte: O autor (2022)

Após esse processo, os chaveiros sublimação já estão na forma desejada e são encaminhados para a próxima etapa, que é a etapa de corte.

3.4.4 Quarta etapa (Corte)

A etapa do corte é muito precisa e pontual. Esse processo demanda atenção e responsabilidade do operador das máquinas, pois é a etapa em que a fita completa, já toda personalizada, é dividida em seus tamanhos específicos de acordo com o pedido do cliente. Segue abaixo uma tabela com os tamanhos disponíveis de cada tipo de chaveiro fabricados pela Serplac:

Tabela 02: Modelos e tamanhos dos produtos

MODELO	TAMANHO
Engate largo	(20mm x 900mm)
Engate fino	(15mm x 900mm)
Simples largo	(20mm x 830mm)
Simples fino	(15mm x 830mm)
Mosquetão	(20mm x 830mm)
Mini largo	(20mm x 80mm)
Mini fino	(15mm x 80mm)
Tirante	(30mm x 1000mm)

Fonte: O autor (2022)

No corte não pode ocorrer falhas, pois quando isso acontece e não observado por todo os demais processos de fabricação, essa falha é notada pelo cliente, e nesse caso, com a insegurança de ter mais chaveiros com diferença de tamanho, é necessário a substituição de todo o lote gerando retrabalhos e/ou perdas financeiras e de matéria-prima, além do impacto quanto à satisfação do cliente que pode comprometer a segurança e futuros negócios da empresa.

Atualmente, o Processo de corte na Serplac é realizado de duas maneiras: uma de forma manual e uma de forma mecanizada. Uma destes processos, exige maior número de operadores de produção e de tempo e a outra exige maior atenção e agilidade.

Iremos agora compreender melhor cada um destes dois processos que são o foco principal de aplicação da melhoria proposta do trabalho.

3.4.5 Processo manual

Neste processo, o operador utiliza uma pequena máquina que é aquecida através de resistência e uma mesa com a marcação exata do tamanho que o mesmo deve cortar as fitas de acordo com a demanda, lembrando que cada modelo tem seu tamanho específico como foi exibido na tabela 02 anteriormente. Segue abaixo uma imagem do processo manual:

Figura 21: Corte manual



Fonte: O autor (2022)

- 1º: Caixa com as fitas unidas prontas para serem cortadas;
- 2º: Régua adesiva para identificar a posição de início e final do corte;
- 3º: Máquina de corte manual;
- 4º: Fitas cortadas com o tamanho necessário de acordo com o modelo.

- **Vantagem e desvantagem do processo manual:**

- ✓ Fitas sem defeito no ponto de corte;
- ✓ Riscos de acidente muito baixo;
- ✓ Tempo de treinamento para novos colaboradores baixo.

- **Desvantagens:**

- ✓ Processo com baixa produtividade;
- ✓ Maior desgaste físico dos operadores;
- ✓ Alto número de manutenção nos arames.

Figura 22: Máquina manual



Fonte: O autor (2022)

Esse equipamento possui características ideais para deixar um acabamento em perfeito estado na fita, o corte realizado nele, não faz com que a fita desfie no ponto onde ocorre o corte. Corta materiais como, cetim, poliéster, gorgorão, entre outros. Porém, não corta algodão.

Descrições:

- Marca: Realiza costura;
- 110 V;
- Tamanho 6cm x 10,5cm;
- Material: Aço Carbono e cerâmica;
- Valor aproximado= R\$ 70,00.

3.4.6 Processo mecanizado

Neste processo, o operador trabalha com uma máquina mecanizada, o corte nesse equipamento pode ser feito de maneira quente ou fria, tudo vai depender das características do material que será cortado. No processo de corte em fitas de chaveiro é necessário trabalhar com a máquina quente, com a temperatura ideal de 250°C. Isso se faz necessário pois a fita quando é cortada em baixa temperatura, ela é desfiada, trazendo problemas futuros para aquele lote de chaveiros fabricados com esta fita.

O tipo de corte desta máquina é conhecido como corte guilhotina. O processo de corte com guilhotina é um corte feito de maneira fria ou quente, utilizando-se de uma lâmina afiada que desce de certa altura com velocidade padronizada e entra em contato com o material, fazendo com que esse material seja cisalhado. Ele se trata de um processo dinâmico para fazer corte em chapas, fitas, tecidos, entre outros materiais que apresentam geometrias quadradas e retangulares.

Figura 23: Corte guilhotina



Fonte: O autor (2022)

- 1º: Lâmina de corte aquecida;
- 2º: Chapa inferior para apoio das fitas;
- 3º: Fita cortada.

