



BRAÇO HIDRÁULICO

ALUNOS:

BRUNO ALEXANDRE CANDIDO DE JESUS

LUCAS RAPHAEL DE OLIVEIRA LIMA

RAFAEL TEODORO DOS SANTOS

RICARDO ALVES DE SOUSA

RODRIGO CLEMENTE DA SILVA

ORIENTADOR:

JORGE LUIZ GIORGIANO

ARARAS/SP

2024

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Protótipo	9
Figura 2 – Figuras explicativas	15

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	7
1.1 Contexto	8
1.1.1 Projeto de um braço hidráulico.....	9
1.1.2 Conteúdo.....	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivo Específico.....	12
1.4 Detalhamento do braço	12
1.5 Ciclo de Vida do Projeto.....	16
1.6 Organização do Trabalho.....	17
1.6.1 Organização do time do projeto	17
1.6.2 Matriz de Responsabilidades	17
1.6.3 Cronograma geral	19
1.7 Plano de Comunicação	19
1.7.1 Definição/Classificação dos Envolvidos no Projeto.....	19
1.8 Abrangência de Estudo	20
CAPÍTULO 2: MÉTODO PROPOSTO.....	21
2.1 Metodologia	21
2.2 Orçamento do Projeto	23
2.2.1 Plano Orçamentário	23
2.2.3 Prevenção de riscos.....	24
2.3 Metas dos produtos.....	25
2.3.1 Memorial de cálculos.....	26
CAPÍTULO 3: SEGURANÇA.....	28
3.1 Plano de Gerenciamento de Risco.....	28
3.1.1 Identificação de Riscos	29
3.1.2 Análise de Riscos.....	29
CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO.....	30
4.1 Primeira fase: concepção	30
4.1.1 Resultados Obtidos: Pré-Projeto e Relatórios.....	30
4.2 Segunda fase: planejamento.....	30

4.2.1 Resultados Obtidos: Relatório de Custos e Cronograma	30
4.3 Terceira fase: implantação	31
4.3.1 Resultados Obtidos: Entrega do Data Book.....	31
4.4 Quarta fase: encerramento do projeto	31
4.4.1 Resultados Obtidos: Relatório de Conclusão do Projeto	31
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pela oportunidade.

Agradecemos nossos familiares que foram a base para os dias difíceis.

Agradecemos aos nossos professores que contribuíram para a ampliação de nossos conhecimentos.

RESUMO

Ao iniciar as pesquisas para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foi explorado uma ampla gama de temas que refletissem os constantes avanços tecnológicos nas áreas de eletrônica e mecânica. Após uma análise detalhada, optou-se por desenvolver um projeto voltado para a automação industrial, com foco na criação de soluções que promovam eficiência, segurança e otimização de processos no ambiente fabril.

O projeto propôs a elaboração de um protótipo de braço hidráulico para auxiliar na movimentação de peças em ambientes industriais. A escolha deste tema foi fundamentada na relevância dos sistemas hidráulicos na automação, considerando sua capacidade de amplificar a força com precisão e praticidade, tornando-os essenciais para tarefas de manipulação de cargas e materiais. Com base no princípio de Pascal, o projeto explorou como a força hidráulica pode ser aplicada de forma eficiente para melhorar processos industriais, reduzindo o esforço manual, otimizando a produtividade e aumentando a segurança dos operadores.

A pesquisa seguiu uma abordagem experimental e quantitativa, utilizando dados teóricos e práticos obtidos por meio de revisões bibliográficas, análise de projetos semelhantes e experimentos realizados pela equipe. Durante o desenvolvimento, foram realizadas adaptações no design do protótipo para garantir maior precisão, capacidade de carga e flexibilidade de movimentação, atendendo às demandas variadas do setor industrial.

Este estudo não apenas alinhou teoria e prática, mas também destacou o potencial da hidráulica como ferramenta para inovação e melhoria contínua no setor industrial. Acredita-se que este projeto contribuiu para o desenvolvimento de soluções acessíveis e eficientes, promovendo a integração de conhecimentos acadêmicos e tecnológicos para atender às necessidades do mercado e da sociedade.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias voltadas para a automação industrial tem impulsionado significativamente a eficiência, a segurança e a precisão nos processos de movimentação de peças e materiais. Entre as soluções aplicáveis nesse contexto, os braços hidráulicos se destacam como dispositivos versáteis e eficientes, capazes de realizar tarefas que exigem força e controle com mínimo esforço humano. Esses equipamentos utilizam os princípios da mecânica dos fluidos, em especial a Lei de Pascal, que estabelece que a pressão exercida em um fluido confinado é transmitida uniformemente em todas as direções, possibilitando a amplificação da força e a realização de movimentos precisos.

A relação entre teoria e prática se torna evidente neste projeto ao traduzir conceitos fundamentais da física e da engenharia em uma solução funcional para o ambiente industrial. Na prática, o uso de um braço hidráulico automatizado elimina a necessidade de esforços físicos excessivos por parte dos operadores, reduzindo o risco de lesões musculoesqueléticas e promovendo maior segurança no manuseio de peças. Além disso, a automação desses processos contribui para o aumento da produtividade e a redução de erros, fatores essenciais para atender às demandas de um mercado cada vez mais competitivo.

O presente projeto teve como objetivo desenvolver um protótipo de braço hidráulico que demonstre, na prática, os princípios fundamentais da hidráulica e sua aplicação na movimentação de peças em ambientes industriais. O protótipo foi composto por seringas e mangueiras que transmitem a força por meio de um fluido (água), exemplificando como a pressão aplicada em uma área menor pode ser amplificada para gerar movimento em uma área maior. Este estudo buscou destacar a eficiência dos sistemas hidráulicos como uma alternativa viável e sustentável para a automação de processos.

