

CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC ALFREDO DE BARROS SANTOS  
MECÂNICA

### **CADEIRA EXOESQUELÉTICA**

Giovana Oliveira Vasconcelos  
Letícia Lima de Oliveira Almeida  
Maria Helena Dos Santos  
Maria Julia Fonseca Cavalcante Nunes de Oliveira  
Mayara Vitória Silva Flores  
Pérola Felipe Gonçalves  
**Orientador:** Prof. Dr. Igor Alexandre Fioravante

#### **Resumo:**

Foi criado um modelo de cadeira exoesquelética com o intuito de aprimorar as condições laborais da indústria. O projeto teve como objetivo atender às necessidades dos trabalhadores levando em consideração fatores como suporte muscular, alívio da fadiga e ajuste de altura. Durante o processo de criação, pesquisas bibliográficas, testes e discussões foram conduzidos com os estudantes do curso de mecânica para coletar informações fundamentais sobre como o design de uma cadeira exoesquelética pode melhorar o conforto e a saúde no ambiente de trabalho. A consequência foi um aparelho que incentivou posturas melhores e minimizou o cansaço físico durante as tarefas, evitando problemas de saúde ligados a ficar em pé por muito tempo. Além disso, a cadeira com suporte externo estudou melhorias no rendimento dos funcionários, permitindo que trabalhassem com maior eficácia e sem sobrecarregar o corpo. Este projeto demonstrou que investir em soluções ergonômicas como a cadeira exoesquelética é uma estratégia eficaz para melhorar o ambiente de trabalho, garantindo um melhor equilíbrio entre a saúde física e a produtividade dos colaboradores.

**Palavras-chave:** Exoesquelética. Cadeira. Ergonomia.

**Abstract:** *An exoskeletal chair model was created with the aim of improving working conditions in the industry. The project aimed to meet the needs of workers taking into account factors such as muscle support, fatigue relief and height adjustment. During the creation process, literature searches, tests and discussions were conducted with mechanics students to collect fundamental information about how the design of an exoskeletal chair can improve comfort and health in the workplace. The consequence was a device that encouraged better postures and minimized physical fatigue during tasks, avoiding health problems linked to standing for a long time. Furthermore, the chair with external support has studied improvements in employee performance, allowing them to*

*work more effectively and without overloading their bodies. This project demonstrated that investing in ergonomic solutions such as the exoskeletal chair is an effective strategy for improving the work environment, ensuring a better balance between the physical health and productivity of employees.*

**Keywords:** *Exoskeletal. Chair. Ergonomics.*

## **1 Introdução**

A ergonomia no trabalho é uma área que busca adaptar o ambiente, as ferramentas e as tarefas às necessidades físicas e cognitivas dos trabalhadores, promovendo conforto, segurança e eficiência. Ela considera fatores como postura, iluminação, mobiliário, ritmo de trabalho e tecnologia utilizada, visando reduzir riscos de lesões, como as relacionadas a esforços repetitivos e problemas musculoesqueléticos. Além de prevenir problemas de saúde, a ergonomia também melhora a produtividade e o bem-estar dos colaboradores, criando um ambiente mais saudável e funcional.

A justificativa para esta pesquisa é concreta. A falta de cadeiras exoesqueléticas no local de trabalho é um desafio para trabalhadores que ficam em pé por longos períodos, como mecânicos. Sem esse tipo específico de equipamento ergonômico, criado para dar suporte e descanso às pernas, consequências negativas como cansaço extremo, desconforto muscular e queda na eficiência podem surgir.

Dados e estatísticas demonstram que a integração de soluções ergonômicas, como as cadeiras exoesqueléticas, é fundamental para reduzir o desgaste corporal, promover o bem-estar dos funcionários e otimizar a eficácia na realização das atividades. Este projeto tem como meta introduzir cadeiras exoesqueléticas no cenário laboral industrial, dando suporte customizável para satisfazer as exigências particulares dos empregados.

Essas cadeiras foram criadas com o objetivo de reduzir a fadiga muscular e incentivar uma postura mais correta, especialmente durante atividades que demandam longos períodos em pé. A implementação desse método busca não só reduzir os efeitos físicos do trabalho, mas também ressaltar a relevância de um local de trabalho mais saudável, agradável e eficiente, trazendo benefícios tanto para os funcionários quanto para os resultados da companhia.

A introdução de cadeiras exoesqueléticas no contexto laboral industrial proporciona diversas vantagens relevantes, sobretudo para empregados que permanecem horas em pé. Estes assentos diminuem a exaustão muscular ao sustentarem o corpo, possibilitando que os trabalhadores descansem as pernas sem parar suas tarefas, resultando em menor carga física. Adicionalmente, ajudam a evitar lesões musculoesqueléticas, como dores nas costas, joelhos e articulações, fornecendo suporte apropriado.

