

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC TRAJANO CAMARGO
Técnico em mecânica**

**EDUARDO RODRIGUES PEREIRA
ELI RAPHAEL
FLÁVIO PESSOA
RENAN SILVA RICARDO**

SISTEMA DE ESTAMPAGEM DE PLÁSTICO

**Limeira
2024**

**EDUARDO RODRIGUES PEREIRA
ELI RAPHAEL
FLÁVIO PESSOA
RENAN SILVA RICARDO**

SISTEMA DE ESTAMPAGEM DE PLASTICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso técnico em mecânica da Etec Trajano Camargo orientado pelo professor Gustavo Sacilotto como requisito parcial para obtenção do título de técnico em mecânica

**Limeira
2024**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador Gustavo Sacilotto, pela paciência, dedicação e orientações precisas ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento das ideias e para o aprimoramento de cada etapa deste TCC.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e pelo tempo dedicado à leitura e análise do meu trabalho.

Aos meus colegas de curso, que compartilharam este caminho comigo, trocando ideias e experiências valiosas que enriqueceram minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento se tornasse possível.

Muito obrigado a todos!

Sumário

1 Introdução	4
1.1 O problema	5
2 Objetivos	5
2.1 Objetivo geral ou primário	5
2.2 Objetivos específicos	5
3 Justificativa	6
4 Fundamentação teórica	7
4.1 Moldagem por compressão	7
4.2 Termoformação a vácuo	8
4.3 Termoformação por pressão	9
5 Metodologia	10
5.1 Tipo de pesquisa	10
5.1.1 Revisão bibliográfica	10
5.1.2 Pesquisa experimental	10
5.1.3 Design experimental.....	11
5.1.4 Materiais e Métodos	11
5.2 Estudo de caso	12
5.2.1 Objetivo	12
5.2.2 Procedimentos	12
5.3 Validação e recomendação	12
5.3.1 Validação	12
5.3.2 Recomendação	13
5.4 ODS	13
5.4.1 Categoria a qual pesquisa pertence	14
5.5 Cronograma	16
6 Desenvolvimento	17
6.1 Escolha do tema do trabalho	17
6.2 Desenho do projeto da ferramenta de corte dobra e repuxo	17
6.2.1 Descrição das peças que compõem a ferramenta de corte dobra e repuxo ...	19
6.3 Fabricações das peças.....	19
7 Considerações Finais	24
Referência	25

1. INTRODUÇÃO

A redução de custos na produção é algo de suma importância na indústria e a torna mais competitiva no mercado, mas o que é a redução, a redução de custos é um conjunto de estratégias aplicadas aos custos e despesas de uma empresa a favor da sustentabilidade financeira, e está sempre sendo introduzida na indústria em vista de melhorar o tempo de processo de produção ou a redução de gasto com a produção sem perder a qualidade de seus produtos, mas porque reduzir os custos. Reduzir custos da sua empresa permite aumentar a produtividade e usar os recursos disponíveis de maneira mais inteligente e assertiva, além de evitar desperdícios, podendo assim agregar recursos em outras áreas da empresa. Analisa-se que com um sistema de estampagem de plástico consegue-se uma redução de custos assim empregando-se menos recursos em sua construção, o sistema trabalha de forma a esquentar o plástico e após o aquecimento ele a estampa na forma desejada, com isso a uma redução de custos para a indústria na produção de alguns produtos de plástico, e diminui o tempo de produção por se tratar de um processo mais rápido. Com esse sistema de estampagem pode-se realizar o processo com tempo, mas reduzido e com os custos mais baixos, tornando assim uma produção mais rápida e barata.

1.1 O problema

Redução de custos em um sistema de estampagem plástica, resultando em maior produtividade e eficiência nos processos. A redução de custos em um sistema de estampagem plástica é um objetivo essencial para empresas que buscam otimizar seus processos de produção, aumentar sua competitividade no mercado e garantir a sustentabilidade financeira. A estampagem plástica, que envolve a moldagem de peças por meio de calor e pressão, é amplamente utilizada em diversas indústrias, como automotiva, eletroeletrônica, embalagens e brinquedos, sendo uma etapa crucial no processo de fabricação de componentes plásticos.