Essa abordagem não apenas reforçou o conhecimento teórico por meio de uma solução tangível, mas também destacou a importância da interdisciplinaridade, ao integrar conceitos de física, mecânica e ergonomia na busca por soluções práticas para desafios industriais. O projeto também propôs reflexões sobre sustentabilidade e viabilidade econômica, explorando materiais e técnicas que permitam a fabricação de equipamentos de baixo custo e alta eficiência, ampliando o acesso a tecnologias de automação.

Dessa forma, este trabalho buscou atender às necessidades práticas do setor industrial, promovendo a integração de teoria e prática no desenvolvimento de tecnologias aplicadas. Ele também evidenciou o impacto positivo da engenharia no cotidiano, ao oferecer soluções inovadoras e acessíveis para otimizar processos industriais e melhorar as condições de trabalho.

1.1 Contexto

Este projeto tem como objetivo desenvolver um braço hidráulico inovador para auxiliar na movimentação de peças em ambientes industriais, promovendo maior eficiência, segurança e precisão nos processos. O sistema proposto possibilita ajustes precisos na manipulação de peças, eliminando a necessidade de esforço físico excessivo por parte dos operadores e reduzindo os riscos de acidentes ou danos às peças durante o manuseio.

O princípio de funcionamento do braço hidráulico baseia-se na Lei de Pascal, enunciada por Blaise Pascal. De maneira simplificada, ao aplicar pressão em um ponto de um líquido confinado, essa pressão é transmitida de forma uniforme a todos os pontos do líquido. Essa característica possibilita a amplificação da força exercida, tornando possível levantar cargas significativas com pouco esforço. Por exemplo, ao aplicar uma força F_1 em uma área menor (A_1) a pressão se distribui para uma área maior (A_2), resultando em uma força F_2 proporcional ao aumento da área.

O protótipo desenvolvido utiliza seringas e mangueiras para transportar o fluido (neste caso, água), que é responsável pela transmissão da força no sistema. Essa abordagem ilustra o funcionamento do princípio hidráulico de forma prática e acessível, permitindo a criação de um protótipo de baixo custo e alta eficiência, ideal para experimentos educacionais e aplicações industriais em pequena escala.

O braço hidráulico pode ser adaptado para diversas aplicações na indústria, como o transporte de materiais em linhas de montagem, organização de estoques ou movimentação de peças em processos produtivos. Sua implementação contribui para a redução de custos operacionais, aumento da produtividade e maior segurança para os trabalhadores. Este projeto não apenas explora conceitos fundamentais de física aplicada e engenharia, mas também evidencia a importância de soluções práticas para otimizar os processos industriais.

Sistemas hidráulicos têm um papel crucial em diversas áreas industriais, desde prensas hidráulicas até equipamentos de elevação. No contexto fabril, dispositivos desse tipo são essenciais para reduzir a sobrecarga física dos trabalhadores, prevenir lesões associadas a esforços repetitivos e melhorar a ergonomia no ambiente de trabalho. Além disso, o uso de sistemas hidráulicos garante maior controle e precisão no manuseio de peças, minimizando erros e perdas.

Este projeto também propõe a análise de materiais e fluidos utilizados, considerando aspectos como viscosidade, resistência à pressão e sustentabilidade. A escolha de água como fluido no protótipo foi feita por sua disponibilidade e baixo custo, mas versões futuras podem explorar líquidos mais eficientes ou sistemas híbridos para aumentar a capacidade de carga e versatilidade do equipamento.

Adicionalmente, o desenvolvimento deste braço hidráulico abre portas para estudos complementares em áreas como mecânica, ergonomia e design de equipamentos industriais, contribuindo para a formação de profissionais mais capacitados a enfrentar os desafios do mercado e promovendo inovações tecnológicas que beneficiem o setor industrial.

1.1.1 Projeto de um braço hidráulico

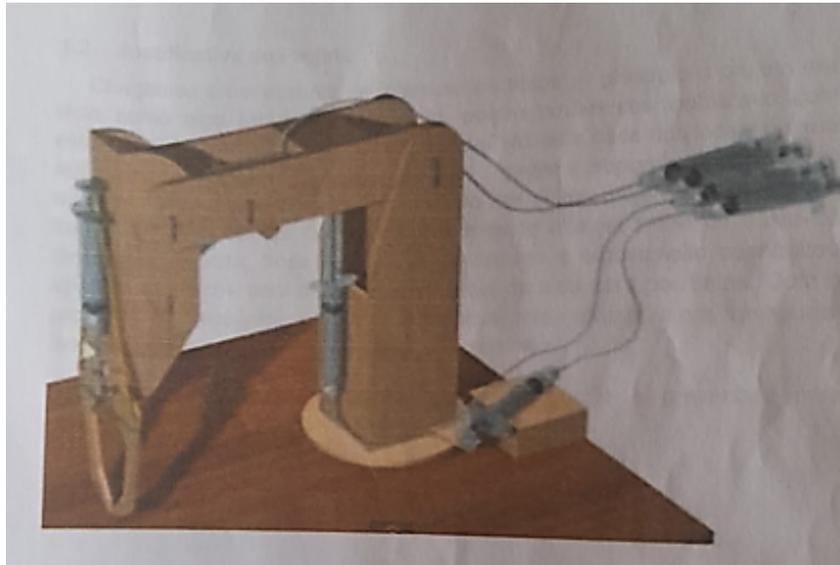


Figura 1 – Protótipo

Fonte: arquivo pessoal

1.1.2 Conteúdo

Este documento apresenta um estudo detalhado sobre a aplicação da força hidráulica por meio do desenvolvimento de um projeto de braço hidráulico, com foco em sua utilização como ferramenta auxiliar na movimentação de peças em ambientes industriais. O projeto não apenas explora conceitos técnicos e científicos fundamentais, mas também busca oferecer melhorias significativas no campo da automação industrial, atendendo às demandas de eficiência e segurança nos processos de manipulação de materiais. O objetivo central do projeto é oferecer uma solução prática e eficiente para:

- Facilitar a movimentação e o transporte de peças em ambientes industriais com precisão e segurança.
- Reduzir o esforço físico dos operadores, minimizando o risco de lesões e otimizando a ergonomia no ambiente de trabalho.