Essa melhora na ergonomia leva a um incremento na eficiência, pois os funcionários conseguem manter um rendimento mais uniforme durante o dia. A qualidade de vida e o estado de saúde dos funcionários também são melhorados, diminuindo os desconfortos e incentivando um ambiente de trabalho mais seguro e agradável.

O processo para atingir essa meta inclui a investigação, a criação de um modelo inicial e, em seguida, a fabricação da cadeira, além da coleta de informações para analisar como afeta o bem-estar e a eficácia dos colaboradores.

Este estudo visa estabelecer uma forte ligação entre a saúde dos colaboradores e a sua produtividade, enfatizando a importância da ergonomia no ambiente industrial. Ao mostrar como a implementação de medidas ergonômicas pode aprimorar a qualidade do trabalho, há o objetivo de destacar os impactos positivos de longo prazo na performance profissional e no bem-estar em geral.

## **2 Desenvolvimento**

### **2.1 Fundamentação teórica**

#### **2.1.1 Introdução a fundamentação teórica**

Desde muito tempo a ergonomia não é levada como prioridade, muito menos relacionada ao meio de trabalho, que conseqüentemente será praticado de uma maneira bem desvantajosa, assim podendo causar fadigas ou danos físicos permanentes nos trabalhadores. Ela é considerada a otimização do trabalho através da distribuição de dispositivos que irão amparar o trabalhador na sua função.

De acordo com pesquisas, assegurar que o operário tenha segurança, bem-estar e saúde através da ergonomia se mostra mais eficaz para o meio financeiro da empresa, porque

assim ele irá trabalhar com mais eficiência já que terá auxílio de dispositivos que irão facilitar seu trabalho, além de precaver futuras sequelas e acidentes.

### **2.1.2 Princípio da ergonomia**

A Ergonomia como conceito foi oficialmente retratada apenas em 1857 pelo cientista e biólogo polonês Wojciech Jarstembowsky (1799 - 1882), no trabalho “Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência da natureza”, onde definiu ergonomia juntando dois termos gregos ergon= trabalho e nomos= leis naturais, os pesquisadores têm procurado estabelecer as leis fundamentais baseadas nas quais esta disciplina em desenvolvimento pode ser classificada como uma ciência.

O conceito de Jastrzebowski para esta proposta trata da maneira de mobilizar quatro aspectos da natureza anímica, quais seriam a natureza físico-motora, a natureza estéticossensorial, a natureza mental-intelectual e a natureza espiritual-moral. Esta ciência do trabalho, portanto significava a ciência do esforço, jogo, pensamento e devoção.

Uma das idéias básicas de Jastrzebowski é a proposição chave de que estes atributos humanos se declinam e deflacionam devido a seu uso excessivo ou insuficiente.

Na década de 1960, no Brasil, a Ergonomia começou a ser entendida como o estudo científico das relações entre o ser humano e seu ambiente de trabalho. Desde então, governos, cientistas, trabalhadores e a sociedade em geral têm prestado crescente atenção a essa ciência multidisciplinar.

### **2.1.3 Ergonomia**

De acordo com a IEA (2020) a ergonomia pode ser definida como uma ciência que envolve diferentes campos do conhecimento para resolver problemas relacionados as pessoas e os sistemas com os quais elas interagem.

A ergonomia é um campo que estuda a anatomia, fisiologia e psicologia, considerando fatores físicos, ambientais, cognitivos, organizacionais e sociotécnicos e suas complexas interações com os seres humanos visando resolver os problemas que surgem quando os funcionários interagem com seu equipamento e seu ambiente de trabalho. Ela se concentra nos aspectos humanos do trabalho e visa garantir as melhores condições de trabalho possíveis, aumentando a eficiência dos sistemas de produção. Esta abordagem,

centrada no ser humano, tem como objetivo a busca por um ambiente que promova a saúde, segurança e eficácia, aumentando o respeito pelo indivíduo no ambiente de trabalho, melhorando a vida laboral e aumentando a produtividade (Imagem 1).

**Imagem 1: Ergonomia aplicada.**



Fonte: Disponível em: <https://merlinseg.com.br/nr17-ergonomia/>

#### **2.1.4 Riscos físicos no trabalho**

Os riscos trazidos pela falta de ergonomia dentro do local de trabalho, empresas, é um assunto cotidiano por ser recorrente e ter uma má colocação dentro desses locais. Trazendo prejuízos futuros pela falta de cuidado com a saúde do empregador o que facilita a diminuição de produtividade da própria empresa, além de vários gastos para os enfermos.