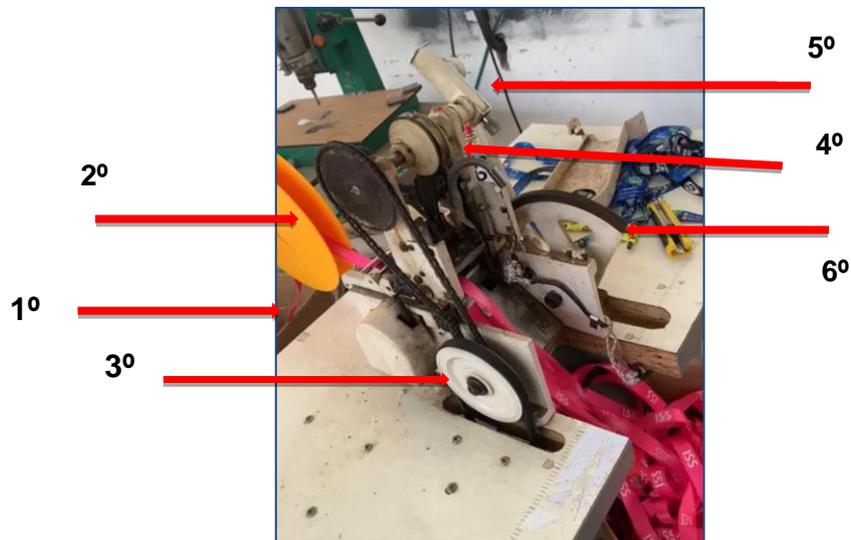
- **Vantagens e desvantagens do processo de corte mecanizado**

- ✓ Processo com maior velocidade;
- ✓ Baixo desgaste físico do operador;
- ✓ Corte com maior precisão.

- **Desvantagens**

- ✓ Possibilidade de gerar fitas com defeito no ponto de corte;
- ✓ Risco de acidente com maior grau de lesão.

Figura 24: Máquina mecanizada



Fonte: O autor (2022)

- 1º: Caixa com fitas para serem cortadas;
- 2º: Guia de fitas até a máquina;
- 3º: Conjunto mecânico que gera o movimento da biela;
- 4º: Biela responsável pela movimentação da lâmina de corte;
- 5º: Ponto responsável pela regulagem do tamanho final da fita;
- 6º: Componente mecânico que movimenta o regulador do tamanho de corte.

Utilizada em processos que demanda uma maior velocidade, uma melhor precisão nos cortes e um baixo custo.

Descrições:

- Marca Lanmax Voltagem;
- Potência 220w;
- Corta até 60mm de largura e 1500mm de comprimento;
- Temperatura de trabalho: 0°C a 320°C;
- Produtividade: 25pçs/min;

- Mesa: 1,22x0,10x60cm;
- Cabeçote: 50x34x45cm;
- Peso: 25kg;
- Máquina convencional;
- Acionamento da faca: mecânico;
- Valor aproximado: R\$ 7000,00.

3.4.7 Quinta etapa (Acabamento)

Com as fitas já cortadas no tamanho necessário para a construção do chaveiro, começam as etapas do acabamento final do produto. Para fazer a junção das pontas soltas da fita, utiliza-se de máquinas de costura. A costura é importante, pois é ela que mantém a fixação das fitas para que ela não venha a se separar uma da outra, este ponto é muito importante para que não haja futuramente reclamação de clientes com relação a defeito de montagem do chaveiro.

O acabamento após a junção feita pela costura é feito por uma chapa de alumínio que tem a função de tampar o ponto de costura e dar um acabamento adequado ao chaveiro. Este processo é realizado por funcionários terceirizados, que levam o chaveiro até suas residências, colocam a chapa de alumínio que é prensada através de martelos, e contam o número total de fitas retornando-as à fábrica onde é realizada a conferência e o envio do produto final aos clientes espalhados pelas diversas regiões do Brasil.

Figura 25: Após costura



Fonte: O autor (2022)

Figura 26: Acabamento final



Fonte: O autor (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de corte das fitas que confecciona o chaveiro atualmente, a Serplac, conta com 4 máquinas manuais e 1 operador pra cada máquina e também 1 máquina mecanizada operada também por apenas 1 operador. O estudo realizado para coleta de dados das máquinas foi realizado durante três dias com as máquinas operando durante quatro horas (tempo determinado pela empresa, para a realização da etapa de corte diariamente). Seguem abaixo os dados coletados durante o período amostrado:

Tabela 03: Comparação da Produtividade entre os Processos Diariamente

PROCESSO MANUAL						PROCESSO MECANIZADO
DIA	MAQ 1	MAQ 2	MAQ 3	MAQ 4	Total	
1	2532	2603	2482	2508	10125	9698
2	2565	2548	2496	2559	10168	9587
3	2491	2593	2659	2594	10337	9613
TOTAL DE PEÇAS					30630	28898