No entanto, como qualquer processo industrial, a estampagem plástica enfrenta desafios relacionados a custos elevados, que podem comprometer a rentabilidade e a eficiência da produção. Portanto, é fundamental adotar estratégias que visem reduzir os custos operacionais sem comprometer a qualidade do produto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema de estampagem plástica que atenda as normas de processo industrial com segurança e qualidade, e reduzir os custos de fabricação e redução no tempo de processo de fabricação.

2.2 Objetivos específicos

- Construir o sistema de estampagem plástica.
- Testar a funcionalidade e a qualidade do sistema de estampagem.
- Aplicar o sistema na prática e levantar a redução dos custos e de sua eficiência. Qualidade.

3. JUSTIFICATIVA

A redução de custos sempre foi uma das tarefas mais importantes da indústria, principalmente em momentos de crise ou de redução de caixa por isso e uma busca incansável de todo empreendedor um melhor uso do capital da empresa, com métodos e estratégias que visam a redução dos gastos ou do tempo de produção tornando os assim mais competitivos no mercado. Ao longo dos anos diversas estratégias foram criadas ou desenvolvidas pelas empresas métodos de melhorar o produto ou a produção com qualidade e velocidade visando assim métodos mais precisos de produção e novas tecnologias de processos e maquinas, gerando assim um crescimento na busca por uma produção mais rápida e de qualidade para poderem competir com qualidade no mercado. Visando isso a construção de sistemas mais rápidos e de custos mais baixos sempre agradou as indústrias, com isso elas investem tempo e dinheiro em novos métodos, maquinas, sistemas e processos, na fabricação, para reduzir custos e reaplicar melhor o capital da empresa tornando as mais competitivas no mercado. Um sistema de estampagem plástica e algo que atende a esses requisitos por ser um sistema com custo mais barato e com um aumento na velocidade de produção, ele se destaca no mercado por ser de fácil construção e de fácil utilização com custos baixos e uma funcionalidade rápida e de qualidade ele e um excelente método para as indústrias.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A conformação dos metais desempenha um papel essencial na indústria, permitindo a transformação de materiais metálicos em formas definidas e funcionalmente específicas. Esse processo pode ser classificado em mecânicos e metalúrgicos, cada um com suas particularidades e aplicações. A citação (ROCHA, 2023) a seguir explora essas categorias, destacando a importância da conformação plástica, que representa uma parte significativa da produção metalúrgica, e como os diversos métodos contribuem para a obtenção de peças com características precisas e controladas.

A conformação dos metais é a modificação de um corpo metálico em uma forma definida, dividindo-se em processos mecânicos, que utilizam tensões externas, e metalúrgicos, que envolvem altas temperaturas. Os processos mecânicos incluem a conformação plástica, onde as tensões são geralmente inferiores ao limite de ruptura, e a usinagem, que as supera. Já os metalúrgicos se dividem em solidificação e sinterização. A conformação plástica é crucial, pois mais de 80% dos produtos metálicos passam por esses processos, visando obter peças com dimensões, propriedades mecânicas e condições superficiais controladas. A classificação abrange critérios como tipo de esforço, temperatura, forma do material, região de deformação e fluxo do material (ROCHA, 2023).

4.1 Moldagem por compressão

A moldagem por especificações é uma técnica fundamental na indústria de plásticos, especialmente no processamento de termorrígidos. Com um histórico consolidado e uma ampla gama de aplicações, esse método não se limita apenas aos plásticos, mas também se estende a borrachas e compostos de matriz polimérica. A eficácia do processo depende de uma série de etapas meticulosas, desde o carregamento do material até a cura final. A citação (GROOVER, 2014) a seguir detalha o funcionamento desse método, ressaltando sua importância e os avanços que são atualizados para a otimização da produção.