Além de contribuir para a eficiência produtiva, o braço hidráulico destaca-se como uma solução acessível e versátil, promovendo o uso da força hidráulica como uma ferramenta essencial para o aprimoramento de processos industriais. Este estudo reforça a importância da integração entre teoria e prática no desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao setor fabril.

1.2 Justificativa do Projeto

A movimentação de peças em ambientes industriais é um desafio constante, especialmente em processos que exigem precisão, segurança e eficiência. Em muitos casos, a manipulação de peças é realizada manualmente, o que pode expor os operadores a riscos de lesões e comprometer a produtividade. Diante desse cenário, o desenvolvimento de um braço hidráulico apresenta-se como uma solução de grande relevância, combinando simplicidade, acessibilidade e eficiência técnica.

Inicialmente, o projeto era percebido como uma proposta de aplicação limitada. No entanto, estudos e análises detalhadas evidenciaram seu grande potencial como uma ferramenta prática e versátil. A decisão de seguir com a ideia baseou-se na avaliação dos benefícios que o projeto pode proporcionar em diferentes contextos industriais, desde a automação de linhas de produção até a movimentação segura e eficiente de peças em processos fabris.

Ao analisar os métodos tradicionais utilizados na manipulação de peças – como o transporte manual e sistemas mecânicos pouco eficientes – identificaram-se diversas limitações, incluindo altos níveis de esforço físico, baixa precisão e riscos associados a condições ergonômicas inadequadas. Esses problemas não apenas comprometem a segurança dos trabalhadores, mas também geram custos adicionais devido a possíveis erros operacionais e baixa produtividade.

O projeto do braço hidráulico busca oferecer uma solução prática para esses desafios. Com o protótipo proposto, pretende-se implementar uma abordagem inovadora e segura, que alia tecnologia acessível à eficiência industrial. O sistema utiliza o princípio hidráulico, demonstrando como a pressão aplicada a um fluido pode ser amplificada para movimentar e manipular peças com esforço reduzido e alta precisão.

Em resumo, a justificativa para o desenvolvimento deste projeto é clara: fornecer uma ferramenta indispensável para a automação e a otimização de processos industriais; promover a segurança, a eficiência e a ergonomia no ambiente fabril; e contribuir para a redução de custos operacionais e aumento da produtividade. Assim, este trabalho não apenas resolve problemas práticos, mas também reforça a importância da inovação tecnológica na superação de desafios industriais, destacando o impacto positivo da engenharia no setor produtivo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

A escolha deste tema surgiu da oportunidade de observar e compreender as necessidades da indústria em relação à movimentação eficiente de peças em ambientes fabris. Esses processos frequentemente apresentavam desafios relacionados à ergonomia, segurança e produtividade, especialmente em atividades que exigiam esforço físico intenso e repetitivo por parte dos operadores. Essa realidade destacava a importância de soluções tecnológicas que pudessem otimizar essas operações, reduzindo os riscos e aumentando a eficiência.

Diante disso, o projeto propôs o desenvolvimento de um braço hidráulico como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), focado em oferecer uma solução inovadora e acessível para a automação industrial. O dispositivo foi projetado para atender

diretamente às demandas do setor, promovendo maior segurança, precisão e eficiência na manipulação de peças. Além de contribuir para a redução de esforços físicos dos operadores, o projeto destacou-se por sua capacidade de aliar conceitos teóricos e práticos, demonstrando a aplicabilidade da hidráulica no aprimoramento de processos produtivos.

1.3.2 Objetivo Específico

O projeto teve como público-alvo indústrias de diversos segmentos que necessitam de equipamentos que garantam segurança, agilidade e eficiência na movimentação de peças em seus processos produtivos. Para isso, o objetivo específico foi desenvolver um protótipo de braço hidráulico capaz de:

- Facilitar a manipulação e o transporte de peças em ambientes industriais, com ajustes precisos na movimentação e capacidade de carga;
- Reduzir o esforço físico dos operadores, prevenindo sobrecarga e promovendo ergonomia no ambiente de trabalho;
- Assegurar a estabilidade e precisão no manuseio de peças, evitando danos e falhas durante os processos;
- Garantir que o projeto seguisse as normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), assegurando qualidade, segurança e conformidade no desenvolvimento do equipamento.

Por meio dessa iniciativa, o projeto buscou contribuir com soluções práticas e sustentáveis, aplicando conceitos da engenharia hidráulica para atender a demandas reais do setor industrial. A abordagem proposta promoveu a integração entre teoria e prática, destacando o potencial da hidráulica como ferramenta essencial para a automação e otimização de processos produtivos.

1.4 Detalhamento do braço

O desenvolvimento deste projeto, um braço hidráulico, é de grande relevância tanto no campo da engenharia quanto na sociedade, pois aborda diretamente desafios relacionados à mobilidade e acessibilidade. O projeto se destaca por oferecer uma solução prática e eficiente para o transporte e movimentação de peças garantindo maior segurança e conforto para os operadores.

No setor industrial, a movimentação de peças pesadas é uma tarefa que frequentemente exige grande esforço físico e apresenta riscos tanto para os operadores quanto para os materiais manuseados. Lesões musculares, danos às peças e outros acidentes são problemas recorrentes nesses ambientes. O braço hidráulico proposto neste projeto buscou mitigar esses problemas, utilizando princípios da engenharia mecânica e hidráulica para desenvolver um equipamento seguro, acessível e funcional, voltado à automação e otimização de processos produtivos.

