

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC ALFREDO DE BARROS SANTOS
TÉCNICO EM MECÂNICA

RETÍFICA PARA TORNO

André Gustavo dos Reis Aguiar
Anthony Alves Tunisse Pinto
Breno Jean de Almeida
Danyel Borges Pereira
Paulo Gabriel de Oliveira Ferraz
Ryan Ribeiro da Cruz Silva

Orientador: Prof. Dr. Igor Alexandre Fioravante

Resumo: Esse projeto teve como objetivo desenvolver um protótipo de retífica para torno na instituição Alfredo de Barros Santos, visando aprimorar o conhecimento técnico dos alunos e modernizar a oficina mecânica escolar. O protótipo foi projetado com uma base removível de metalon para suportar um motor elétrico de $\frac{3}{4}$ HP e 2850 RPM, acoplado a um rebolo de óxido de alumínio branco. Após a montagem, foram realizados testes e ajustes para garantir a eficiência do sistema. Os resultados mostraram que o protótipo melhorou significativamente o acabamento das peças e proporcionou uma experiência prática importante para os alunos, agregando valor à infraestrutura da escola e preparando-os para o mercado de trabalho.

Palavras-chave: Retífica para torno. Rebolo. Acabamento.

Abstract: *This project aimed to develop a grinding prototype for a lathe at the Alfredo de Barros Santos institution, with the goal of enhancing the technical knowledge of students and modernizing the school's mechanical workshop. The prototype was designed with a removable metal frame to support a $\frac{3}{4}$ HP, 2850 RPM electric motor, coupled with a white aluminum oxide grinding wheel. After assembly, tests and adjustments were made to ensure the system's efficiency. The results showed that the prototype significantly improved the finish of the parts and provided an important hands-on experience for the students, adding value to the school's infrastructure and preparing them for the job market.*

Keywords: *Grinding for lathe. Grinding wheel. Finishing.*

1 Introdução

A retificação é um tipo de usinagem por abrasão que corrige as imperfeições superficiais de uma peça. Possui por objetivo diminuir rebaixos e rugosidades de superfícies; aumentar a exatidão de medidas das peças; retificar peças deformadas e retirar finas camadas de material endurecidos por tratamentos superficiais. A retificadora é uma máquina usada na usinagem para corrigir os erros nas superfícies de peças, permitindo uma precisão maior de medidas e melhores acabamentos.

O torno é uma máquina de usinagem que consiste na rotação da peça em torno de seu eixo. Já a prática de torneamento é um tipo de usinagem em que uma peça de trabalho é fixada em um torno e girada em alta velocidade enquanto uma ferramenta de corte remove material para dar a forma desejada. Vários métodos comuns de torneamento incluem: desbaste, acabamento, arredondamento, furação e rosqueamento.

O rebolo é uma ferramenta, geralmente em formato de disco, feita de material abrasivo. Normalmente é usado para desbastar superfícies ou para afiar ferramentas cortantes. Uma retificadora para torno é um equipamento utilizado no processo de retificação de peças cilíndricas ou cônicas fabricadas no torno. Ela é utilizada quando o torneamento não alcança a precisão das dimensões da peça ou o acabamento superficial não é o ideal. Para realização desse trabalho foram realizados pesquisas e levantamentos bibliográficos em livros, revistas e periódicos, além do desenvolvimento de um protótipo de uma retífica cilíndrica para torno.

O objetivo desse trabalho foi projetar e desenvolver uma retífica de baixo custo e de fácil montagem para ser utilizada durante as aulas práticas de torno na oficina mecânica da Etec Prof. Alfredo de Barros Santos, facilitando e melhorando o acabamento das peças, atingindo, assim, melhores níveis de rugosidade superficial.

2 Desenvolvimento

2.1 Fundamentação teórica

2.1.1 Origem das Retíficas

As retificadoras são máquinas-ferramentas utilizadas para acabamento preciso de peças através de abrasão, e sua história remonta ao início da industrialização no século XIX, de acordo com a indústria mecânica (Samot, 2019). Os requisitos de precisão e qualidade dos produtos manufaturados que surgiram durante a Revolução Industrial foram a causa de seu surgimento. Antes da invenção das retificadoras, as superfícies metálicas eram acabadas manualmente, o que era um processo demorado e incorreto.

A Pratt & Whitney realizou as primeiras operações mecanizadas de retificação cilíndrica nos Estados Unidos por volta de 1860. O engenheiro Charles Moseley fez as primeiras retificadoras na sede da Norton Emery Company. Essas máquinas primitivas ainda eram bastante incipientes e foram projetadas principalmente para aumentar a velocidade e a precisão na fabricação de componentes metálicos. O desenvolvimento do primeiro modelo de retificadora destinado à venda comercial por Joseph Brown, fundador da Brown & Sharpe em Providence, Rhode Island, em 1875, marcou um avanço significativo.

Devido a este desenvolvimento, as retificadoras ganharam popularidade e perderam uma variedade maior de aplicações industriais. Desde então, a tecnologia das retificadoras evoluiu muito. Como elas se tornaram mais sofisticadas e capazes de executar operações complexas e de alta precisão, as máquinas tornaram-se essenciais para setores como a indústria automobilística, aeroespacial e de fabricação de ferramentas. A retificação tornou-se uma técnica essencial na engenharia de precisão e desempenha um papel significativo na qualidade e durabilidade dos produtos manufaturados modernos.

Figura 1: Retífica antiga



Fonte: Disponível em: <https://alvomaquinas.blogspot.com/2011/11/retifica-blanchard-mesa-de-400mm-e.html>

2.1.2 Tipos de retífica

Existe uma grande variedade de retíficas no mercado industrial, cada uma com sua função. É de suma importância entender qual o melhor tipo para o seu processo, como, sua funcionalidade, características, entre outros. De acordo com a indústria mecânica, (Samot, 2019) são:

Plana: A retificação de faces e perfis de peças de diferentes ângulos, geometrias e canais é realizada pela retífica plana. Assim, é preciso fixar as peças em uma superfície magnética ou aparelho, deixando uma das faces ou perfil livre para ser retificado.