De acordo com Oliveira (2024), especialista de enfermagem do trabalho da empresa BEECORP, os riscos ergonômicos são obtidos dentro do local profissional, por conta do excesso de banco de horas exigido pela empresa trabalhada, a repetição dos trabalhos dentro desse período, além da fixação de apenas um local possível para o trabalhador desenvolver sendo de muita dificuldade uma posição diferente, pausa e diferenciação de trabalho, trazendo riscos mentais e funcionais aos funcionários.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) enfatiza que a promoção de condições de trabalho decentes é fundamental para o desenvolvimento sustentável e precaução de riscos operacionais.

Os principais riscos ergonômicos apresentados vêm da forma como o local do emprego se encontra, sendo assim é responsabilidade da empresa que emprega fazer melhorias. Os principais riscos ergonômicos apresentados vêm da forma como o local do emprego se encontra, sendo assim é responsabilidade da empresa que emprega fazer melhorias. Os riscos podem ser vistos na baixa luminosidade do ambiente, levantamento de carga muito pesadas ao longo do dia, a falta de equilíbrio saudável nas horas de trabalho sendo elas sempre longas e cansativas, principalmente para aqueles que trabalham 100% de sua carga horária em pé, o estresse gerado pela rígida produtividade fazendo com que ocorra a grande repetitividade possibilitando doenças como Tendinites, Bursites, Lombalgias, ou, como apontado por Grandjean (1987), a falta de comprometimento nos materiais e bancadas com a postura adequada de trabalho trazendo riscos futuros na coluna por exemplo.

A execução inadequada traz prejuízos tanto ao funcionário quanto a própria empresa pela sua falta de comprometimento, sendo direito do trabalhador um local adequado de trabalho que não traga riscos futuros a sua saúde.

### **2.1.5 Ergonomia micro e macro**

A ergonomia micro e macro tem aspectos que se ligam, mas se diferenciam facilmente, a micro se preocupa com um problema singular a fim de desenvolver uma solução apenas para o mesmo e com restrições de até onde serão colocadas, já a macro é uma ergonomia abrangente tem como projeto solucionar todas as partes sendo física, cognitiva e organizacional física a partir de estudos de opinião dentro da empresa.

De acordo com Azadeh e Mansouri (2007), a ergonomia preocupa-se com todos os fatores que podem afetar as pessoas e o seu comportamento. Nesta ideia, a ergonomia pode abranger desde a ideia de local de trabalho e de equipamentos até à regulação do trabalho, comunicação, organização e concepção de sistemas. Sendo a diferenciação entre micro e macro, qual meio a empresa irá se colocar a realizar, apenas uma questão em específico ou algo que abrange setores maiores.

### **2.1.6 Ergonomia física**

Conforme o INBRAEP (2023) a Ergonomia Física se ocupa do estudo da ligação entre características fisiológicas e atividade física como anatomia, antropometria, fisiologia e

biomecânica. As questões mais relevantes abrangem a análise da postura no ambiente de trabalho, manipulação de ferramentas, movimentos repetitivos, transformações musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho, plano de postos de trabalho e segurança e saúde de operários.

Assim existem dois tipos de ergonomia física, a operacional e de correção. A operacional planeja estabilizar processos menos agressivos e que ofereçam boas condições de trabalho, para evitar a sobrecarga ao profissional, projetando estruturas e esquemas de atuação que prezam pela saúde e segurança. Já de correção, segundo Karwowski (2006), visa ajustar o ambiente de trabalho, uma vez que o mesmo não foi projetado adequadamente, e seus detalhes que causam desconforto ou incômodo. São analisados: iluminação, temperatura, ruídos, disposição dos móveis e outros aspectos que impactam o colaborador.

A ergonomia física visa proporcionar segurança e conforto aos usuários, buscando adequar as exigências do trabalho aos limites e capacidades do corpo, através de planejamento de interfaces adequadas para o relacionamento físico homem-máquina.

### **2.1.7 Ergonomia cognitiva**

A disciplina de ergonomia cognitiva analisa o funcionamento da mente humana na memória, atenção, raciocínio e percepção por meio da interação com sistemas e processamento de informações. Em outras palavras, como afirmam Wilson e Corlett (2005), é uma investigação de como uma pessoa pensa ao interagir com informações e sistemas.