A moldagem por compressão é um processo de moldagem antigo e largamente usado para plásticos termorrígidos. Suas aplicações também incluem borracha e várias peças de compósitos de matriz polimérica. O processo para um plástico TR, consiste em carregar quantidade exata do composto a ser moldado, chamada carga, na metade inferior de um molde aquecido; juntar as metades do molde para comprimir a carga forçando-a a escoar e a tomar a forma da cavidade; aquecer a carga por meio do molde aquecido para polimerizar e curar o material, transformando-o em uma peça sólida; e abrir as metades do molde e remover a peça da cavidade. A carga inicial do composto a ser moldado pode estar em diversas formas, incluindo pós ou pellets, líquida ou pré-forma (matéria parcialmente conformado). A quantidade de polímero deve ser controlada com precisão para se ter reprodutibilidade consistente do produto moldado. Tornou-se prática comum pré-aquecer a carga antes de colocá-la no molde; isso amolece polímero e reduz o tempo do ciclo de produção. Os métodos de pré-aquecimento incluem aquecedores por infravermelho, aquecimento por convecção em um forno e uso de roscas giratórias aquecidas em um barril. Essa última técnica (derivada da moldagem por injeção) também é usada para dosar a quantidade de carga. As prensas para moldagem por compressão são verticais e contém duas placas, que são presas às metades do molde. As prensas operam com ambos os tipos de atuação: subida da placa inferior ou descida da placa superior, sendo a primeira a configuração mais comum. Elas são normalmente acionadas por um cilindro hidráulico, que pode ser projetado para ter capacidade de fechamento de até várias centenas de toneladas. (GROOVER, 2014, p. 179).

4.2 Termoformação a vácuo

A termoformação a vácuo, um dos primeiros processos de conformação desenvolvidos na década de 1950, revolucionou de maneira como as chapas de plástico são moldadas. Utilizando pressão negativa, esse método permite que uma chapa pré-aquecida seja sugada para dentro de uma cavidade moldada, resultando em peças com alta precisão e qualidade. A citação a seguir (GROOVER, 2014) descreve detalhadamente as etapas desse processo, destacando sua importância na fabricação de componentes plásticos

Esse foi o primeiro processo de termoformação (chamado simplesmente conformação a vácuo quando foi desenvolvida na década de 1950). A pressão negativa é usada para sugar uma chapa preaquecida para dentro da cavidade de um molde. Termoformação a vácuo: uma chapa plana de plástico é amolecida por aquecimento; a chapa amolecida é colocada sobre a cavidade côncava do molde, o vácuo suga a chapa para dentro da cavidade; e o plástico endurece em contato com a superfície fria do molde, e a peça é removida e subsequentemente separada do conjunto. (GROOVER, 2014, p. 187).

4.3 Termoformação por pressão

A termoformação por pressão, também conhecida como conformação por sopro, surge como uma alternativa eficaz à conformação a vácuo, oferecendo vantagens significativas em termos de pressão e capacidade de moldagem. Ao aplicar pressão que pode atingir de 3 a 4 atm, esse método permite a formação de peças plásticas com maior precisão e complexidade, superando as limitações da conformação do pacote. A seguir, a citação (GROOVER, 2014) explica as etapas desse processo, destacando sua operação e as características que o tornam uma escolha preferencial em diversas aplicações

Uma alternativa a conformação a vácuo envolve a aplicação de pressão para forçar o plástico aquecido para dentro da cavidade do molde. Esse processo é chamado termoformação por pressão ou conformação por sopro; sua vantagem sobre a conformação a vácuo é devida às pressões mais elevadas que podem ser aplicadas, pois a conformação a vácuo está limitada à pressão máxima teórica de 1atm. Pressões de 3 a 4 atm. são comuns nas conformações por sopro. A sequência do processo é semelhante à anterior, com a diferença de que a chapa é pressurizada de fora para dentro da cavidade do molde. Orifícios para passagem de ar são posicionados no molde para a exaustão do ar aprisionado. (GROOVER, 2014, p. 187).

5. METODOLOGIA

5.1 Tipo de pesquisa

Este estudo adotará uma abordagem mista, combinando pesquisa teórica e prática para uma análise abrangente do sistema de estampagem de plástico. A pesquisa será dividida em duas fases principais: revisão bibliográfica e investigação experimental.

5.1.1 Revisão bibliográfica

Objetivo: A revisão bibliográfica tem como objetivo fornecer uma base sólida de conhecimento sobre os princípios, técnicas, e inovações no campo da estampagem de plásticos. Esta fase ajudará a identificar lacunas no conhecimento atual e a definir o escopo da pesquisa experimental.