Além disso, o projeto promove a inovação tecnológica e a aplicação de conhecimentos acadêmicos na prática, proporcionando aos envolvidos a oportunidade de desenvolver competências técnicas e habilidades como trabalho em equipe, gestão de projetos e solução de problemas. Ele também explora o uso de materiais acessíveis e estratégias de baixo custo, tornando a tecnologia desenvolvida viável para implementação em diferentes contextos.

A relevância deste projeto também esteve na sua contribuição para a eficiência e segurança nos processos industriais, ampliando a automação e otimizando a ergonomia no ambiente de trabalho. O braço hidráulico desenvolvido possibilitou aos operadores uma ferramenta que reduz significativamente o esforço físico necessário para executar tarefas de movimentação e manuseio de peças, diminuindo a probabilidade de lesões ocupacionais e aumentando a produtividade.

Por fim, o braço hidráulico destacou-se como uma iniciativa que alia sustentabilidade, eficiência e impacto industrial, servindo como um exemplo claro de como a engenharia pode ser aplicada para solucionar desafios reais e melhorar os processos produtivos. Trata-se de um projeto que não apenas resolve problemas técnicos, mas também reforça o papel da engenharia como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis no setor industrial.

O protótipo do braço hidráulico desenvolvido possui uma base plana horizontal, projetada para garantir a estabilidade estrutural e permitir a fixação de todas as partes móveis, incluindo as articulações de giro e as seringas de comando. A articulação de giro é a principal responsável por conectar a base horizontal com a estrutura vertical, possibilitando movimentos circulares de aproximadamente 90°.

A estrutura vertical está diretamente ligada à base de giro e conta com um suporte que fixa uma seringa de 10 ml, responsável por gerar o movimento de rotação. Este sistema permite que o braço do guincho seja movimentado horizontalmente. Para

o movimento vertical (elevação do braço), outra seringa de 10 ml é utilizada, conectada ao antebraço por meio de articulações precisas. Adicionalmente, uma terceira seringa é responsável por controlar o movimento da garra localizada na extremidade do braço, possibilitando a manipulação de objetos ou cargas.

Na construção do protótipo, foram utilizados materiais simples, como madeira, para criar os suportes e fixações. A madeira foi perfurada no centro, permitindo a instalação vertical das seringas. Dois furos passantes de 1,5 cm de diâmetro foram feitos para fixação. Na segunda madeira, um furo central adicional com as mesmas dimensões foi usado para conectar a base de giro, garantindo estabilidade e precisão nos movimentos.

As seringas desempenham o papel de geradoras de movimento no sistema, funcionando de forma integrada. Cada seringa está interligada a outra menor, através de mangueiras que transmitem o fluido (água). Este fluido é o responsável pela aplicação e transmissão da força hidráulica necessária para os movimentos.

Para a fixação das seringas no braço do guincho, foram utilizadas braçadeiras, garantindo segurança e funcionalidade. Apesar de ser um protótipo, as estimativas indicam que um modelo em escala real teria a capacidade de elevar até 150 kg, com uma altura máxima de 600 mm, o que demonstra o potencial prático do sistema.

Além de sua contribuição técnica, o projeto do braço hidráulico demonstra a importância da interdisciplinaridade, ao integrar conceitos de engenharia mecânica, hidráulica e ergonomia para atender a demandas práticas da indústria. Sua aplicabilidade transcende os limites de um protótipo acadêmico, mostrando potencial para adaptações em diversas áreas, como transporte de peças frágeis, organização de estoques e apoio em linhas de montagem.

O compromisso com a sustentabilidade também foi um diferencial do projeto, considerando a utilização de materiais acessíveis e técnicas de fabricação que minimizam custos e impactos ambientais. Essa abordagem reforça a viabilidade econômica e a responsabilidade ambiental, aspectos cada vez mais relevantes no cenário industrial contemporâneo.

Por fim, o braço hidráulico não apenas resolve problemas específicos da movimentação de peças, mas também promove uma cultura de inovação e melhoria contínua, inspirando futuros desenvolvimentos e aplicações em larga escala. Este trabalho representa um avanço significativo na demonstração do potencial da

engenharia em criar soluções práticas, eficientes e acessíveis, contribuindo para o fortalecimento da competitividade e sustentabilidade do setor industrial.