Figura 2: Retífica Plana



Fonte: Disponível em: <https://www.eurostec.com.br/retifica-plana-automatica-fsg-1632adiv>

Centerless: A retífica Centerless produz peças com superfícies externas cilíndricas, tais como eixos, pinos, buchas, roletes, tubos e mais. Para tal, emprega-se uma retificadora sem centros, daí o termo Centerless. Neste procedimento, a peça não é posicionada, mas sim sustentada por uma régua e conduzida pelo rebole de corte e pelo rebole de arrasto. Existem dois tipos de processos que podem ser categorizados: Retífica Centerless por Passagem (apenas um diâmetro a ser retificado) e Retífica Centerless por Mergulho (vários diâmetros para serem retificados simultaneamente). Geralmente empregadas para produção em larga escala.

Figura 3: Retífica Centerless



Fonte: Disponível em: <https://www.samot.com.br/2023/04/03/retifica/>

Cilíndrica: A retífica cilíndrica é uma técnica de retificação crucial, encarregada de retificar peças cilíndricas simples ou complexas, simétricas ou não, tais como eixos, eixos escalonados, hastes, cilindros, flanges, pinos, pinos cônicos e diversas outras peças. As suas características principais incluem a capacidade de alcançar tolerância dimensional completa, tolerância geométrica adequada e baixa rugosidade.

Figura 4: Retífica Cilíndrica



Fonte: Disponível em: <https://www.retmecc.com.br/retifica-cilindrica-universal>

Dupla face: A retífica dupla face é um procedimento que retifica as duas faces de um objeto ao mesmo tempo. A retificação simultânea de duas faces, independentemente do tipo ou especificação de cada peça, assegura superfícies lisas e sem falhas de retificação. Ao ajustar

todas as definições de rugosidade e espessura ao padrão exigido pelo cliente, tornou-se um dos processos mais ágeis disponíveis no mercado.

Figura 5: Retífica Dupla Face



Fonte: Disponível em: <https://www.betamaq.com.br/equipamento/retificas/retifica-horizontal-dupla-face-ddw-400-ii-cra>

Blanchard: A retífica Blanchard é um equipamento robusto em relação a outros modelos disponíveis no mercado. Seu principal destaque é a mesa giratória magnética, que não se movimenta, possibilitando uma retificação mais precisa e com um custo-benefício atraente.

Figura 6: Retífica Blanchard



Fonte: Disponível em: <https://www.operatrix.com.br/anuncio/retifica-plana-ferdimat-tipo-blanchard-ta63-640-x-376mm-ano-2003-11095>

Retífica para torno: A retificação e o torneamento são operações com características bastante distintas. Logo para executar as duas operações em um torno, foi necessário o

desenvolvimento de sistemas e dispositivos acessórios para viabilizar a execução da retificação. O sistema desenvolvido para este trabalho, agrega o movimento de rotação de um rebolo aos movimentos básicos do torneamento existentes na máquina. O rebolo em rotação é convenientemente posicionado de forma a produzir os mesmos efeitos de uma retificação.

Figura 7: Retífica para Torno



Fonte: Disponível em: https://www.magazineluiza.com.br/retifica-para-torno-rt-10-para-retificacao-externa-e-interna-hidalgo/p/aj2b4cb863/fs/otfs/?seller_id=pivetaferramentas&srsltid=AfmBOooegatFLkDB4LE4wrbQzlgBB9jAkngLEWlyAGQ8zGy_iBZ_iVgXg40

2.1.3 Acabamento

Conforme Mais Controle (2024), uma variedade de processos conhecidos como acabamento industrial são empregados para melhorar as qualidades estéticas ou funcionais de um produto manufaturado. Os processos industriais geralmente dependem de equipamentos sofisticados, tecnologias ou materiais para proteger os produtos contra o uso pesado ou mau uso, em contraste com outros tipos de acabamento. Muitos materiais, como metal e madeira, podem ser alterados por meio do processo de acabamento industrial.

Além disso, é usado em compósitos e materiais termoplásticos. Para fornecer ao produto as propriedades pretendidas, os fabricantes adicionam, removem ou alteram os materiais como parte do processo de acabamento.

Os trabalhadores devem fabricar o produto de matérias-primas antes do processo de acabamento industrial. A usinagem de metal usando uma fresadora ou torno pode ser um exemplo disso. A moldagem ou extrusão de plásticos derretidos também pode ser usada para

dar a forma desejada. O acabamento industrial é usado para preparar os objetos para venda ou personalizá-los para os diferentes clientes depois que foram totalmente construídos.

2.1.4 Usinagem por abrasão

Na usinagem por abrasão, o material da peça é removido por meio da ação de grãos abrasivos - partículas não-metálicas muito duras com arestas com forma e orientação irregulares - em vez de arestas de geometria definida. O lixamento, a retificação, a lapidação e o brunimento são exemplos comuns de operações abrasivas. É verdade que a remoção de material por abrasão foi mencionada no antigo Egito (2000 a.C.) e no Antigo Testamento (Samuel 13:20). No entanto, o uso de máquinas retificadoras industriais começou na década de 1860, inicialmente para a fabricação de peças para máquinas de costura, mas posteriormente para componentes para bicicletas (Malkin, 1989).

2.1.5 Lixamento

O lixamento é um tipo de acabamento que é usado em várias superfícies para torná-las mais lisas e uniformes. É comumente utilizado em pintura, marcenaria, metalurgia e até mesmo na indústria automotiva, sendo uma etapa crucial em várias atividades de construção e reforma. O processo de lixamento consiste em remover camadas superficiais indesejadas de um material com uma lixa, uma folha abrasiva. A lixa é feita de grãos abrasivos que são fixados em uma base feita de papel, tecido ou outro material que não se quebre facilmente. Os grãos abrasivos removem imperfeições como asperezas, irregularidades e até mesmo tintas ou vernizes antigas quando são friccionados contra a superfície a ser lixada. Opção silicones (2023).