Procedimentos:

- **Seleção de Fontes:** Será realizada uma busca em bases de dados acadêmicas, como IEEE Xplore, ScienceDirect, e Google Scholar, para identificar artigos, livros e estudos recentes sobre estampagem de plásticos.
- **Crítérios de inclusão:** Serão selecionados trabalhos relevantes que abordem as técnicas de estampagem, propriedades dos materiais plásticos, e avanços tecnológicos na área.
- **Análise e Síntese:** Os dados serão analisados para sintetizar as informações mais pertinentes e construir um referencial teórico robusto.

5.1.2 Pesquisa experimental

Objetivo: A pesquisa experimental visa investigar a aplicação prática dos conceitos teóricos e analisar a performance do sistema de estampagem de plástico em condições controladas.

Procedimentos

- **Materiais:** Plástico Ps
- **Equipamentos:** protótipo de estampagem plástica desenvolvido por nos durante o curso de técnico mecânico realizado na instituição Etec Trajano Camargo.

5.1.3 Design Experimental

- Configuração do Experimento: o experimento será configurado para testar o protótipo desenvolvido, como aplicação e funcionamento do protótipo, pressão aplicada, qualidade da peça estampada.
- Procedimentos de teste: Serão coletados dados quantitativos sobre a performance do processo, como funcionamento do protótipo; segurança do operador, a qualidade das peças que forem estampadas, taxas de rejeição.
- Análise estatística: Os dados serão analisados utilizando métodos estatísticos para identificar padrões e correlações entre os parâmetros do processo e a qualidade do produto.

5.1.4 Materiais e Métodos

Os Métodos foram:

- Preparação do Material: O plástico é frequentemente fornecido na forma de grânulos que precisam ser aquecidos até se tornarem maleáveis.
- Aquecimento: O plástico é aquecido até atingir a temperatura de processamento. Isso pode ser feito em um forno ou diretamente na máquina de estampagem.
- Estampagem: O plástico aquecido é colocado entre os moldes e a prensa é acionada, aplicando pressão para moldar o plástico na forma desejada.
- Resfriamento: Após a estampagem, o molde é resfriado para solidificar a peça. O tempo de resfriamento depende do tipo de plástico e da espessura da peça.
- Desmontagem: A peça é retirada do molde, e qualquer rebarba ou imperfeição pode ser removida.
- Acabamento: Processos adicionais, como pintura, impressão ou montagem, podem ser realizados após a estampagem.
- Controle de Qualidade: É importante realizar testes de qualidade para garantir que as peças atendam às especificações.
- Sustentabilidade: Alguns sistemas de estampagem estão adotando plásticos reciclados e métodos que minimizam o desperdício.

Materiais usados e tratamentos:

- Aço 1020 ou 1045
- Aço 1045 tratamento térmico, cementação
- Matriz do corte do blank, aço D2, tratamento térmico tempera
revenimento
- Matriz de repuxo, aço D2, tratamento térmico tempera
revenimento
- Punção blank, aço D2 1060, tratamento térmico tempera
revenimento
- Prensa chapa aço VND ou 1045, tratamento térmico tempera
revenimento
- Limitador, aço 1045
- Punção de corte do furo aço D2, tratamento térmico tempera
revenimento
- Base superior, 1045
- Plástico (PS) polietileno (produto)

5.2 Estudo de Caso

5.2.1 Objetivo: O estudo de caso permitirá uma análise aprofundada da aplicação dos sistemas de estampagem de plástico em um contexto industrial real.

5.2.2 Procedimentos:

- Seleção do caso: será analisado como esse sistema se comportaria em uma linha de produção de estampagem em larga escala.
- Coleta de dados: análise de dados coletados durante os testes, e a observação direta do processo de produção.
- Análise de Resultados: Comparação entre os dados experimentais e as práticas industriais reais, identificando desafios e oportunidades de melhoria.

5.3 Validação e Recomendação

5.3.1 Validação: Os resultados da pesquisa experimental e do estudo de caso serão validados através de comparação com dados da literatura existente e com a prática industrial observada.

5.3.2 Recomendações: Com base nas análises, serão feitas recomendações para otimização dos processos de estampagem de plástico, incluindo sugestões para ajustes nos parâmetros de processo e melhorias tecnológicas.