Fonte: O autor (2022)

Tabela 04: Produtividade Média Diária por Processo

MÉDIA DE FITAS CORTADAS DIARIAMENTE	
Máquina manual (4 máq.)	10210
Máquina mecanizada	9632
TOTAL	19842

Fonte: O autor (2022)

Com os dados coletados durante o período amostrado, é possível observar uma média de 19.842 peças cortadas por dia utilizando os dois processos de corte, porém devido ao aumento da demanda nos últimos meses, a empresa, atualmente necessita aumentar a sua capacidade produtiva diária para 24.000 peças. O resultado até o momento não é satisfatório devido ao saldo negativo de 4.158 peças que deveriam ser produzidas no dia. Abaixo segue dados do nível de produção diária de todo o processo atual:

- Demanda diária – 24.000,00 peças;
- Peças totais produzidas – 19.842,00 peças;
- Saldo negativo – 4.158,00 peças;
- Porcentagem de produção diária com 5 operadores comparando-se demanda atual:

$$PPD = \frac{19.842}{24.000} = 82,7 \% < 100\%$$

Com os resultados em mãos, verifica-se que a média total da produção está abaixo do necessário, gerando atraso na entrega dos produtos, fazendo com que os clientes da empresa fiquem insatisfeitos. Observando os dois processos de corte, identifica-se, que o processo mecanizado, por apresentar menores custos de produção devido ao número de funcionários necessários e, por apresentar números produtivos comparados aos 4 equipamentos manuais e por ser um processo que permite opções de melhorias com um menor custo, conclui-se que este processo deve ser melhorado a fim de que o mesmo possa atender a média do processo manual e se possível atender também, a média do número de fitas que devem ser cortados durante todo o dia.

Como proposta de implementação de melhoria no processo mecanizado, foi definido que o mesmo deveria cortar mais de uma fita por vez fazendo com que a produção desse processo especificamente viesse a dobrar. Porém, como desafio a ser vencido, foi observado que quando colocada duas fitas simultaneamente no processo, defeitos de acabamento das peças que não tinham contato direto com a lâmina de corte aquecida apareciam e 50% da produção seria perdida por qualidade baixa do corte, como mostram as figuras 27 e 28 abaixo.

Figura 27: Corte com duas fitas



Fonte: O autor (2022)

- 1: Contato direto com a lâmina;
- 2: Contato indireto com a lâmina.

Figura 28: Acabamento pós corte



Fonte: O autor (2022)

- **1:** Acabamento na peça com contato indireto com a lâmina;
- **2:** Acabamento na peça com contato direto com a lâmina.

Após a realização do corte com as 2 fitas ao mesmo tempo apresentando defeitos no ponto de acabamento, notou-se que a lâmina aquecida, não chegava com uma temperatura adequada para soldar a ponta da fita que tem o contato indireto com a lâmina, causando então um defeito na fita que não pode ocorrer devido a desfiação da peça, causando desmanche futuro no produto final, como mostra a figura 29 abaixo.

Figura 29: Resultado de uma fita confeccionada com defeito no ponto de corte

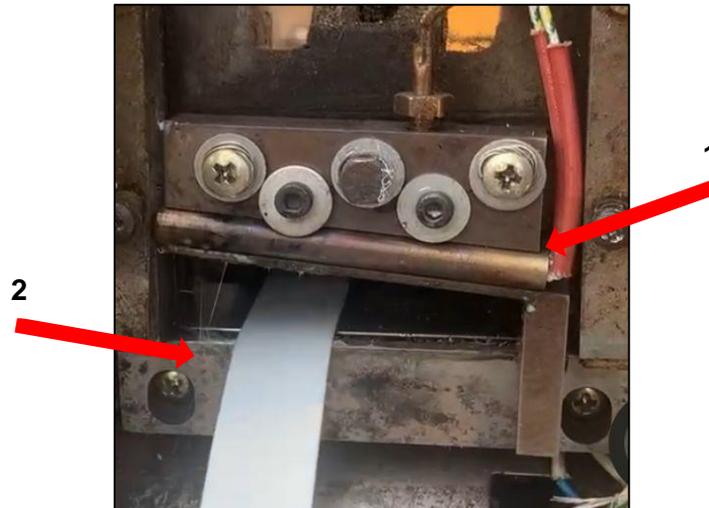


Fonte: O autor (2022)

Com a identificação do defeito no ponto de corte com as duas fitas ao mesmo tempo, fica claro qual ponto específico da máquina deve passar por melhorias. Como a região superior da faca não atinge a temperatura suficiente para soldar as pontas das fitas da parte

inferior, mesmo trabalhando em sua temperatura máxima, a solução vista para resolver esse problema foi de adicionar uma resistência entre as superfícies da parte inferior da máquina onde as fitas são apoiadas para sofrer o cisalhamento. O objetivo visado por esta mudança, era de aquecer a segunda fita enquanto a lâmina superior faz o movimento para descer cortando os dois materiais. Abaixo segue imagens do sistema da forma original:

Figura 30: Sistema original



Fonte: O autor (2022)

- 1: Lâmina original com a resistência;
- 2: Superfície inferior onde será adicionado a nova resistência.