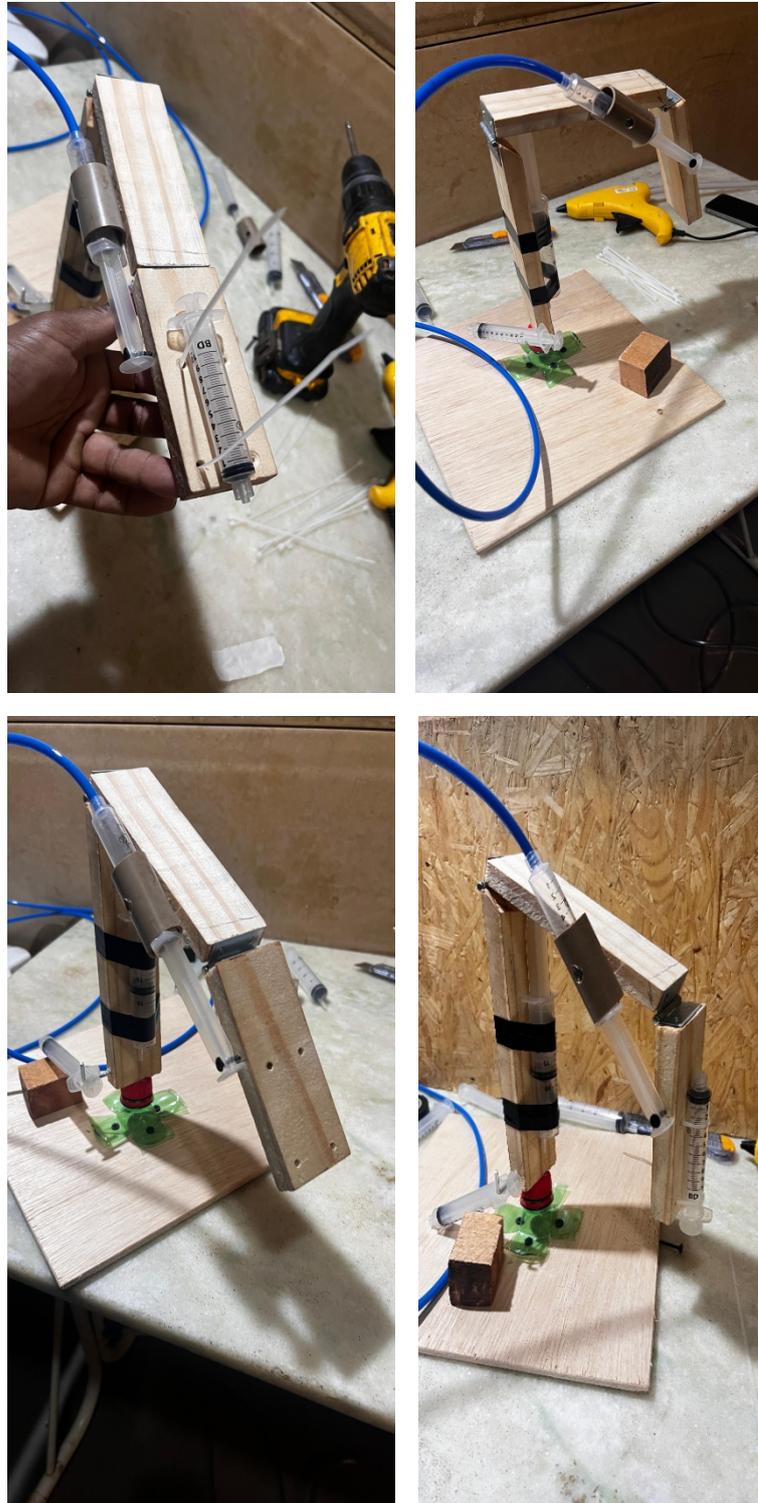


Figura 2 – Figuras explicativas

Fonte: arquivo pessoal

1.5 Ciclo de Vida do Projeto

Primeira Fase: Concepção (O que? Para que?)

A fase de concepção é o ponto de partida do projeto, onde o foco está na definição da equipe de trabalho e na estruturação inicial das responsabilidades. Cada membro é designado para funções específicas, estabelecendo uma matriz de responsabilidades clara e objetiva. Após a formação da equipe, são definidos os objetivos gerais e específicos que o projeto pretende alcançar. Nesse momento, são elaborados o memorial de cálculos e os desenhos preliminares do protótipo, contemplando os detalhes técnicos necessários. Essa etapa culmina em uma reunião para apresentação e aprovação da proposta, garantindo que todos os envolvidos estejam alinhados em relação às metas estabelecidas.

Segunda Fase: Planejamento (Como e quando?)

Concluída a concepção, inicia-se o processo de planejamento. Nessa etapa, a equipe define os materiais que serão utilizados, bem como as dimensões do projeto e as forças que o braço hidráulico deverá suportar. São realizados cálculos específicos para assegurar a viabilidade técnica e estrutural do protótipo. O orçamento é planejado com base em pesquisas de preços de materiais e componentes, permitindo uma estimativa precisa dos custos. Assim, é possível garantir que o projeto seja economicamente viável, sem comprometer a qualidade e os objetivos técnicos previamente definidos.

Terceira Fase: Testes do Equipamento

Na última fase, o protótipo do braço hidráulico é submetido a testes práticos. Os testes envolvem a análise de desempenho do braço hidráulico e de suas articulações, com o objetivo de coletar dados e identificar possíveis ajustes ou melhorias. As informações obtidas nessa etapa são fundamentais para corrigir eventuais falhas e garantir que o protótipo atenda aos requisitos estabelecidos pela equipe. Essa fase finaliza o ciclo de vida do projeto, assegurando que as metas e os objetivos sejam plenamente alcançados.

1.6 Organização do Trabalho

1.6.1 Organização do time do projeto

A organização do time de projeto é essencial para garantir o sucesso de todas as etapas do desenvolvimento. O gerente de projeto, que neste caso é também o responsável direto pelo planejamento e execução, tem como papel principal estruturar o time de trabalho, identificar as habilidades necessárias e designar as funções de cada membro. Isso é feito por meio da elaboração de uma Matriz de Responsabilidades, que define com clareza quem será responsável por cada atividade, respondendo às perguntas: Quem vai fazer o quê?

Além disso, é crucial estabelecer uma liderança que inspire a equipe. Um bom líder não apenas organiza e supervisiona, mas também motiva o grupo, promove a colaboração e mantém o foco nos resultados. É ele quem guia o trabalho, assegura a execução das atividades conforme o cronograma e preserva o moral da equipe, especialmente diante de desafios.

A comunicação é outro pilar fundamental para o bom andamento do projeto. Neste caso, o método principal utilizado foi o presencial, permitindo uma interação direta e mais eficaz entre os membros. Essa proximidade fortalece o engajamento, facilita a troca de ideias e torna a construção coletiva mais eficiente. Paralelamente, ferramentas digitais, como e-mails e plataformas online, também foram empregadas para documentar decisões, compartilhar informações e garantir a continuidade do trabalho.

Essa estrutura organizacional e a integração de métodos de comunicação eficazes criam as condições ideais para que o projeto atinja seus objetivos com eficiência e qualidade.

1.6.2 Matriz de Responsabilidades

A Matriz de Responsabilidades é uma ferramenta de gestão amplamente utilizada para organizar e estruturar as atividades de um projeto. Ela é especialmente útil em projetos colaborativos, onde há múltiplos membros envolvidos em diferentes tarefas, pois permite designar com clareza quem será responsável por cada etapa ou

atividade.