Tal pesquisa tem como objetivo contribuir para o design de ambientes de trabalho de forma a reduzir a carga mental dos trabalhadores ou o esforço de natureza cognitiva necessário para a execução do trabalho. Quando a carga é pesada, os trabalhadores tendem a ficar fatigados, cometer erros ou até mesmo se envolver em acidentes.

Ao entender as limitações e capacidades cognitivas humanas, a ergonomia cognitiva permite o desenvolvimento sistemas e ambientes que minimizem riscos de erros por parte de humanos e, simultaneamente, aumentem a confiabilidade e eficiência dos

trabalhadores em diversos domínios (incluindo saúde, indústria e tecnologia da informação).

Exemplos de tais aplicações são a otimização da interface homem-máquina aplicando princípios ergonômicos, simplificando fluxos de trabalho e proporcionando uma melhor adaptação entre o trabalhador e as ferramentas que utiliza.

### **2.1.8 Ergonomia organizacional**

Toda prática empresarial que tem como propósito melhorar o clima interno e gerar benefícios para a saúde dos profissionais é chamada de ergonomia organizacional. Esta abordagem visa ajustar a organização no ambiente de trabalho, considerando as principais estruturas de um ambiente profissional, desde a forma como os setores estão distribuídos até a forma como os funcionários desempenham suas funções.

Um dos principais objetivos dessa área é analisar e implementar condições de trabalho que favorece a produtividade e agrade os funcionários. Isto significa criar ambientes de trabalho mais confortáveis, reduzir o risco de lesões no trabalho e promover uma cultura organizacional que valorize a saúde e bem-estar.

A ergonomia organizacional se concentra em entender como o design dos sistemas sociotécnicos pode afetar a eficiência e o bem-estar dos trabalhadores, levando a uma melhor performance organizacional. (Dul & Weerdmeester, 2004).

Além do espaço físico, a ergonomia engloba o ajuste das tarefas e dos processos de trabalho. Podemos citar, por exemplo, a necessidade do ajuste horários, uma distribuição satisfatória do trabalho de acordo com as capacidades e competências, e o treinamento dos colaboradores para que assim possam atuar de forma mais eficaz.

### **2.1.9 Exoesqueleto**

O exoesqueleto pode ser estabelecido como uma estrutura externa rígida ou semirrígida que oferece suporte e proteção ao corpo humano, sendo vastamente utilizado em diversos campos, como medicina, engenharia e indústrias de alta performance.

Esses equipamentos são programados com o objetivo de amparar na mobilidade de indivíduos com deficiências físicas, facilitando a recuperação de funções motoras, ou

para aperfeiçoar as capacidades físicas de seus usuários em ambientes que exigem alta exigência de esforço, como em cenários militares, industriais ou de segurança pública.

Em concordância com o que argumenta Filipe (2017): “O exoesqueleto se trata de uma espécie de esqueleto artificial usado de forma externa pelo usuário, quase como se fosse uma roupa”.

Essa tecnologia permite que os indivíduos realizem atividades que, de outra forma, seriam difíceis ou impossíveis, proporcionando mais autonomia e qualidade de vida. No Brasil, um exemplo notável é o uso de exoesqueletos em clínicas de reabilitação para ajudar pacientes com paraplegia a recuperar parte de seus movimentos durante o desenvolvimento de fisioterapia, acelerando o progresso da reabilitação e proporcionando esperança de uma vida mais ativa e independente.

## **2.2 Metodologia**

Os trabalhos realizados pelos alunos na oficina da Etec Professor Alfredo de Barros Santos evidenciaram a ausência de dispositivos ergonômicos que melhorassem as condições de trabalho dos estudantes. Durante a execução das operações, era necessário permanecer em pé por longos períodos, resultando em desconforto e em desgaste físico.

De forma análoga, condições de trabalho inadequadas em indústrias frequentemente exigem que os funcionários passem horas excessivas em pé, o que pode contribuir para a fadiga muscular, especialmente nas pernas e nos pés. Essa fadiga aumenta o risco de acidentes no local de trabalho devido ao impacto negativo na concentração e na produtividade. Assim, um funcionário submetido a condições desconfortáveis torna-se mais propenso a cometer erros e deslizes, resultantes da falta de disposição gerada por essas condições.

Martins e Laugeni (2005), destacam que o trabalho e o local de trabalho devem se adequar às necessidades humanas, e não o contrário. Nesse sentido, um posto de trabalho ideal deve garantir que os materiais e equipamentos estejam acessíveis ao trabalhador, minimizando esforços desnecessários e otimizando a execução das atividades.