Figura 31: Faca superior original



Fonte: O autor (2022)

Figura 32: Chapa inferior original



Fonte: O autor (2022)

4.1 Confeção da nova resistência

Com o problema identificado e com a solução em mente, chega o momento de projetar a nova resistência e trabalhar para a melhoria do processo. A resistência da parte superior da máquina trabalha com uma alimentação de 220 V com impedância de 1080 Ohms. Sendo assim, como a parte inferior mantém um contato maior com as fitas, foi criado para uma resistência de 127 V com impedância de 540 Ohms, resistência com uma menor potência para evitar o aquecimento igual entre as duas superfícies, evitando assim um super aquecimento e o derretimento das fitas.

Os materiais utilizados para construção da resistência foram:

4.1.1 Fenolite

O material a ser utilizado para a confecção da nova resistência elétrica pode variar desde o laminado de fenolite ao laminado de fibra de vidro. Os dois materiais são excelentes isolantes elétricos e resistentes a fogo, porém o mais comum e o mais utilizado nas diferentes instituições de ensino é o material conhecido como fenolite. A pequena chapa de fenolite é o local onde o arame energizado é enrolado para gerar o aquecimento e obter altas temperaturas. A figura 33 a seguir, ilustra como é este tipo de material:

Figura 33: Placas de fenolite



Fonte: LEONHARD (2019)

4.1.2 Arame

O arame condutor de energia utilizado nesse processo é o arame que compõe as resistências dos ferros de solda de 127V. Esse componente foi retirado de um ferro de solda e enrolado a chapa de fenolite e teflon (figura 34), com o objetivo de transferir calor para as chapas da parte inferior da máquina onde a fita é apoiada.

Figura 34: Arame utilizado no processo



Fonte: O autor (2022)

4.1.3 Fita Teflon

Para fazer a dissipação de calor da resistência e o isolamento da placa de fenolite revestida com o arame que conduz energia, evitando a distribuição de cargas elétricas por toda chapa inferior, foram utilizadas 4 camadas da fita de teflon. Esse material é um excelente isolante, pois suporta altas temperaturas (aproximadamente 260°C), mantendo a espessura do fio praticamente a mesma.

Figura 35: Rolo de fita Teflon



Fonte: o autor (2022)

A nova resistência é composta por esses 3 materiais distintos, e para que ela pudesse ser confeccionada, os materiais utilizados como o arame e o teflon, foram aproveitados de sucatas presentes na Serplac, já o fenolite, foi encontrado em fornecedores locais e adquirido uma chapa de 20cm x10cm devido à ausência deste material como sucata. Para projetos futuros que não se dispõe de sucatas para a fabricação desta resistência, segue abaixo um quadro com os custos dos materiais para fabricação da mesma:

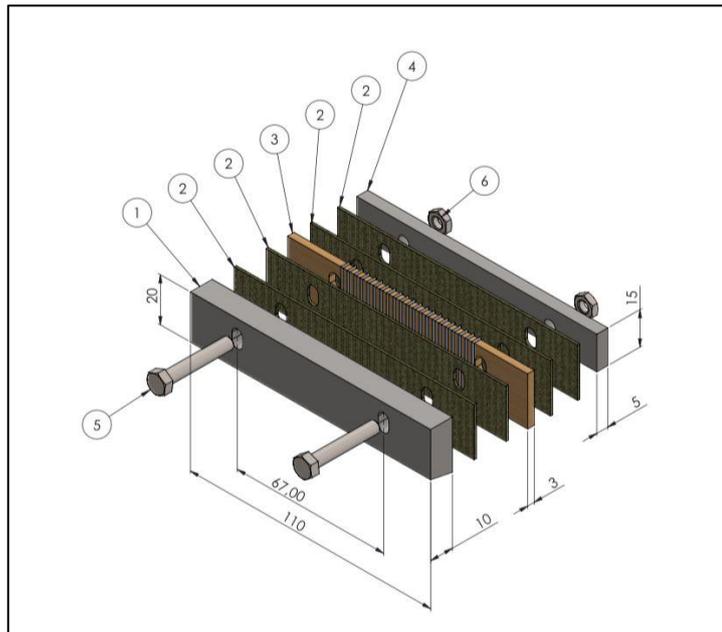
Quadro 01: Custo da resistência

MATERIAL	DIMENSÕES	CUSTO
Fenolite	20cm X 10cm	R\$ 14,00
Arame	1m	R\$ 5,00
Teflon	50cm X 50cm	R\$ 20,00
TOTAL		R\$ 39,00