Membro	Responsabilidades
Rafael Teodoro Ricardo Alves	<ul style="list-style-type: none"> - Detalhamento do braço hidráulico (BH) - Ciclo de vida do projeto - Definições técnicas - Concepção e cálculos
Bruno Alexandre Rodrigo Clemente Lucas Raphael	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração do resumo - Metodologia - Definição dos objetivos - Justificativas - Construção da Matriz de Responsabilidades - Cronograma técnico e orçamentário - Classificação dos envolvidos - Definição das metas do projeto - Planejamento geral - Relatório de custos - Referências bibliográficas - Banner, croqui e conclusão
Rafael Teodoro	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculos técnicos
Rodrigo Clemente Bruno Alexandre	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução - Gerenciamento de riscos - Identificação e análise dos riscos - Prevenção de riscos - Abrangência dos estudos
Lucas Raphael	<ul style="list-style-type: none"> - Desenho técnico - Dimensionamento - Lista de ilustrações
Ricardo Alves	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de materiais - Usinagem de materiais - Aquisição de materiais

1.6.3 Cronograma geral

Atividade	Rafael	Ricardo	Rodrigo	Bruno	Lucas	Rafael	Grupo	Docente
Pesquisa Inicial	X	X			X		X	
Definição do Escopo		X	X		X		X	X
Planejamento	X	X		X			X	
Desenho do Protótipo		X	X	X			X	
Aquisição de Materiais			X			X	X	
Montagem do Protótipo				X	X	X	X	
Testes					X	X	X	
Correções							X	
Finalização e Entrega		X			X		X	X

1.7 Plano de Comunicação

O plano de comunicação estabelece as diretrizes para o compartilhamento de informações entre os participantes do projeto, garantindo clareza, organização e alinhamento entre os envolvidos. As reuniões presenciais serão o principal meio de troca de informações, complementadas por ferramentas digitais como e-mails e aplicativos de mensagens para a comunicação assíncrona.

O fluxo de informações seguirá a hierarquia do projeto, assegurando que as decisões estratégicas e operacionais sejam comunicadas com eficiência e registradas para consulta futura. Assim, o plano de comunicação garante que todos estejam cientes de suas responsabilidades e das metas do projeto.

1.7.1 Definição/Classificação dos Envolvidos no Projeto

A classificação dos envolvidos foi realizada com base no papel de cada integrante no desenvolvimento do projeto.

Categoria	Descrição
Estratégicos	Docentes, diretores e orientadores que fornecem suporte e aprovação ao projeto.
Participantes	Gerente e equipe responsável pela execução e gestão do projeto.

Lista de participantes:

- Ricardo Alves
- Bruno Alexandre

1.8 Abrangência de Estudo

Este estudo foi direcionado para o setor industrial, com foco no desenvolvimento de tecnologias que promovam melhorias significativas na movimentação de peças em processos produtivos. O projeto apresentou vantagens em relação aos métodos tradicionais de manuseio, oferecendo maior segurança, eficiência e ergonomia para os operadores.

Além disso, o desenvolvimento do braço hidráulico contribuiu para a capacitação de profissionais da área, incentivando a criação de soluções inovadoras e economicamente viáveis. Como resultado, foram gerados meios mais seguros e eficazes para a manipulação de materiais, além de fomentar oportunidades no setor industrial e tecnológico, reforçando a importância da automação e da inovação na busca por processos produtivos mais sustentáveis e competitivos.

CAPÍTULO 2: MÉTODO PROPOSTO

Para o desenvolvimento do protótipo de um braço hidráulico, foram aplicadas as lições aprendidas nas disciplinas de automação industrial, práticas profissionais e desenho técnico. Além disso, foram seguidos procedimentos metodológicos bem estruturados para garantir o êxito do projeto.

Os principais procedimentos adotados incluem:

- **Estrutura Analítica do Projeto:** Planejamento detalhado das etapas e subetapas do projeto.
- **Cronograma do Projeto:** Organização das atividades em uma linha do tempo com prazos bem definidos.
- **Plano de Comunicação:** Estruturação de métodos de interação entre os membros da equipe.
- **Matriz de Responsabilidades:** Definição clara de funções e tarefas de cada integrante.
- **Identificação e Análise de Riscos:** Avaliação de possíveis problemas e elaboração de estratégias para mitigá-los.

2.1 Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental, com base em um levantamento bibliográfico e documental, além da aplicação de técnicas práticas e observacionais. Inicialmente, a escolha do tema foi orientada pela abundância de ideias e pela acessibilidade de projetos semelhantes já existentes, o que exigiu uma análise criteriosa para definir uma proposta inovadora e viável.

A primeira etapa envolveu a pesquisa de referências técnicas disponíveis em bibliotecas digitais e internet, seguida por discussões diretas com docentes e o grupo de trabalho. A escolha do tema foi fundamentada na viabilidade de manipular variáveis relacionadas à construção do protótipo de braço hidráulico, como dimensionamento, seleção de materiais e análise de cargas, buscando compreender a relação entre causa e efeito.

Na fase de execução, priorizou-se a análise de riscos, contemplando tanto tensões de ruptura quanto a segurança dos materiais e do projeto como um todo. Para a estrutura, optou-se pelo uso de madeira como material principal, devido à sua

disponibilidade, custo acessível e propriedades de maleabilidade e resistência. Essa decisão foi baseada na coleta de dados obtidos por meio de observações, testes práticos e discussões em grupo.

O uso de madeira como material contribuiu significativamente para a execução do protótipo, facilitando ajustes e permitindo modificações conforme necessário. Essa escolha também reforçou a aplicabilidade prática do projeto, tornando-o mais acessível a diferentes contextos e promovendo a sustentabilidade.