2.1.6 Brunimento

De acordo com Macfor Digital Marketing (2019), o brunimento é um tipo de usinagem que visa acabar a superfície interna de dispositivos. É sua responsabilidade atribuir o dimensionamento adequado das paredes do cilindro. O processo também é muito útil para vedação, retenção de óleo e dissipação do calor gerado entre o cilindro e o anel.

O brunimento de cilindro cria ranhuras angulares por toda a peça para criar a rugosidade necessária para a abrasão e reduzir a quantidade de óleo lubrificante desperdiçado. As paredes do cilindro precisam ser dimensionadas para economizar recursos e manter a segurança durante todos os processos.

Figura 8: Processo de Brunimento



Fonte: Disponível em: <https://cadium.com.br/oleo-para-brunimento-conhecendo-o-processo-e-escolhendo-o-melhor-lubrificante/>

2.1.7 O processo de retificação

O objetivo do processo de retificação é fornecer à peça um acabamento tanto fino quanto preciso das dimensões necessárias para a execução de uma tarefa específica. Em outras palavras, o processo consiste apenas em corrigir as imperfeições que as peças apresentam em sua superfície. O processo de retificação usa usinagem mecânica para remover o material do contato entre o rebolo (ferramenta abrasiva) e a peça.

A peça tem uma velocidade menor enquanto o rebolo gira em alta rotação. A retificação é classificada em três categorias: plana, cilíndrica universal e cilíndrica sem centro. Além disso, o movimento do equipamento pode ser manual, semi-automático ou automático.

Furadeiras, plainas, fresadoras, tornos e máquinas-ferramentas usam processos de usinagem e retificação para reduzir saliências, rugosidades e rebaixos nas superfícies usinadas. Ainda é necessário ter uma peça retificada porque ela adquire uma superfície precisa de acordo com as medidas necessárias para fazer com que as peças fiquem iguais e possam ser substituídas umas pelas outras, semelhante ao que é feito com um anel retificado.

Além disso, é aconselhável apostar no processo de retificação, pois ele usa um processo de tratamento térmico para corrigir peças deformadas. Por fim, o procedimento ainda remove as camadas finas de um material endurecido causadas por nitretação, cromo duro, cementação ou têmpera. De fato, entender o que é retificação e apostar no processo é essencial para a sociedade como um todo, pois a sociedade atual não poderia apostar na produção sem que algum componente seja submetido ao processo. Na maioria das vezes, quando uma peça de fabricação está na etapa final, o processo de retificação é iniciado. Há quem pense que essa é uma tarefa simples. No entanto, ela deve ser realizada por uma empresa especializada em serviços e deve ser uma retificação de precisão, pois requer velocidade de corte e velocidade de avanço, refrigeração adequada e controle dimensional rigoroso (Gianpaulo Medeiros, 2020).

2.1.8 Rebolo

Segundo o Fabras (2017) o rebolo é uma ferramenta que é feita de material abrasivo e geralmente tem a forma de disco. É normalmente usado para fazer desbaste em superfícies ou para afiar ferramentas cortantes com uma lixadeira ou politriz. Muito usados nas retíficas de motores, pois podem desgastar e polir as peças do motor. Normalmente, são feitos de óxido de alumínio e carbureto de silício, que são usados em diferentes materiais. Norton e Carborundum são as marcas mais conhecidas. Os principais tipos de rebolo são:

1) Rebolo de óxido de alumínio: utilizado para afiar ferramentas de corte e alguns tipos de aços carbono

Figura 9: Rebolo de óxido de alumínio



Fonte: Disponível em: <https://www.fibrado brasil.com.br/rebolo-de-oxido-de-aluminio/>

2) Rebolo de carbureto de silício: O rebolo de carbureto de silício tem como material base, como o próprio nome diz, o composto químico de silício e carbono que formam um material abrasivo com alta dureza.

Figura 10: Rebolo de Carbureto de Silício



Fonte: <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/447748/37/641/rebolo-vidoa-carbeto-silicio-para-afiacao-6-x-34-gr-100-piveta-447748>

3) Rebolo de diamante: são comumente usados em materiais de maior dureza, tais como o metal duro e cerâmicos que necessitem alto grau de precisão e acabamento.

Figura 11: Rebolo de Diamante



Fonte: Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.amazon.com.br%2FDiamante-Abrasivo-Polegadas-Cer%25C3%25A2mico-Angulares%2Fdp%2FB0CC3T1MRC&psig=AOvVaw0vOD2wtG4yWAG5skR3vuum&ust=1717854401609000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCNDioMPQyYYDFQAAAAAdAAA AABAJ>

4) Rebolo de borazon: tem sua utilização para trabalhos em aços temperados, aço alto carbono, aço rápido, ligas alto cromo, superligas, etc.

Figura 12: Rebolo de Borazon



2.1.9 Grãos abrasivos

Os grãos abrasivos são indispensáveis para todas as ferramentas de abrasão. É viável utilizá-los para usinar, desbastar, lixar e dar acabamento a diversos tipos de metais sem o uso excessivo de energia, dependendo do mineral, formato ou tecnologia empregada para sua produção sintetizada (VSM AG, 2024).

Os materiais abrasivos de grãos mais comumente encontrados são:

Óxido de alumínio: O abrasivo mais usado é sua dureza elevada, que é ligeiramente inferior à do carbureto de silício, mas significativamente superior à do carbureto de silício, oferecendo melhor desempenho na maioria das aplicações. Devido à sua versatilidade e baixo custo.

Carbureto de Silício: Trata-se do abrasivo mais resistente, porém sua estrutura cristalina o torna extremamente delicado. Utiliza-se para lixar materiais particularmente ásperos, tais como cerâmica, ligas de alta resistência, pedra, vidro ou cristal. A sua estrutura cristalina e clara resulta em superfícies com alto brilho, por isso é aplicado em padrões de acabamento extremamente finos.