Diante de tal conjuntura, este estudo propõe o desenvolvimento de uma cadeira exoesquelética capaz de atender às necessidades ergonômicas do mercado de trabalho. Para alcançar esse objetivo, adotou-se uma abordagem metodológica qualitativa, que incluiu um levantamento bibliográfico e a análise de artigos científicos pertinentes ao tema. Essas etapas permitiram compreender as principais necessidades ergonômicas, além de identificar os materiais e técnicas mais adequados para o projeto.

Com o objetivo de realizar uma metodologia quantitativa, dimensionar a partir de medidas corporais, como o comprimento das pernas, coxas e panturrilhas tornou possível a elaboração de um protótipo em papelão, com base nesse embasamento teórico foi elaborado um metodológico misto, permitiu embasar o desenvolvimento do protótipo que alia conforto e resistência estrutural, garantindo que os critérios ergonômicos fossem atendidos.

A proposta aqui apresentada não apenas busca minimizar os riscos associados à fadiga muscular, mas também oferece uma solução prática e funcional para ambientes industriais e educacionais, onde a ergonomia desempenha um papel crucial na saúde e produtividade dos usuários. Além disso, o projeto reforça a importância de integrar conceitos teóricos e práticos na elaboração de dispositivos que respondam às necessidades reais dos trabalhadores.

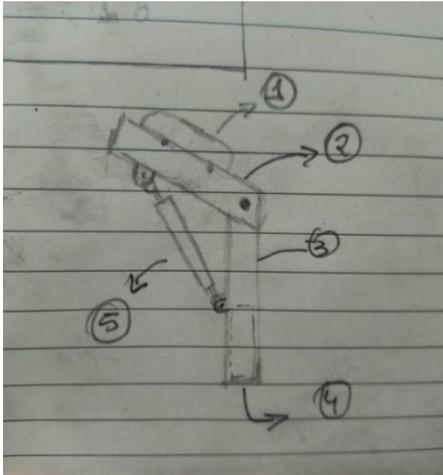
A pesquisa bibliográfica é um método que envolve a coleta, seleção e análise crítica de informações presentes em fontes secundárias, como livros, artigos e documentos, a fim de embasar e contextualizar um estudo acadêmico ou científico. (Lima e Miotto, 2007, p.38).

### **3 Desenvolvimento do projeto**

#### **3.1 Esboço e planejamento**

Após acoplar o máximo de ideias possíveis, foi dado início no desenvolvimento do protótipo desenhado à mão (Imagem 2) para que assim ser passado para o Inventor (Imagem 3).

**Imagem 2: Desenho no papel.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

**Imagem 3: Desenho no Inventor**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

### **3.2 Elaboração do protótipo teste**

Com os desenhos prontos, foi elaborado um protótipo feito de papelão com o objetivo de analisar melhor o nosso projeto e visualizar se o mesmo possuía algum tipo de interferência, para que assim no momento oficial de desenvolvimento não ocorresse nenhum tipo de imprevisto (Imagens 4 e 5).

**Imagem 4: protótipo fechado.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

**Imagem 5: protótipo aberto.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

Os resultados com o protótipo foram favoráveis, onde foi possível aprimorar ideias e adquirir uma melhor noção de como seria o processo de produção do trabalho.

### 3.3 Pesquisa afim de reunir medidas para o projeto

Inicialmente, foi feito uma pesquisa com 4 alunos da Etec Alfredo de Barros Santos que possuem diferentes estrutura corporal, com finalidade de adquirir medidas de comprimento para a regulagem da perna do projeto (tabela 1).

**Tabela 1:** Medidas dos diferentes tamanhos

	Pessoa baixa	Pessoa média	Pessoa alta	Pessoa altíssima
Quadril até o chão	90 cm	100 cm	104 cm	106 cm
Perna inferior	40 cm	43 cm	46 cm	49 cm
Joelho até o chão	42 cm	44 cm	46 cm	48 cm

### 3.4 Lista de materiais

Após a conclusão da pesquisa, iniciou-se a parte prática do TCC onde foi escolhido os materiais que iriam ser utilizados (tabela 2).

**Tabela 2:** Lista de materiais

Materiais	Preço
Metalon 30x30 e 25x25 (2m cada)	R\$ 67,00
Chapa de aço	R\$ 9,00
Porca borboleta	R\$ 1,20
Amortecedores (2)	R\$ 380,00
Parafusos	R\$ 20,00
Fibra de vidro	R\$ 70,00
Coxim de borracha (2)	R\$ 5,00

Cinto (2)	R\$ 10,00
Cinto ergonômico	R\$ 60,00
Espuma	R\$ 5,00
Tinta spray	R\$ 32,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 659,20</b>

### **3.5 Cortes da parte superior e inferior**

Posteriormente, foram efetuadas as marcações e os cortes no Metalon 30x30 que será a parte superior do projeto apoiada na coxa (45cm) (Imagem 6) e a inferior apoiada na panturrilha (45cm) (Imagem 7).