Os cálculos foram realizados com base em valores aproximados, porém seguros, para estimar a capacidade de carga e resistência do equipamento. Apesar das limitações de recursos e máquinas específicas para testes mais aprofundados, substituímos dados teóricos por observações práticas que atenderam às necessidades do estudo.

Com essas metodologias, o projeto buscou alcançar resultados confiáveis, mantendo o equilíbrio entre inovação técnica, segurança e custo-benefício, promovendo um impacto significativo no setor da saúde e na formação acadêmica dos envolvidos.

O objetivo desta pesquisa é esclarecer o princípio de Pascal, utilizando demonstrações visuais da força hidráulica aplicadas a diferentes elementos. Foram realizados cálculos baseados em um condicionamento específico, simulando situações práticas em que é necessário exercer força para o levantamento de uma carga determinada.

Para a criação do protótipo, foram utilizados materiais acessíveis e de baixo custo, como seringas, fitas adesivas, dobradiças, madeira, mangueiras e garrafas PET. Esses componentes foram selecionados para ilustrar, de maneira clara e prática, o funcionamento de sistemas hidráulicos, tornando o protótipo funcional e didático. A proposta busca traduzir os conceitos teóricos em aplicações práticas, visando resultados quantitativos que demonstrem a eficiência do sistema hidráulico e sua capacidade de amplificar forças em diferentes contextos.

2.2 Orçamento do Projeto

2.2.1 Plano Orçamentário

O plano orçamentário detalhado do projeto foi elaborado para garantir uma visão clara e transparente dos custos envolvidos na execução do protótipo. Foram considerados os itens necessários para o desenvolvimento do braço hidráulico, desde os materiais para a construção até os elementos de finalização e apresentação. A seguir, apresenta-se o quadro de custos estimados:

Itens	Custo Unitário (R\$)	Quantidade	Custo Total (R\$)
Madeira	35,00	1	35,00
Encadernação	7,00	1	7,00
Seringas	3,83	8	30,64
Mangueiras	12,00	3metros	36,00
Banner	110,00	1	110,00
Pintura	10,00	1	10,00
Equipamentos de Fixação	32,00	1	32,00
Total Geral			260,64

Considerações sobre o Orçamento

O orçamento foi planejado com foco em manter o equilíbrio entre custo e qualidade, priorizando a eficiência e a acessibilidade dos materiais utilizados.

- **Madeira:** Escolhida por sua fácil manipulação e resistência, sendo a base principal da estrutura do protótipo.
- **Seringas e Mangueiras:** Elementos fundamentais para o funcionamento do sistema hidráulico.
- **Encadernação e Banner:** Itens relacionados à apresentação e documentação do projeto, necessários para exposição de resultados.
- **Pintura e Equipamentos de Fixação:** Garantem o acabamento e a segurança estrutural do protótipo.

O valor total de **R\$ 260,64** é uma estimativa acessível, viabilizando a construção de um protótipo funcional que atende aos objetivos propostos. O

orçamento reduzido reflete a eficiência no planejamento e na escolha de materiais que maximizam o custo-benefício.

2.2.3 Prevenção de riscos

Gerenciamento de Riscos do Projeto

Declaração do Risco: condição e consequência do risco

P (Probabilidade): probabilidade de acontecer o risco (1-baixa, 2-média, 3-alta)

I (Impacto): prejuízo caso o risco aconteça (1-baixa, 2-média, 3-alta)

E (Exposição): $P \times I$, escala utilizada para classificar os riscos ou problemas (mais alto = mais perigoso)

Status: indica o progresso da execução dos planos, ou ainda se o risco/problema já foi resolvido.

Declaração do Risco/Problema	P	I	E	Ações	Status
Quebras e problemas em equipamentos	3	3	9	Conscientizar sobre a necessidade de manutenções periódicas nos equipamentos	Em andamento
Pane no Sistema de Abastecimento de óleo durante funcionamento	3	3	9	Solicitar da manutenção as providências para conserto, e eliminação da causa raiz do problema	Em andamento
Indisponibilidade de energia elétrica	2	3	6	Conscientizar sobre as implicações da não disponibilidade de energia nas datas acordadas	Em andamento
Falha na concepção do projeto de automação	2	3	6	Revisão imediata de todos os itens de concepção do projeto	Em andamento
Qualidade abaixo do especificado nos produtos fornecidos	2	3	6	Troca dos produtos recebidos por outros com a qualidade especificada	Em andamento
Desregulagem dos Controladores	2	3	6	Conscientizar sobre a necessidade de regulagem	Em andamento

durante funcionamento				periódica dos equipamentos	
Interferências físicas nas áreas do projeto	2	3	6	Conscientizar todos os funcionários a fim de evitar interferências físicas na instalação dos equipamentos	Em andamento
Qualidade abaixo do esperado nos serviços contratados	2	2	4	Acompanhamento / supervisão dos serviços contratados	Em andamento
Atrasos por parte de fornecedores de equipamentos	1	3	3	Conscientizar todos os fornecedores sobre a importância do cumprimento dos prazos	Em andamento
Funcionários sem conhecimento do sistema de automação	1	3	3	Prover treinamento a todo funcionário que for trabalhar com o sistema de automação	Em andamento
Atrasos nas aquisições dos equipamentos necessários	1	2	2	Efetuar todas as compras de equipamentos anteriormente ao início da fase de instalação	Em andamento

2.3 Metas dos produtos

METAS	OBJETIVO
Custos	Diminuir ao máximo o custo de fabricação do projeto mesmo mantendo a qualidade.
Viabilidade	Visar segurança, e a possibilidade de fácil criação do projeto, com vastas opções de materiais a serem utilizados e variações de custos.
Acesso	Possibilitar o acesso a diferentes classes por meio da facilidade para operá-lo.