Grãos de diamante: Os abrasivos mais duros são usados para polir e cortar materiais muito duros, como cerâmicas, pedras preciosas e materiais compostos.

Grão de borazon: Este abrasivo, feito de nitrato de boro cúbico, é principalmente usado para retificar superligas e aços endurecidos, que têm alta dureza.

2.1.10 Rugosidade

Segundo a Defendi (2024) a propriedade física conhecida como rugosidade descreve a textura de uma superfície. Ela se refere às imperfeições de uma superfície, como ondulações, saliências e reentrâncias. A altura média das saliências e as distâncias médias entre elas são exemplos de medidas e medidas de rugosidade.

1) Controle de qualidade: Medir a rugosidade é importante porque afeta aspectos como qualidade de deslizamento, resistência ao desgaste, resistência à corrosão, estanqueidade e até mesmo a estética da peça. A medição de rugosidade é realizada usando um instrumento eletrônico denominado medidor de rugosidade.

2) Tribologia: A tribologia é o campo que estuda a lubrificação, desgaste e atrito de superfícies. Na engenharia, a tribologia é essencial para o desenvolvimento de tecnologias que reduzem o consumo de energia, aumentam a eficiência e a vida útil de equipamentos e máquinas, e melhoram indicadores de manutenção importantes, como MTBF e OEE. O termo tribologia vem do grego, onde logos significa estudo e tribo significa esfregar. Assim, podemos defini-lo como uma disciplina que estuda as interações entre superfícies em movimento relativo. Ele foi estabelecido pelo governo do Reino Unido (UK) em 1966.

3) Processamento de Superfície: O processo de rugosidade também está relacionado a construção da superfície. Em certas etapas, como retificação, polimento e jateamento, que é usado para aumentar as propriedades e diminuir a rugosidade de uma peça.

4) Compatibilidade de Materiais: é usado em aplicativos que permitem o contato entre diferentes materiais, a rugosidade da superfície afeta decidir se o item será adequado, compatível e duradouro.

5) Vedação e Selagem: em muitos produtos industriais, como motores, máquinas e equipamentos de processamento químico, a rugosidade da superfície pode afetar a capacidade de vedação e selagem, o que é crítico para evitar vazamentos e garantir a segurança.

6) Melhoria de Desempenho: em algumas aplicações, uma rugosidade controlada pode ser usada para melhorar o desempenho de peças, como em rolamentos, onde a rugosidade pode ajudar a manter o lubrificante.

7) Normas e Padrões: existem normas e padrões internacionais que definem os métodos de medição e os critérios de aceitação de rugosidade na indústria para garantir a uniformidade e a qualidade dos produtos.

2.1.11 Retífica para torno

A teoria da retífica para torno é demasiadamente simples contando com alguns dispositivos como o suporte para o torno feito a partir de *metalon*, rebolo de óxido de alumínio branco e motor elétrico de 1 HP, que permitem a utilização das forças e a execução do trabalho. Seguindo essa teoria a retífica acoplada ao torno tem o intuito de atribuir um melhor acabamento para o seu produto que quisera ser usinado. Gerando menor esforço braçal do operador, reduzindo o tempo da operação.

Figura 13: Retífica para torno



Fonte: Disponível em: https://www.magazineluiza.com.br/retifica-para-torno-rt-10-para-retificacao-externa-e-interna-hidalgo/p/aj2b4cb863/fs/otfs/?seller_id=pivetaferramentas&srsltid=AfmBOooegatFLkDB4LE4wrbQzlgBB9jAkngLEWlyAGQ8zGy_iBZ_iVgXg40

2.2 Metodologia

2.2.1 Pesquisa bibliográfica

Este estudo classificou-se, quanto aos procedimentos, como uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa descritiva quantitativa.

De acordo com Boccato (2006), a pesquisa bibliográfica busca o levantamento e análise crítica dos documentos publicados sobre o tema a ser pesquisado com intuito de atualizar, desenvolver o conhecimento e contribuir com a realização da pesquisa. Com a temática definida e delimitada, o pesquisador terá que trilhar caminhos para desenvolvê-la. A base da pesquisa bibliográfica são os livros, teses, artigos e outros documentos publicados que contribuem na investigação do problema proposto na pesquisa. Não basta realizar uma revisão bibliográfica que não irá contribuir no desenvolvimento, deve conter conhecimentos significativos que colaboram com a evolução do trabalho. Assim uma pesquisa bibliográfica se resume em procedimentos que devem ser executados pelo pesquisador na busca de obras já estudadas na solução da problemática através do estudo do tema.

2.2.2 Pesquisa descritiva

A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (Triviños, 1987). São exemplos de pesquisa descritiva: estudos de caso, análise documental, pesquisa ex-post-facto. Para Triviños, os estudos descritivos podem ser criticados porque pode existir uma descrição exata dos fenômenos e dos fatos. Estes fogem da possibilidade de verificação através da observação. Ainda para o autor, às vezes não existe por parte do investigador um exame crítico das informações, e os resultados podem ser equivocados; e as técnicas de coleta de dados, como questionários, escalas e entrevistas, podem ser subjetivas, apenas quantificáveis, gerando imprecisão.

2.2.3 Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. Aplicada inicialmente em estudos de Antropologia e Sociologia, como contraponto à pesquisa

quantitativa dominante, tem alargado seu campo de atuação a áreas como a Psicologia e a Educação. A pesquisa qualitativa é criticada por seu empirismo, pela subjetividade e pelo envolvimento emocional do pesquisador (Minayo, 2001).

2.2.4 Protótipo

O protótipo é uma simulação idealizada do produto que se pretende vender. Sua principal função é entender como será a versão final do projeto e posteriormente testá-lo, diversas vezes, tornando possível verificar eventuais falhas.

Ele pode ser, inclusive, um produto viável mínimo (MVP), ou seja, uma versão de um produto que possua apenas as características mínimas necessárias para seu lançamento. É uma forma de obter feedbacks rápidos dos usuários e fazer alterações antes de adicionar mais recursos.