**Imagem 6: Metalon 30x30 de 45cm.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

**Imagem 7: Metalon 25x25 de 45cm.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

### **3.6 Corte das regulagens**

Em sequência, prosseguiu-se com o mesmo processo para a regulagem Metalon 25x25 (20 cm) (Imagem 8). Depois dos cortes feitos com a serra, foi prestado devido acabamento em todas as extremidades (Imagem 9).

**Imagem 8: Metalon de 25x25 de 20cm.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

**Imagem 9: Acabamento.**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

### 3.7 Marcação e furação das regulagens

Logo após, foi feita as marcações na regulagem, totalizando em 5, com a distância de 3 cm uma da outra, para assim atender as diversas alturas foram obtidas na pesquisa. Feito isso, os furos foram executados com auxílio de uma furadeira (Imagem 10) inicialmente com a broca de centro e depois com uma broca com 6 de diâmetro, finalizando o com a peça pronta (Imagem 11).

**Imagem 10: Furos da regulagem.**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

**Imagem 11: Regulagem pronta.**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

### 3.8 Furação da parte inferior para funcionamento da regulagem

Em seguida furamos a parte inferior da perna, assim possibilitando o funcionamento da regulagem. O furo foi feito com 2 cm de altura centralizado (Imagem 12).

**Imagem 12: Regulagem no metalon 30x30.**



Fonte: Dos próprios autores (2024)

### 3.9 Corte na parte inferior para encaixe da parte superior

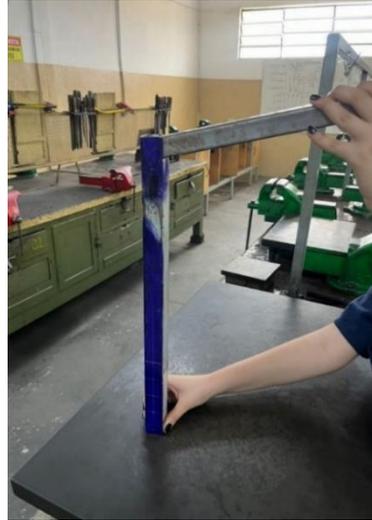
Seguidamente do término deste processo, foi medido e cortado um quadrado no Metalon 30x30 de 25mm de altura 30mm de comprimento (Imagem 13) para o encaixe de 25x25 dentro dele, assim formando a estrutura base do projeto (Imagem 14).

Imagem 13: Corte no Metalon de 25x30cm.



Fonte: Dos próprios autores (2024).

Imagem 14: Estrutura base.



Fonte: Dos próprios autores (2024).

### 3.10 Chanfro e furo de ambas as partes (superior e inferior)

Logo após, foi efetuado um chanfro no metalon de 25x25 para que ele trabalhasse de maneira mais eficiente e também possibilitando que o fito abrisse em ângulo de 180° (Imagem 15). Posteriormente furou-se, com a broca de 6 de diâmetro, ambos metalons, de forma concêntrica, para que os parafusos fossem encaixados, assim formando a dobradiça do projeto (Imagem 16).

Imagem 15: Chanfro e furo.



Fonte: Dos próprios autores (2024).

Imagem 16: Furo de encaixe de ambos metalons.



Fonte: Dos próprios autores (2024).

### 3.11 Furação para encaixe das chapas de fixação

Em seguida, os amortecedores foram posicionados no lugar onde eles irão atuar (Imagem 17), assim marcando onde foi furado e, em seguida, fixar as chapas de aço que irão segurá-los. Após as marcações feitas, foi furado os lados de encaixe para as chapas de fixação, em todos os lados necessários (Imagem 18).

**Imagem 17: Marcação do amortecedor.**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

**Imagem 18: Furos de ambas as partes**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

### 3.12 Furação das chapas de fixação

Logo após ser definido a posição exata das chapas de metal, ambas as 8 chapas foram furadas com uma broca de 6 mm de diâmetro (Imagem 19)

**Imagem 19: Chapa furada**



Fonte: Dos próprios autores (2024)

### 3.13 Furação das extremidades do amortecedor

Em seguida dos furos nas chapas de metal, foram efetuados furos nas duas extremidades do amortecedor, com uma broca também com 6 mm de diâmetro, para que assim possa ser fixado ao protótipo (Imagem 20).