Fonte: O autor (2022)

A seguir segue uma vista explodida como ilustração de como a resistência foi montada na região inferior da máquina (figura 36 e anexo A):

Figura 36: Ilustração de montagem da resistência



Fonte: O autor (2022)

Quadro 02: Identificação dos componentes

NÚMERO	COMPONENTE	DIMENSÕES
1	Chapa inferior da máquina	11cm X 2cm
2	Fita de teflon	11cm X 2cm
3	Chapa de fenolite	11cm X 2cm
3	Arame	58 cm X 0,05mm
4	Parte traseira da chapa inferior	11cm X 1,5cm
5	Parafuso	Sext aço 8mm
6	Porca	Sext zinc 8mm

Fonte: O autor (2022)

5 ANÁLISE COM NOVA RESISTÊNCIA

Como mostrado na figura 30 apresentada anteriormente, é possível identificar, que a parte inferior do sistema tem um contato maior com o material, sendo assim, ao aquecer também a parte inferior do sistema mecanizado, acredita-se que será possível diminuir a rigidez do material fazendo com que ele seja cortado com uma maior facilidade e ao mesmo tempo, seja também, soldado no momento do corte devido ao seu pré-aquecimento. Para saber qual temperatura era a ideal para que o corte fosse bem sucedido, foram realizados testes práticos de variação com as duas resistências ligadas em conjunto. A temperatura ideal encontrada de acordo com os testes foi de 65 °C a 80 °C para um bom acabamento, caso ultrapasse esses valores, a fita que está sendo cortada apresentará defeitos. Abaixo seguem imagens do equipamento após a modificação e aquecido:

Figura 37: Faca superior aquecida



Fonte: O autor (2022)

Figura 38: Chapa inferior aquecida



Fonte: O autor (2022)

Com o foco em trazer agilidade e redução de custos para o processo de corte da Serplac, foi implantado então a nova resistência no sistema de corte mecanizado. Essa nova adaptação trouxe um grande aumento na produção de corte das fitas que confeccionam os chaveiros cordões personalizados, conforme poderá ser observado.

Aplicando os testes com o equipamento modificado, foi aplicado a demanda de corte prevista para máquina que era de 2 fitas por vez afim de observar se a qualidade da fita após ser cortada seria garantida para todas as 2 e a perda de 50% seria eliminada. Na imagem abaixo podemos observar que a implementação da resistência na região inferior da máquina mecanizada foi bem sucedida e que a qualidade do corte ficou aprovada para as duas fitas.

Figura 39: Acabamento pós corte



Fonte: o autor (2022)

Os testes com o novo funcionamento foram feitos durante 3 dias e apresentaram os seguintes resultados como mostram as tabelas 05 e 06.

Tabela 05: Resultados com o processo mecanizado modificado

DIA	PROCESSO MANUAL					Total	PROCESSO MECANIZADO
	MAQ 1	MAQ 2	MAQ 3	MAQ 4			
1	2532	2603	2482	2508	10125	18984	
2	2565	2548	2496	2559	10168	19215	
3	2491	2593	2659	2594	10337	19345	
TOTAL DE PEÇAS					30630	57544	

Fonte: O autor (2022)

Tabela 06: Produtividade Média Diária por processo

MÉDIA DE FITAS CORTADAS DIARIAMENTE	
Máquina manual (4 máq.)	10210
Máquina mecanizada	19181
TOTAL	29391

Fonte: O autor (2022)

Comparando esse resultado com os resultados anteriores, percebemos um grande avanço se tratando de número produzidas diariamente. A máquina mecanizada após a modificação, apresentou sozinha, resultados próximos ao processo anterior onde necessitava de 4 máquinas manuais e 1 mecanizada para cortar a média de 19.842 fitas. Partindo do ponto de análise diária de produção exigida pelos clientes, chegamos a um novo resultado com o processo melhorado:

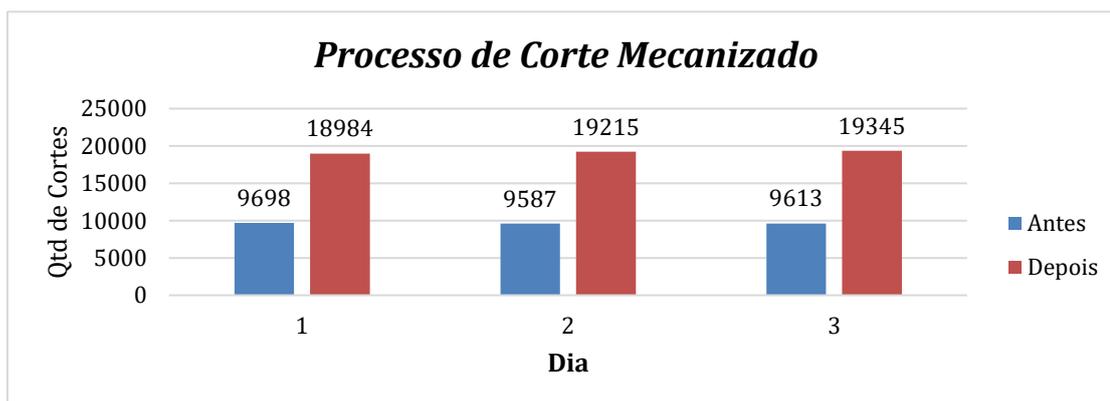
- Demanda diária – 24.000,00 peças;
- Peças totais produzidas = Mmaq1 + Mmaq2;
- Peças totais produzidas – 29.391 peças;
- Saldo negativo – 0 peças;
- Saldo positivo – 5.391 peças;
- Porcentagem de produção diária com 5 operadores:

$$PPD = \frac{29.391}{24.000} = 122 \%$$

$$\text{Aumento na produção } 29391/19842 = 48,1 \%$$

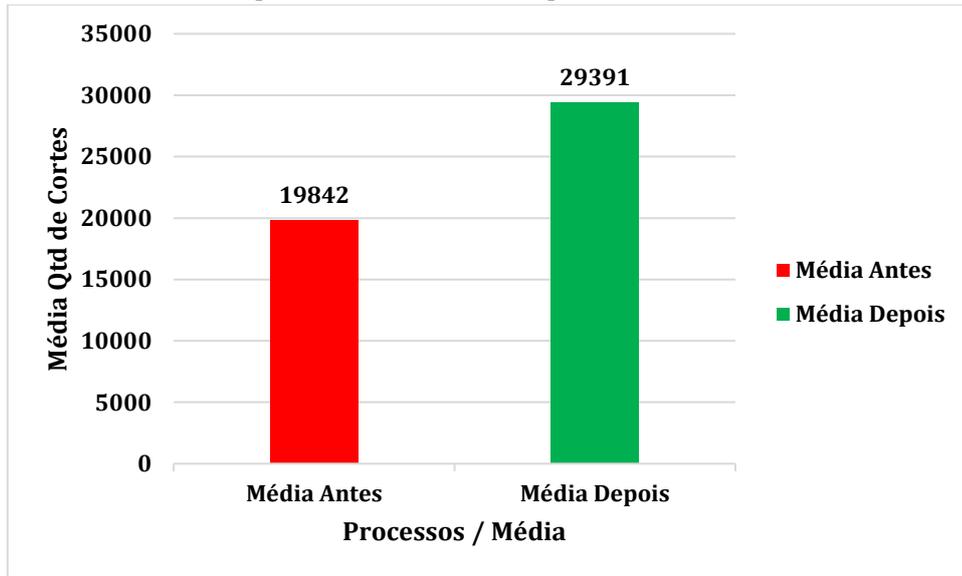
Com os novos resultados em mãos, verifica-se que a média total da produção com o novo teste está acima do esperado, aumentando em 48,1% a produção quando comparado ao processo anterior. Abaixo segue um gráfico com os dados obtidos dos números de peças totais confeccionadas antes e depois da mudança realizada no processo mecanizado, e outro gráfico mostrando a média total de produtividade dos dois diferentes tipos de processo (manual e mecanizado).

Gráfico 1: Comparação dos resultados do corte mecanizado



Fonte: O autor (2022)