5.4 ODS

Figura 1 – ODS



Fonte: ONU, 2022

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um conjunto de 17 objetivos propostos pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2015, como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Eles visam abordar desafios globais, como a pobreza, a desigualdade, a mudança climática

Os ODS são interconectados e abrangem áreas como saúde, educação, igualdade de gênero, água limpa, trabalho decente e crescimento econômico. A ideia é que todos os países, independentemente do seu nível de desenvolvimento, trabalhem juntos para alcançá-los até 2030, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e inclusivo.

5.4.1 Categoria a qual pesquisa pertence

Figura 2 – ODS escolhida

Indústria, Inovação e Infraestrutura



Fonte: UNIEDUK. ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura – O que eu tenho a ver com isso, afinal? **Disponível em :** (<https://grupounieduk.com.br/noticias/ods-9-industria-inovacao-e-infraestrutura-o-que-eu-tenho-a-ver-com-isso-afinal/>) Não é assim a formatação

O ODS 9, que se refere a "Indústria, Inovação e Infraestrutura", tem como objetivo promover a construção de infraestruturas resilientes, a promoção da industrialização sustentável e o fomento à inovação. Este objetivo é fundamental para o crescimento econômico, a criação de empregos e a promoção de um desenvolvimento sustentável.

Principais Aspectos do ODS 9:

1. Infraestrutura Resiliente: Incentivar o desenvolvimento de infraestrutura que seja capaz de suportar desastres e mudanças climáticas, garantindo acesso a serviços básicos, como transporte, energia e comunicações.

2. Industrialização Sustentável: Promover a industrialização que respeite o meio ambiente, favorecendo práticas que reduzam a poluição e o desperdício, além de melhorar a eficiência dos recursos.

3. Inovação: Estimular a pesquisa, a tecnologia e a inovação como motores de crescimento econômico. Isso inclui apoiar startups, pequenas e médias empresas e incentivar a colaboração entre universidades e indústrias.

4. Acesso Igualitário: Garantir que todos, especialmente os países em desenvolvimento, tenham acesso a tecnologias e infraestrutura, promovendo a equidade no acesso a oportunidades de crescimento.

5. Sustentabilidade: Integrar as práticas industriais e de infraestrutura com os princípios de sustentabilidade, reduzindo a pegada de carbono e promovendo a economia circular.

Metas e Indicadores: A ODS 9 inclui várias metas específicas, como aumentar a pesquisa e a capacidade de inovação, desenvolver infraestrutura de transporte sustentável, promover a indústria sustentável e aumentar a acessibilidade a tecnologias da informação e comunicação.

Importância: A realização deste objetivo é crucial para fortalecer a capacidade dos países de enfrentar desafios sociais e ambientais, criando um ambiente propício para o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida das populações. A inovação e a infraestrutura adequada são fundamentais para apoiar outros ODS, como educação, saúde e redução das desigualdades.

O sistema de estampagem de plástico tem um papel crucial na promoção de uma industrialização sustentável e inovadora, alinhando-se às metas da ODS 9. Ao focar em eficiência, inovação e práticas sustentáveis, a indústria pode contribuir significativamente para o desenvolvimento econômico e social, ao mesmo tempo em que minimiza seu impacto ambiental. O nosso sistema se encaixa na ODS 9 por buscar a inovação e o melhoramento da estampagem de plástico trazendo mais eficiência e praticidade com um custo mais baixo do que é encontrado hoje.

5.5 Cronograma

Cronograma tem como objetivo apresentar de forma clara e detalhada o planejamento das atividades que foram realizadas durante o desenvolvimento do trabalho. Ele é uma ferramenta essencial para o gerenciamento do tempo e a organização das etapas do projeto, garantindo assim que cumpríssemos os prazos estabelecidos e realizar todas as tarefas necessárias para a conclusão do trabalho.