**Imagem 20: Furo na parte**



Fonte: Dos próprios autores (2024)

### 3.14 Produção do assento

Nesta etapa foi produzido o “banco” de apoio que será fixado na estrutura de metalon. Ele foi feito de fibra de vidro, a partir de um molde pré-estabelecido (Imagem 21). Foram feitas 3 camadas consecutivas, formando assim o produto final (Imagem 22).

**Imagem 21: Molde**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

**Imagem 22: Assento**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

### 3.15 Furo nos assentos

Logo após foram feitos os furos no assento, para a futura fixação deles no projeto. São dois furos centralizados, com o distanciamento de 15cm (Imagem 23).

**Imagem 23: Furos no assento.**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

### 3.16 Finalização do assento

Posteriormente foi feito os devidos acabamentos no assento, sendo eles a retirada das bordas (Imagem 24), colocação de uma espuma para mais conforto (Imagem 25) e depois encapado com tecido (Imagem26).

**Imagem 24: Acabamento das bordas**



Fonte: Dos próprios autores (2024)

**Imagem 25: Espuma**



Fonte: Dos próprios autores (2024)

**Imagem 26: Assento pronto**



**Fonte: Dos próprios autores (2024)**

### **3.17 Montagem final**

Após finalizar os assentos, foi iniciado o processo de montagem do protótipo, onde foi unido cada parte em seu devido local, como amortecedores, regulagens e o encaixe dos dois metalons (Imagem 27).

Por fim, foram elaborados cintos que irão possibilitar o desempenho correto do fito no corpo do usuário, esses que podem ser regulagens de acordo com o físico da pessoa.

Eles se encontram na parte da cintura (1), coxa inferior (2), acima dos joelhos (3) e nas canelas (4) (Imagem 28).

**Imagem 27: Protótipo montado**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

**Imagem 28: Cintos**



Fonte: Dos próprios autores (2024).

#### **4 Resultados alcançados e discussão**

Os resultados do protótipo foram analisados com base em uma pesquisa realizada entre os estudantes da instituição, onde os próprios membros do grupo se formaram e apontam uma maior eficiência no ambiente de trabalho, promovendo posturas mais adequadas e conforto durante a realização de atividades, reduzindo potenciais problemas de saúde relacionados à má postura e o esforço físico excessivo. Além disso, o protótipo mostrou melhorias no desempenho dos alunos, já que puderam realizar suas funções com menor fadiga e maior precisão.

Os participantes relataram maior disposição e redução de dores musculares ao final de seus trabalhos, destacando o impacto positivo da cadeira exoesquelética na saúde e no bem-estar dos usuários. Dessa forma, é compreensível o aumento da eficiência e da segurança no ambiente industrial observado entre os operadores que utilizaram o dispositivo em comparação com aqueles que adotaram soluções convencionais. Este artigo utilizou conceitos de ergonomia industrial para alcançar os resultados desejados. Portanto, o trabalho propõe uma alternativa para otimizar o trabalho em indústrias e oficinas mecânicas, visando o cuidado com a saúde dos operadores (Imagem 29).

**Figura 29: Projeto finalizado**



**Fonte: Dos próprios autores (2024).**

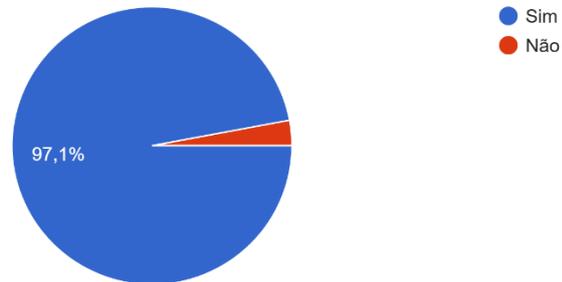
Os gráficos apresentados são de uma pesquisa descritiva, que buscou informações específicas e diretas, utilizando uma abordagem quantitativa, focando na problemática apresentada e no propósito do projeto (Gráficos 1 a 4).

**Gráficos 1 a 4: Resultados da pesquisa realizada entre os dias 26 a 28 de novembro de 2024**



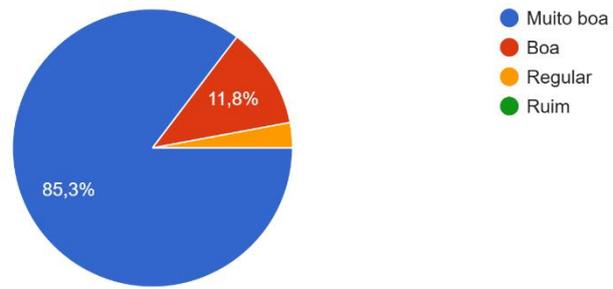
Você gostaria que tivesse algum projeto para melhorar esse problema?