É importante também que o teste envolva não só o desenvolvedor do protótipo, como especialmente quem vai utilizar o projeto. Por isso, na medida do possível, convide pessoas ou faça grupos de experimentação envolvendo potenciais clientes.

2.2.5 Como as pesquisas influenciaram o trabalho

A pesquisa bibliográfica, descritiva, quantitativa e qualitativa teve um papel crucial no desenvolvimento do TCC, fornecendo um alicerce robusto para a análise e entendimento do assunto discutido. A revisão da literatura foi crucial para estabelecer o panorama atual do tema, possibilitando uma análise das principais teorias, conceitos e pesquisas anteriores. Isso auxiliou na contextualização do problema e na identificação de brechas no conhecimento disponível. A metodologia descritiva auxiliou ao oferecer uma visão minuciosa e estruturada dos fenômenos analisados, facilitando a exposição transparente das informações recolhidas.

Por outro lado, a pesquisa quantitativa foi crucial para coletar dados numéricos que permitiram a análise estatística, proporcionando maior precisão e confiabilidade às conclusões. Já o estudo qualitativo permitiu um entendimento mais aprofundado do comportamento e das motivações dos participantes, possibilitando a exploração de elementos subjetivos e contextuais que os dados quantitativos não conseguiram identificar.

Assim, a fusão dessas metodologias valorizou o TCC, oferecendo uma avaliação mais abrangente, equilibrada e sólida sobre o assunto estudado.

2.3 Desenvolvimento do projeto

2.3.1 Definindo o tema do projeto

Inicialmente, decidiu-se o tema do projeto no intuito de proporcionar melhoria no processo de acabamento para os estudantes de usinagem e acabamento. Diante disso, pode-se concretizar a ideia de que uma retífica para torno (Figura 14) seria capaz de facilitar o processo, colaborando com o aprendizado didático dos estudantes do curso.

Figura 14: Protótipo do projeto



Fonte: Os autores, 2024

2.3.2 Questionário

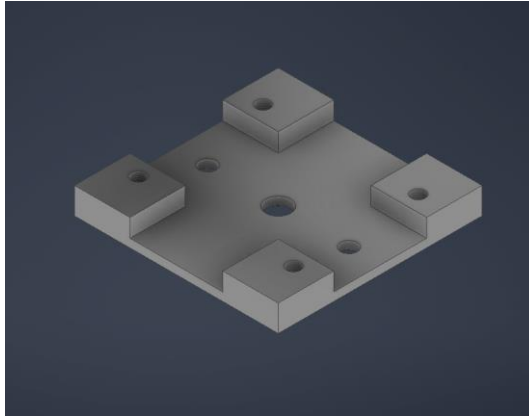
Realizou-se pesquisas prévias por meio de questionários, onde os resultados demonstraram a viabilidade e relevância do projeto, demonstrados posteriormente nos resultados por meio da compilação dos dados.

2.3.3 Esboço

Com os resultados das pesquisas e a definição do tema, iniciou-se a elaboração do esboço, realizados nos Softwares Autodesk AutoCad (Figura 16) e Autodesk Inventor (Figuras 14 e

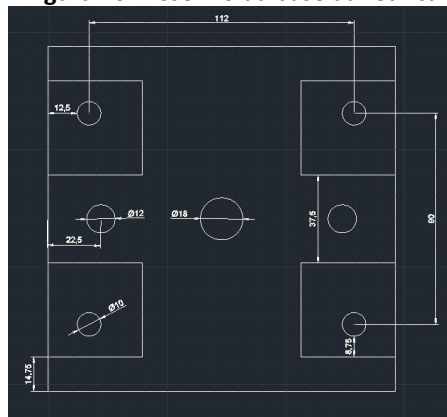
15). Com essas informações tornou-se possível visualizar o protótipo, definindo as medidas e os materiais necessários para o início do projeto. A retificadora possui uma base de aço carbono com uma estrutura formada por 147x147x0,6 (mm).

Figura 15: Protótipo retífica para torno



Fonte: Os autores, 2024

Figura 16: Desenho da base da retífica

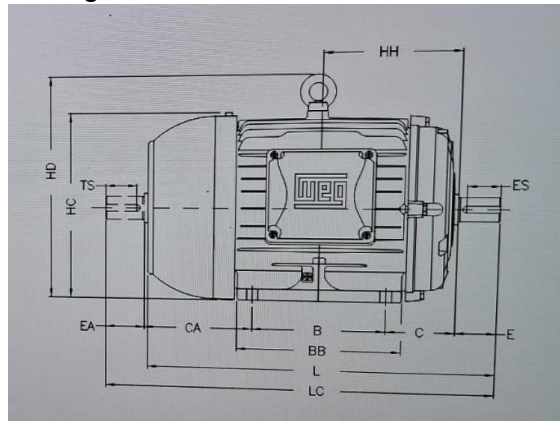


Fonte: Os autores, 2024

2.3.4 Seleção do motor, dos materiais necessários e compra do rebolo

Tendo em vista que as definições do projeto já foram realizadas, selecionamos um motor cujo a Etec Alfredo de Barros Santos nos disponibilizou para a realização do projeto. Com o motor já selecionado chegamos à conclusão de que precisávamos de um rebolo branco de óxido de alumínio de dimensões 6" x 1" (150mm x 25,4mm) com RPM máximo de 4.400. Este motor precisava de uma base para se apoiar na torre do torno (Figura 15), então escolhemos uma chapa de 145x145x0,6(mm) (Figura 18) e mais quatro mancais de 40x40x15(mm) (Figura 19) para que o motor esteja na altura ideal em relação ao centro da peça no torno.