Gráfico 2: Gráfico comparativo com as médias do processo nos 3 dias de teste

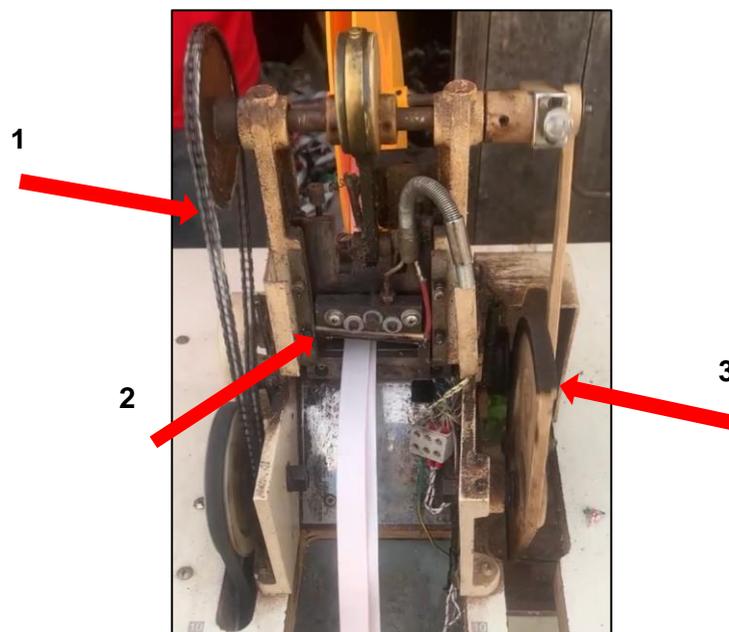


Fonte: O autor (2022)

6 TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista que a máquina mecanizada é antiga e apresenta desgastes, nota-se que este equipamento apresenta pontos com elevados riscos de acidentes devido a exposição de alguns componentes como: corrente, engrenagem, resistência e lâmina de corte, como mostra a figura 40.

Figura 40: Componentes expostos



Fonte: o autor (2022)

- **1:** Corrente e engrenagem;
- **2:** Resistencia e lâmina;
- **3:** Conjunto mecânico que controla a velocidade da lâmina de corte.

Analisando a imagem, fica nítido o risco alto de acidentes que os operadores deste equipamento estão expostos, como: queimaduras, cortes e esmagamentos. Para um futuro próximo, fica o trabalho de adequar esse equipamento de acordo com a NR12 (Norma Regulamentadora de número 12), que diz respeito à segurança do trabalho de máquinas e equipamentos, onde também, estabelece medidas de proteção para garantir a integridade física dos trabalhadores com a aplicação de medidas de proteção coletiva, administrativas ou de organização do trabalho e medidas de proteção individual. De nada adianta trazer ganhos na produção se isto vai gerar insegurança e risco aos colaboradores, então esse ponto é algo que deve ser melhorado o mais rápido possível.

Trazendo um segundo ponto de grande importância para futuros trabalhos, vem um ponto ligado a melhoria do equipamento, ou seja, ligado a nova resistência criada. Como a resistência é algo novo e não conhecido, ainda não se sabe ao certo quanto tempo esse novo elemento irá trabalhar sem sofrer algum tipo de desgaste ou parada do mesmo. Sendo assim, como trabalhos futuros, tende-se a tarefa de implementar um plano de manutenção preventiva no equipamento, com o objetivo de evitar paradas inesperadas na produção para realizar manutenção corretiva, e com isso evitar também, retrabalho, maiores custos, perda de tempo e insatisfação dos colaboradores, clientes e proprietários da indústria.

O processo atual foi um sucesso como tudo indica, porém, se caso a indústria necessite de aumentar a sua produção de chaveiros que é de 24 mil peças para 40 mil peças, por exemplo, surge a oportunidade de novos trabalhos, podendo novamente modificar o equipamento, focando na área da engenharia mecânica ligada a sistemas mecânicos, como modificações no conjunto de engrenagem e correntes, buscando diferentes velocidades no funcionamento do equipamento, com o objetivo de aumentar ainda mais a produção, fazendo com que o equipamento atenda a demanda que será passada de 24 mil peças para 40 mil peças.

7 CONCLUSÃO

Através do projeto, foi possível obter resultados satisfatórios para a empresa, uma vez que devido ao não cumprimento da demanda necessária do número de peças que deveriam ser cortadas no dia, acarretava em problemas de alto custo produtivo e atraso na linha de produção.

Com a implementação da modificação ganha-se grandes vantagens para empresa, como:

- Aumento da demanda de chaveiros: ponto que ganha crescimento devido ao cumprimento e adiantamento dos prazos passados aos clientes;
- Aumento nos lucros: devido a chegada de novos clientes vem também um aumento da produção e junto desse aumento produtivo, vem também, aumentos lucrativos para a empresa;
- Agilidade no processo produtivo e maior satisfação dos clientes pela excelente qualidade e velocidade da produção;
- Redução de custos com operadores e a migração de operadores para outros setores da empresa: como a Serplac possui outros setores além do setor dos chaveiros, devido ao aumento de 48,1 % da produção conquistado com a mudança no equipamento mecanizado, surge a oportunidade de transferir 2 funcionários (visando atender o valor atual de 24 mil fitas cortadas por dia) para os outros setores caso tenha necessidade. Com isso, como a Serplac terceiriza alguns serviços devido à falta de funcionários disponíveis para a realização do mesmo, esse novo projeto traz a oportunidade de que a empresa migre os operadores que poderão sair do setor de corte devido ao aumento produtivo, para outros setores, podendo reduzir o trabalho terceirizado e ao mesmo tempo apresentar, maior confiança no processo, melhores resultados e um menor custo de produção.