34 respostas



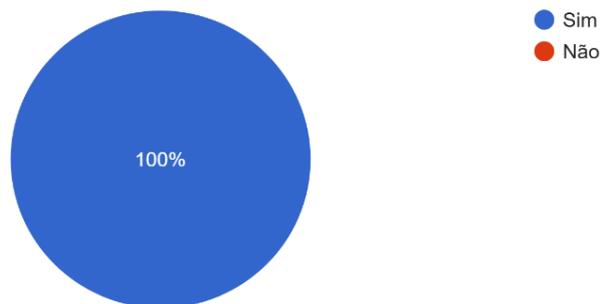
O que você acha da cadeira exoesquelética?

34 respostas



Você usaria nossa cadeira exoesquelética?

34 respostas



Fonte: Dos próprios autores (2024).

Os resultados da pesquisa mostram que a maioria dos alunos sofre de fadiga durante as aulas na oficina em questão. Considerando o resultado apresentado no Gráfico 3, 70% dos alunos matriculados no 3º ano do curso de mecânica indicaram que a cadeira exoesquelética seria útil para certos trabalhos na oficina, demonstrando a relevância do projeto.

Portanto, com os resultados da pesquisa, evidencia-se a necessidade de otimização das atividades práticas do curso de Mecânica na Etec Professor Alfredo de Barros (CPS). Assim, a cadeira exoesquelética se mostrou uma solução eficaz para os alunos do curso, alinhando-se aos princípios da ergonomia industrial.

## **5 Considerações finais**

Ao encerramento deste protótipo, conclui-se que as execuções práticas e teóricas do trabalho possibilitaram a aplicação eficiente de inúmeras habilidades adquiridas ao longo do curso de mecânica, bem como a utilização de várias áreas estudadas no trabalho ergonômico realizado pela equipe.

Na execução do projeto, foi utilizada uma combinação de métodos próprios da ideia com referências pertinentes.

É importante frisar que a ideia majoritária do grupo se concretizou por meio da junção de situações analisadas que ocorrem na oficina, juntamente com ideias oriundas da cadeira exoesquelética.

Ao abordar as problemáticas relacionadas ao trabalho executado na oficina, com ênfase no desgaste causado pelo excesso de esforço físico, ficou claro que a ergonomia desempenha um papel fundamental dentro do trabalho industrial. O grupo obteve grande sucesso ao desenvolver uma cadeira projetada para utilização na indústria, sempre destacando a importância da ergonomia nesse contexto, com foco na melhoria do dia a dia do trabalhador e na promoção da saúde dentro do ambiente de trabalho.

Dessa forma, conclui-se que o objetivo do trabalho foi promover ergonomia e saúde ao trabalhador de uma determinada empresa. Através deste projeto, foi possível alcançar a compreensão de que o trabalho não precisa ser encarado como algo que, no futuro, trará consequências ou dificuldades para o trabalhador.

## **6 Referências**

AZADEH, Ali; MANSOURI, Mohammad. A Total Ergonomic Design Approach to Enhance the Productivity in a Complicated Control System (2007).

CORLETT N., WILSON, J. & MANENICA, I. (1986) The ergonomics of working postures. Taylor & Francis, London.

DUL, Jan; WEERDMEESTER, Bernard. (2004). Ergonomia Prática (2ª ed.).

FILIFE, Davson. Super-Humanos por meio da tecnologia: exoesqueleto (2017). Disponível em:

<https://realidadesimulada.com/super-humanos-por-meio-da-tecnologiaa-exoesqueleto/>

GRANDJEAN, Étienne. (1987). Ergonomics in computerized offices. Taylor & Francis, London.

INBRAEP - INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE (Brasil). Ergonomia Física. Santa Catarina: Equipe INBRAEP, 6 de março de 2023. Disponível em: <https://inbraep.com.br/publicacoes/ergonomia-fisica/>. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

KARWOWSKI, Waldemar. (2006). International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors. CRC Press.

LIMA, Telma Cristiane; MIOTO, Regina Célia. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. 2007- Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/>.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2005.

OLIVEIRA, Ana Flávia. Principais riscos ergonômicos encontrados nas empresas, 2024. Disponível em: <https://beecorp.com.br/riscos-ergonomicos/>

Revista M&T: A ciência do conforto. (2018). Disponível em: <https://revistamt.com.br/Materias/Exibir/a-ciencia-do-conforto>.