Quadro 1 – Cronograma do projeto indicando os meses que trabalhamos no projeto e o que foi realizado neles

ATIVIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
ESCOLHA DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	X	X	X	X							
DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS, E JUSTIFICATIVA	X	X	X	X	X	X					
DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA					X	X	X	X	X		
PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E ELABORAÇÃO DA					X	X	X	X	X		
ENTREGA DA PRIMEIRA VERSÃO DO PROJETO						X					
ENTREGA DA VERSÃO FINAL DO PROJETO								X	X		
REVISÃO DAS REFERÊNCIAS PARA ELABORAÇÃO DO TCC.								X	X		
REALIZAÇÃO DOS TESTES E CONCLUSÃO DAS ANÁLISES									X		
CONCLUSÃO DO PROJETO E ENTREGA DO TCC											X
FEIRA DE PROJETOS										X	
BANCA DE JURADOS											X

Fonte: Dos próprios autores, 2024.

6 DESENVOLVIMENTO

A estampagem de plástico é um processo fundamental na indústria de transformação de materiais, permitindo a produção de peças com alta precisão e repetitividade. Este trabalho visa explorar os métodos de estampagem, suas aplicações, tecnologias envolvidas e impactos ambientais, além de propor melhorias nos processos existentes.

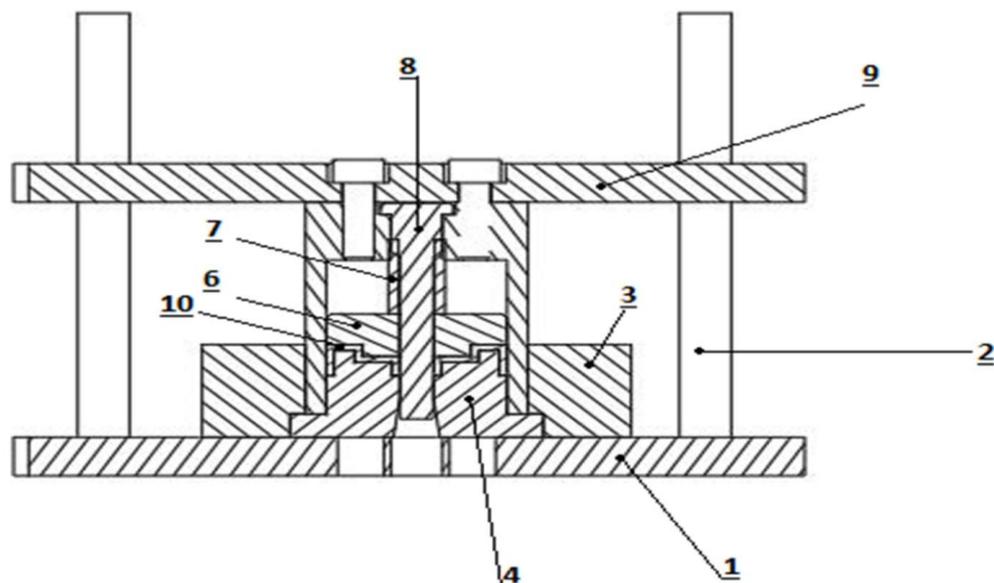
6.1 Escolha do tema do trabalho

Escolhemos o tema depois de uma reunião de grupo onde o nosso caro colega Eli Raphael levantou a ideia de criar um sistema de estampagem de plástico, no qual fosse mais barato a sua construção pois os sistemas existentes hoje têm seu custo elevado.

Após uma elaborada pesquisa desenvolvemos uma ideia de protótipo de uma matriz de estampagem de plástico.

6.2 Desenho do projeto da ferramenta de corte dobra e repuxo

Figura 3 - Ferramenta de corte dobra e repuxo
Desenho do protótipo que nós desenvolvemos de ferramenta de corte dobra e repuxo



Fonte: Dos próprios autores, 2024

Quadro 2 - Nome de cada componente e numero indicativo para localizá-lo na figura 3

N°	Descrição
1	Base inferior
2	Coluna
3	Matriz corte
4	Matriz de repuxo
5	Punção Blank
6	Prensa chapa
7	Limitador
8	Punção de corte do furo
9	Base superior
10	Produto

Fonte: Dos próprios autores, 2024

Quadro 3 - Tipos de materiais usados e seus tratamentos e numero indicativo para localizá-lo na figura 3