Conseguindo dobrar a produção e com isso trazer maior velocidade, qualidade e redução de custos para o processo final, é algo muito satisfatório e de grande importância para todas as pessoas que estão ligadas de alguma forma com esse projeto. Por isso, os conceitos da NR12 é algo de extrema importância que deve ser adaptado na máquina futuramente. Como a empresa necessita do funcionamento direto do equipamento, as melhorias relacionadas a NR12 já estão sendo providenciadas pela empresa e serão implementadas no

período de férias coletiva dos colaboradores, a fim de evitar atrasos produtivos devido à alta demanda de produtos a serem confeccionados.

Concluindo este trabalho e podendo apresentar dados tão grandiosos para uma empresa real, é algo muito gratificante. Isso tudo é possível, graças, ao conhecimento adquirido durante todo o processo da graduação, conhecimentos estes que puderam mudar todo o planejamento de uma empresa, todo o tipo de visão dos funcionários e proprietários e o mais importante, poderem ganhar o reconhecimento dos clientes por eles receberem um trabalho de alta qualidade e dentro dos prazos estabelecidos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. M. Bde. **Desenvolvimento de sistema de apoio dinâmico da chapa no corte em guilhotina**, 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – ISEP-Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.22/6109>>. Acesso em: 28 abril 2022.
- ASSIS, A. H. C. **Avaliação das mudanças ocorridas em fibras de poliéster submetidas a tratamento alcalino e enzimático**. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/29058/R%20-%20D%20-%20ADRIANA%20HELFENBERGER%20COLETO%20ASSIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 maio 2022.
- BENTO, I. E. **Recuperação do corante Antraquinona do efluente têxtil e estudo de sua reutilização no processo industrial**, 2013. (Trabalho de conclusão de curso de graduação em Curso Superior em Tecnologia de Processos Químicos) – UTFPR-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5539/2/AP_COPEQ_2012_2_04.pdf>. Acesso em: 29 abril 2022.
- COSTA JUNIOR, M.A. G da. **Projeto de uma guilhotina mecânica excêntrica de engate por freio e embreagem para corte de cabo de aço**, 2017. (Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021340.pdf>>. Acesso em: 28 abril 2022.
- DOLZAN, Neseli. **Tingimento de Fibras Sintéticas com Corantes Dispersos**. 2004. 118 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Florianópolis, 2004.
- JOHANSSON, C. N. D. **GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL: Sistematização da Produção Industrial**, 2015. (Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Administração de Empresas) – UNIJUÍ- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2015. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3151/CHARLES%20NATAN%20DINAREL%20JOHANSSON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 maio 2022.
- LEONHARDT, S. N. **ADAPTAÇÃO DE IMPRESSORA 3D PARA CRIAÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO**, 2019. (Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Núcleo de Ciências Exatas, Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário de Goiás Uni-Anhanguera, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/bitstream/123456789/280/1/TCC%20-%20SAMUEL%20RENAN%20LEONHARDT.pdf>>. Acesso em: 06 de outubro de 2022.

MACHADO, J. A. M. **Efeitos inovadores em tecidos para vestuário e acessórios de Moda obtidos através de acabamentos especiais**, 2015. Dissertação (Mestrado em Design de Moda) – Faculdade de Engenharias, Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2015. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/5555/1/4144_7976.pdf>. Acesso em: 5 maio 2022.

MARQUES, L. Q. **Otimização do Comportamento Mecânico de uma Estrutura de uma Máquina- Ferramenta, Guilhotina**, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharias, Universidade do Minho, Braga, 2015. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/37274/1/Lu%c3%ads%20Quinteiro%20Marques.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2022

MARTINS, P. G., & Laugeni, F. P. (2005). **Administração da Produção (Vol. 2)**. São Paulo: Saraiva.

MILES, D. C, BRISTON J. **Tecnologia dos Polímeros**. São Paulo: Polígono S.A, 1975.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações (Vol. 2)**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

OLIVEIRA, D. L. S. **Otimização do corte de pontas de um aço livre de intersticiais laminado a quente usando tesoura do tipo guilhotina**, 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Concentração: Materiais Metálicos, Cerâmicos e Poliméricos)– Escola de Engenharias, Universidade de São Paulo, Lorena, 2011. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97134/tde-26092012-165649/publico/EMD11002.pdf>>. Acesso em: 24 abril 2022

PORTER, MICHAEL E. - **“Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior”**. Rio de Janeiro, Campus, 1989.

SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Editora Atlas 2ªed. São Paulo SP. 2002.

ANEXO A