Figura 17: Desenho do formato do motor



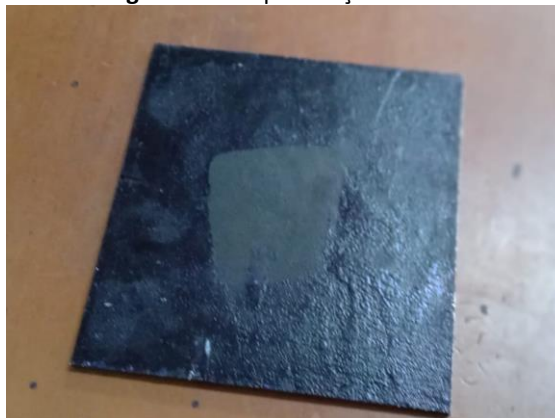
Fonte: WEG motores, 2022

Figura 18: Rebolo branco



Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3662293237-rebolo-branco-de-afiar-6x1-gro-60-80-100-120-starfer-_JM

Figura 19: Chapa de aço carbono



Fonte: Os autores, 2024.

Figura 20: Mancal de aço carbono



Fonte: Os autores, 2024.

2.3.5 Processo de fresagem

Ao receber a chapa e os mancais percebemos que eles não estavam nas medidas corretas e estavam com pequenas irregularidades. Então precisamos fresá-los para que ficassem com as medidas certas.

Figura 21: Processo de fresagem da chapa



Fonte: Os autores, 2024.

Figura 22: Processo de fresagem do mancal



Fonte: Os autores, 2024.

2.3.6 Processo de soldagem

Após a usinagem da chapa e os mancais utilizou-se o processo de soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido para que a base esteja completa e bem resistente.

Figura 23: Processo de soldagem da base



Fonte: Os autores, 2024

2.3.7 Processo de furação

Para encaixar a base da nossa retífica no torno, faz-se necessário desmontar o castelo superior do carro superior do torno.

Figura 24: Castelo do torno desmontado



Fonte: Os autores, 2024

Logo após, iniciou-se o processo de furação na base para que ela se encaixe no motor e no carro superior do torno.

Figura 25: Processo de furação na base



Fonte: Os autores

2.3.7 Ajustes e montagem elétrica

Tendo em vista que as etapas dos processos do suporte já estavam concluídas, iniciou-se o processo de reparo elétrico do motor doado pela instituição de ensino, onde realizou-se a manutenção para seu pleno funcionamento.

Figura 26: Parte elétrica do motor



Fonte: Os autores, 2024

2.3.8 Manutenção necessária

1) Limpeza e lubrificação dos elementos: práticas preventivas essenciais que contribuem para o desempenho eficiente da ferramenta, prolongam sua vida útil e promovem a segurança durante o uso.

2) Substituição do rebolo, conforme desgaste: substituir o rebolo quando a distância entre o rebolo e os suportes de proteção ocular atingir 5mm. Conforme o desgaste é uma prática preventiva essencial para manter a eficiência, qualidade e segurança durante o processo de fresamento, além de contribuir para a longevidade da máquina.

3) Verificar parafusos e porcas: a verificação regular de parafusos e porcas em uma lixadeira de cinta é uma medida essencial para garantir a segurança do operador, manter a integridade mecânica da máquina, prevenir desgaste prematuro e assegurar um desempenho consistente e eficiente.

4) Não armazenar em locais úmidos: para preservar sua lixadeira de cinta e garantir seu desempenho ideal, é recomendável armazená-la em um local seco, livre de umidade. Caso a lixadeira tenha sido exposta à umidade, é importante secá-la completamente antes de usar para evitar possíveis danos e garantir uma operação segura e eficiente.

5) Manutenção do motor: É de suma importância a verificação e manutenção do motor a cada seis meses afim de mantê-lo em funcionamento. A inspeção mecânica e elétrica do motor é crucial para o andamento dos processos.

2.3.9 Aspectos de segurança recomendados

1) Utilizar os devidos equipamentos de Proteção Individual (EPIs): utilizar os devidos Equipamentos de Proteção Individual é essencial para prevenir lesões, garantir conformidade com regulamentações, proteger a saúde dos trabalhadores e promover um ambiente de trabalho seguro e responsável.

2) Não forçar o equipamento além do limite suportado levando o mesmo a falha: em suma, respeitar os limites de operação da lixadeira de cinta é crucial para garantir sua durabilidade, eficiência e a segurança do operador. Utilizar a ferramenta de acordo com as especificações do fabricante e adotar práticas de trabalho seguras são fundamentais para manter um ambiente de trabalho produtivo e livre de acidentes.

2.4 Resultados alcançados e discussões

Com a finalização do projeto, é possível concluir que o referido obteve êxito, visto que, o intuito de ajudar e facilitar os alunos durante o processo de acabamento foi atingido com excelência. Entretanto, durante a realização do trabalho, foi preciso adaptações no projeto, já que tivemos que lidar com problemas, como o desbalanceamento do rebolo.

Neste cenário, pode-se comparar a efetividade da retífica com outros métodos de acabamento, como a usinagem convencional, ressaltando seus benefícios, tais como a maior exatidão e qualidade da superfície das peças. O debate também pode tratar dos elementos que afetam a performance da retífica, tais como o tipo de abrasivo empregado, a velocidade de corte e as condições de resfriamento, além de seu efeito no desgaste das ferramentas e na eficácia do processo. Adicionalmente, podem ser abordados pontos como o custo de instalação da retífica em uma linha de produção, a viabilidade financeira e os obstáculos técnicos encontrados, como a exigência de modificações nos parâmetros operacionais para alcançar os resultados pretendidos.

Figura 27: Projeto final



Fonte: Os autores, 2024

3 Considerações finais

Este trabalho abordou o processo de retífica para torno, destacando sua importância na produção de peças de alta precisão e qualidade. Constatou-se que a retífica é essencial para o acabamento de superfícies e redução de tolerâncias, sendo fundamental em indústrias como a automobilística e aeroespacial. Embora apresente desafios, como alto custo e necessidade de manutenção constante, o processo oferece a solução para este problema. A pesquisa contribui para o entendimento desse processo, destacando a necessidade de inovação contínua para melhorar sua eficiência e reduzir custos, atendendo às demandas de um mercado em evolução.