N°	Materiais usados e tratamentos
01	Aço 1020 ou 1045
02	Aço 1045 tratamento térmico, cementação
03	Matriz do corte do blank, aço D2, tratamento térmico tempera revenimento
04	Matriz de repuxo, aço D2, tratamento térmico tempera revenimento
05	Punção blank, aço D2 1060, tratamento térmico tempera revenimento
06	Prensa chapa aço VND ou 1045, tratamento térmico tempera revenimento
07	Limitador, aço 1045
08	Punção de corte do furo aço D2, tratamento térmico tempera revenimento
09	Base superior, 1045
10	Plástico (PS) polietileno (produto)

Fonte: Dos próprios autores, 2024

6.2.1 Descrição das peças que compõem a ferramenta de corte dobra e repuxo

01- Base inferior: a base inferior serve para fazer a fixação dos parafusos que compõe a matriz, e faz a fixação na mesa fixa da prensa.

02- Coluna: A coluna serve para guiar a base superior que se movimenta e traz precisão em todo conjunto da ferramenta ajudando com a folga de 0,02 m.

03- Matriz de corte: esta operação do corte do blank serve para definir a altura da peça.

04- Matriz de repuxo: A matriz de repuxo define o perfil e molda, o perfil da peça, e define as medidas de diâmetro e altura da peça.

05- Punção do blank: Ele corta o blank, que define a altura da peça.

06- Prensa chapa: Serve para não deixar a chapa “blank” se movimentar e define as medidas do produto.

07- Limitador: serve para definir o limite de curso da prensa chapa e serve como batente da prensa chapa.

08- Punção de corte do furo: É o primeiro a cortar o furo da operação e serve como um guia de todo o processo, este furo será do eixo da prensa.

09- Base superior: Serve para fixar as punções e para fixar a base superior no martelo da prensa que é um movimento móvel.

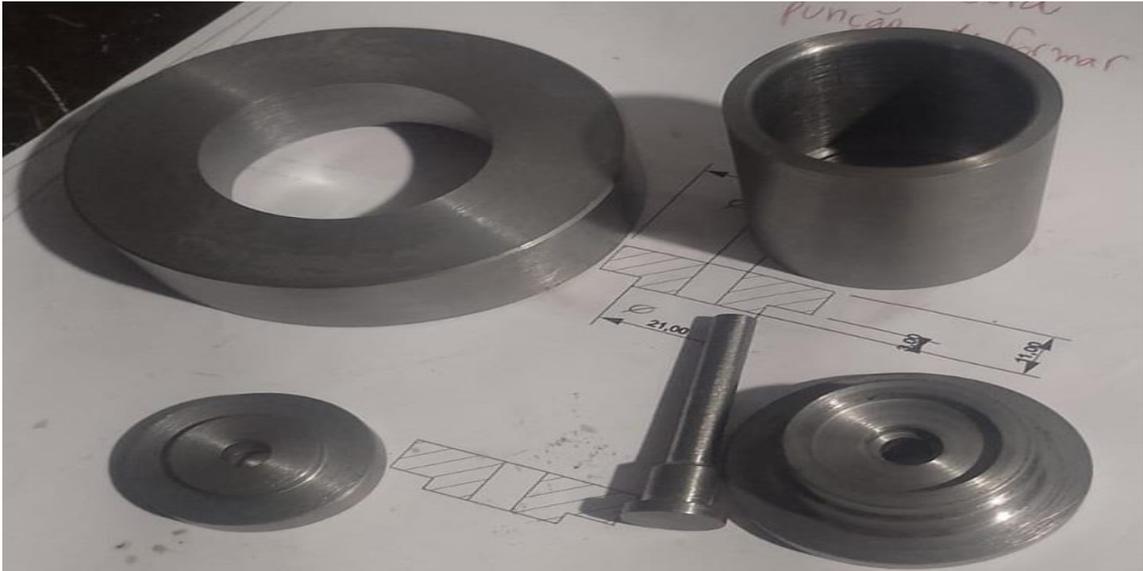
10- Produto: O produto é conformado em um processo único, na onde o plástico é aquecido e conformado.

6.3 Fabricação das peças

Após a conclusão dos desenhos técnicos das peças realizamos a compra dos materiais necessários para sua fabricação, optamos por enviar para um profissional para economizar tempo no processo pois não tínhamos tanta experiência com torno e nem tempo suficiente para fazê-los.