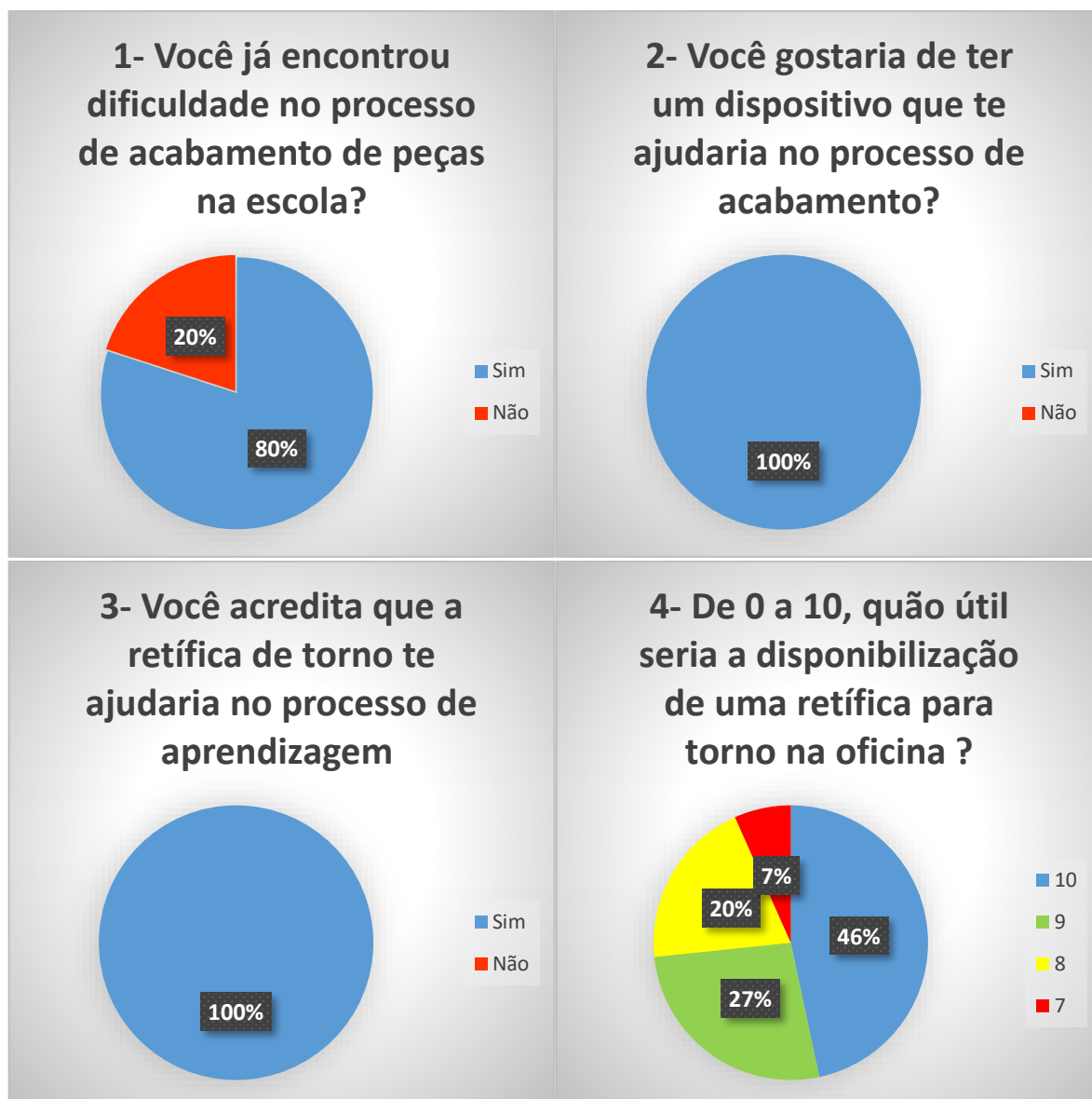


Gráfico realizado através de uma pesquisa no dia 27 de junho de 2024 pelos autores

É possível observar o sucesso da criação da retífica para torno, onde ressalta-se características específicas e melhorias implementadas, visando facilitar o aprendizado dos alunos e facilitando o trabalho de alguns operadores. A análise detalhada do desempenho em termos de eficiência, precisão e outros parâmetros relevantes, quando comparada aos modelos comerciais ou padrões de referência mostra que o protótipo (Figura 27) obteve sucesso referente às suas necessidades básicas. Os resultados evidenciam a contribuição para o conhecimento existente na área de retíficas e nas áreas do curso de mecânica.

Pode-se concluir com base no projeto executado, que várias habilidades adquiridas no decorrer do curso de Mecânica puderam ser colocadas em práticas, como solda, fresagem e

torneamento, por exemplo. Além de, na parte teórica, a prática de desenvolvimento de cálculos e projetos, os quais permitem a maior capacitação técnica dos alunos.

Com o desenvolvimento do protótipo, as metas estabelecidas foram obtidas, como a maior facilidade no acabamento das peças na oficina, a otimização do tempo dos alunos, maior custo-benefício em relação a produtos semelhantes do mercado, redução da necessidade do trabalho manual do operador e dentre outros benefícios.

Referências

MEDEIROS, Gian Paulo. *Processos de Fabricação I: Usinagem*. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/gianpaulo.medeiros/MaterialDidatico/Processos%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20I/Usinagem/aula%204/54proc3.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

LOJADOMECANICO. O que é torno mecânico? Disponível em: <https://www.lojadomecanico.com.br/blog/o-que-e-torno-mecanico/#header-0>. Acesso em: 13 nov. 2024.

A VOZ DA INDÚSTRIA. Torneamento: tudo o que você precisa saber. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/gestao/torneamento-tudo-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 13 nov. 2024.

FABRAS. Rebolo: o que é e para que serve? Disponível em: <https://fabras.com.br/rebolo-o-que-e-e-para-que-serve/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MAGAZINE LUIZA. Retífica para torno RT-10 para retificação externa e interna. Disponível em: <https://m.magazineluiza.com.br/retifica-para-torno-rt-10-para-retificacao-externa-e-interna-hidalgo/p/aj2b4cb863/fs/otfs/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SAMOT. Origem das retificadoras. Disponível em: <https://www.samot.com.br/2021/07/21/retificas-na-samot/#:~:text=Origem%20da%20Ret%C3%ADfica,Company%2C%20pelo%20engenheiro%20Charles%20Moseley>. Acesso em: 13 nov. 2024.

ALVO MÁQUINAS. Retífica Blanchard, mesa de 400mm e outras. Disponível em: <https://alvomaquinas.blogspot.com/2011/11/retifica-blanchard-mesa-de-400mm-e.html>. Acesso em: 13 nov. 2024.

EUROSTEC. Retífica plana automática FSG 1632ADIV. Disponível em: <https://www.eurostec.com.br/retifica-plana-automatica-fsg-1632adiv>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SAMOT. Retificadora. Disponível em: <https://www.samot.com.br/2023/04/03/retifica/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

RETMEC. Retífica cilíndrica universal. Disponível em: <https://www.retmec.com.br/retifica-cilindrica-universal>. Acesso em: 13 nov. 2024.

BETAMAQ. Retífica horizontal dupla face DDW 400 II CRA. Disponível em: <https://www.betamaq.com.br/equipamento/retificas/retifica-horizontal-dupla-face-ddw-400-ii-cra>. Acesso em: 13 nov. 2024.

OPERAÇÃO SILICONE. O processo de lixamento. Disponível em: <https://www.opcaosilicones.com.br/glossario/o-que-e-lixamento/#:~:text=O%20processo%20de%20lixamento%20consiste,tecido%20ou%20outro%20material%20resistente>. Acesso em: 13 nov. 2024.

HIDROCROMO. Brunimento de cilindro e sua importância na indústria. Disponível em: <https://www.hidrocromo.com.br/brunimento-de-cilindro-e-sua-importancia-na-industria/#:~:text=O%20brunimento%20%C3%A9%20um%20processo,correto%20das%20paredes%20do%20cilindro>. Acesso em: 13 nov. 2024.

CADIUM. Óleo para brunimento. Disponível em: <https://cadium.com.br/wp-content/uploads/2020/09/Oleo-para-Brunimento-Cadium-Lubrificantes-Industriais-Usinagem.jpg>. Acesso em: 13 nov. 2024.

RETIFICADORA CANADENSE. Tipos de rebolo. Disponível em: <https://retificadoraacanadense.com.br/processo-de-retificacao/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20retifica%C3%A7%C3%A3o%3F,a%20execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20determinada%20atividade>. Acesso em: 13 nov. 2024.

VSM ABRASIVOS. Grãos abrasivos: características e propriedades. Disponível em: <https://vsmabrasivos.com/pt/abrasivos-caracteristicas-e-propriedades/>. Acesso em: 13 dez. 2024.
DEFENDI. Rugosidade. Disponível em: <https://defendi.com.br/glossario/o-que-e-rugosidade/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

RIJEZA. Tribologia: o que é? Disponível em: <https://rijeza.com.br/blog/tribologia-o-que-e/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MAIS CONTROLE ERP. Acabamento de obras. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/acabamento-de-obras/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

RIJEZA. Tribologia: o que é? Disponível em: <https://rijeza.com.br/blog/tribologia-o-que-e/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

LOCAWEB. Protótipo: o que é e tipos. Disponível em: <https://www.locaweb.com.br/blog/temas/de-olho-no-digital/prototipo-o-que-e-tipos/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

WEG. *W22 - Motor elétrico trifásico*. Disponível em: <file:///C:/Users/Aluno/Downloads/WEG-w22-motor-eletrico-trifasico-50023622-brochure-portuguese-web.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MERCADO LIVRE. Rebolo branco de afiar 6x1 GRO 60/80/100/120 Starfer. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3662293237-rebolo-branco-de-afiar-6x1-gro-60-80-100-120-starfer-_JM>. Acesso em: 13 nov. 2024.

Anexo 1

Questionario retífica para torno

Participantes	Hora de início	Hora de conclusão	Você já encontrou dificuldade no processo de acabamento de peças na escola?	Você gostaria de ter um dispositivo que te ajudaria no processo de acabamento?	Você acredita que a retífica de torno te ajudaria no processo de aprendizagem	De 0 a 10, quão útil seria a disponibilização de uma retífica para torno na oficina ?
1	27/06/2024 16:22	27/06/2024 16:23	Sim	Sim	Sim	9
2	28/06/2024 10:42	28/06/2024 10:42	Sim	Sim	Sim	8
3	28/06/2024 10:42	28/06/2024 10:42	Sim	Sim	Sim	9
4	28/06/2024 10:42	28/06/2024 10:43	Sim	Sim	Sim	9
5	28/06/2024 10:46	28/06/2024 10:47	Sim	Sim	Sim	10
6	28/06/2024 10:45	28/06/2024 10:48	Sim	Sim	Sim	8
7	28/06/2024 10:49	28/06/2024 10:50	Não	Sim	Sim	9
8	28/06/2024 11:23	28/06/2024 11:24	Não	Sim	Sim	10
9	28/06/2024 12:20	28/06/2024 12:21	Sim	Sim	Sim	10
10	28/06/2024 12:31	28/06/2024 12:33	Sim	Sim	Sim	7
11	28/06/2024 14:16	28/06/2024 14:17	Sim	Sim	Sim	10
12	28/06/2024 15:24	28/06/2024 15:25	Não	Sim	Sim	10
13	30/06/2024 15:22	30/06/2024 15:23	Sim	Sim	Sim	10
14	30/06/2024 21:52	30/06/2024 21:52	Sim	Sim	Sim	8
15	04/07/2024 06:44	04/07/2024 06:45	Sim	Sim	Sim	10