Após a chegada das peças brutas realizamos algumas ajustagens nelas e as furações e as roscas dos parafusos de fixação.

Figura 4 – Conjunto de peças



FONTE: Dos próprios autores, 2024

Conjunto de peças que fabricamos para a construção do protótipo, a seguir detalharemos cada uma individualmente.

Figura 5 - Matriz de dobra e repuxo



FONTE: Dos próprios autores, 2024

A matriz de dobra e repuxo define o perfil e molda, o perfil da peça, e define as medidas de diâmetro e altura da peça

Figura 6 - Prensa chapa



FONTE: Dos próprios autores, 2024

Serve para não deixar a chapa “blank” se movimentar e define as medidas do produto.

Figura 7 - Matriz de cortar blank



FONTE: Dos próprios autores, 2024

Matriz de cortar blank esta operação do corte do blank serve para definir a altura da peça.

Figura 8 - Punção de corte



FONTE: Dos próprios autores, 2024

O Punção de corte é o primeiro a cortar o furo da operação e serve como um guia de todo o processo, este furo será do eixo da prensa.

Figura 9 - Limitadora prensa chapa



FONTE: Dos próprios autores, 2024

Limitador serve para definir o limite de curso da prensa chapa e serve como batente da prensa chapa

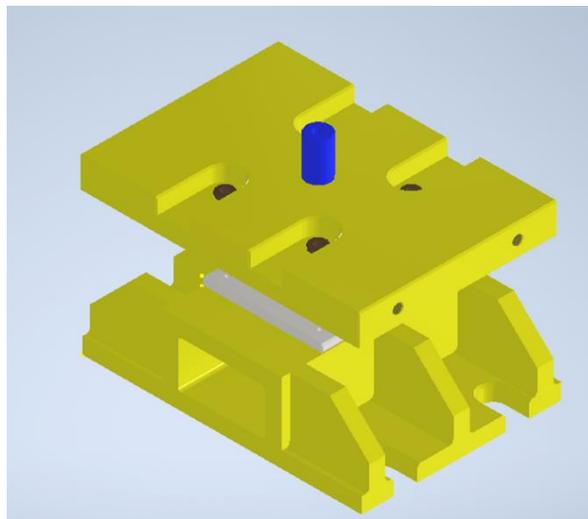
Figura 10 - Punção furo de centro



FONTE: Dos próprios autores, 2024

O Punção do furo e o primeiro a cortar o furo da operação e serve como um guia de todo o processo, este furo será do eixo da prensa.

Figura 11 – Imagem da ferramenta montada no inventor



FONTE: Dos próprios autores, 2024

nessa imagem fizemos a montagem das peças no inventor para simular como ela ficaria montada

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos aumentar a produtividade no sistema de estampagem plástica ao mesmo tempo em que reduzimos os custos de fabricação, aprimorando assim todo o processo na indústria. Esse esforço é especialmente voltado para micro e pequenos empresários do setor de estampagem plástica.

Ao longo de todo o processo, buscamos constantemente reduzir custos e otimizar o tempo, eliminando desperdícios para alcançar uma produção mais eficiente e de melhor qualidade. Embora não tenha sido uma tarefa fácil, perseveramos em nossa meta e estamos confiantes de que nossos esforços trarão resultados positivos.

8 REFERÊNCIA

CONFORMAÇÃO PLÁSTICA DOS METAIS - Fundamentos e Projetos Prof. Dr. Otávio Fernandes Lima da Rocha - Coordenação de Metalurgia –CEFET/PA, 2009. p. 01-490.

GROOVER, Mikell P.; **Introdução aos processos de fabricação**: 1. Ed. Rio de Janeiro: gen/LTT, 2014. p. 01-382.

ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável).; ONU (Organização das Nações Unidas), 2022

UNIEDUK. **ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura – O que eu tenho a ver com isso, afinal?** 2021. Disponível em: <https://grupounieduk.com.br/noticias/ods-9-industria-inovacao-e-infraestrutura-o-que-eu-tenho-a-ver-com-isso-afinal/>. Acesso em: 31 out. 2024.