2.3.1 Memorial de cálculos

Estrutura do braço hidráulico

Altura-----26cm

comprimento1-----15cm

comprimento2-----12,5cm

comprimento3----7,5cm

Foi calculado a tensão admissível do material (madeira) que é de 100kg/cm² em que

$$\text{TensAdm} = Mf/A$$

$$100 = Mf(F \times d)/6$$

$$600 = F \times d$$

$$600 = F \times 30$$

$$F = 600/30$$

F = 20kg/cm² é a tensão máxima que o material pode aguentar

Seringa de 20 ml: 10mm

Utilizando o diâmetro interno (D), calculamos a área (A) com:

$$A = \pi \times (D/2)^2$$

$$A = \text{Diâmetro de 10 mm: } A \approx 78,539 \text{ mm}^2$$

$$\text{ou } 0,785 \text{ cm}^2$$

Momento fletor M = Q x L

$$59,4 \text{ N/cm} = Q \times 30$$

$$Q = 59,4 / 30$$

$$Q = 1,98\text{N}$$

Momento Fletor para braço articulado

$$M = Q \times L/2$$

$$M = (1,98 \times 30)/2$$

$$M = 29,7$$

Pressão de trabalho para carga de 200g

$$P = F / A$$

$$P = 1,98 / 0,785 \text{ cm}^2$$

$$P = 2,5(\text{Pa})$$

CAPÍTULO 3: SEGURANÇA

3.1 Plano de Gerenciamento de Risco

O plano de gerenciamento de risco tem como objetivo identificar, analisar e propor ações para minimizar ou eliminar os riscos associados ao projeto. Os riscos foram classificados com base em dois critérios principais: Probabilidade (chance de o risco ocorrer) e Exposição ao Risco (impacto que ele causa caso aconteça). A tabela a seguir resume os principais riscos identificados:

No.	Riscos	Probabilidade	Exposição ao Risco
1	Quebras e problemas em equipamentos	8	Alta
2	Pane no abastecimento de óleo durante funcionamento	9	Alta
3	Indisponibilidade de energia elétrica	4	Média
4	Falha na concepção do projeto	5	Média
5	Qualidade abaixo do especificado nos produtos fornecidos	5	Média
6	Desregulagem dos controladores durante funcionamento	6	Média
7	Interferências físicas nas áreas do projeto	6	Média
8	Qualidade abaixo do esperado nos serviços contratados	4	Média
9	Atrasos por parte de fornecedores de equipamentos	1	Baixa
10	Funcionários sem conhecimento do sistema de automação	1	Baixa
11	Atrasos nas aquisições dos equipamentos necessários	2	Baixa

3.1.1 Identificação de Riscos

Os riscos foram identificados com base em um levantamento das condições atuais do projeto, analisando os possíveis problemas que podem surgir em cada etapa do desenvolvimento e operação.

3.1.2 Análise de Riscos

A análise de riscos foi feita com base em uma escala de impacto, que varia de 1 a 9, conforme mostrado no gráfico:

Escala de Exposição ao Risco:

- **1 a 3:** Risco baixo, exige atenção mínima.
- **4 a 6:** Risco médio, requer monitoramento constante e ações corretivas.
- **7 a 9:** Risco alto, necessita de atenção prioritária e planejamento específico para mitigação.

CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO

4.1 Primeira fase: concepção

4.1.1 Resultados Obtidos: Pré-Projeto e Relatórios

Durante a entrega do Pré-Projeto e dos relatórios desta fase de concepção, são realizadas verificações detalhadas para assegurar que o escopo do projeto foi devidamente atendido. Isso inclui validar se todas as especificações e diretrizes definidas inicialmente foram seguidas corretamente.

Além disso, são analisados os custos do projeto, garantindo que não tenham excedido o orçamento planejado. Caso haja extrapolações, as causas são investigadas e documentadas. O cumprimento do prazo, conforme estipulado no cronograma, também é verificado. Quaisquer desvios ou inconformidades são reportados ao gerente do projeto para as devidas ações corretivas.

Após a validação dessas etapas, o gerente do projeto organiza uma reunião com todos os envolvidos, incluindo os stakeholders, para apresentar os resultados do pré-projeto e dos relatórios, buscando sua aprovação. Apenas após essa aprovação a próxima fase do projeto é iniciada.

4.2 Segunda fase: planejamento

4.2.1 Resultados Obtidos: Relatório de Custos e Cronograma

Nesta fase, o foco está na análise detalhada do cronograma e dos custos envolvidos no projeto. O grupo realiza uma avaliação conjunta para garantir que todos os recursos necessários foram alocados adequadamente e que o cronograma está alinhado com os objetivos estabelecidos.

Essa análise é feita de forma colaborativa, com o envolvimento do grupo e do docente responsável. O objetivo é assegurar que todos os pontos críticos do projeto foram considerados e que quaisquer ajustes necessários podem ser implementados antes da execução do projeto.

4.3 Terceira fase: implantação

4.3.1 Resultados Obtidos: Entrega do Data Book

O Data Book é um documento informativo que compila toda a documentação referente ao desenvolvimento do projeto. Ele contém informações detalhadas sobre os processos de construção, os testes realizados e os ajustes feitos no protótipo. Além disso, apresenta os cálculos realizados pela equipe, servindo como certificação da qualidade e conformidade técnica do projeto.

Esse material é apresentado aos stakeholders e interessados no projeto para avaliação e aprovação. Somente após a validação do Data Book é que o projeto pode avançar para a próxima etapa. Caso sejam identificados itens não conformes, a fase de implantação é revisitada até que tudo esteja dentro das especificações técnicas e requisitos estabelecidos.

4.4 Quarta fase: encerramento do projeto

4.4.1 Resultados Obtidos: Relatório de Conclusão do Projeto

A fase de encerramento marca o momento de avaliação final do projeto, considerando os resultados obtidos ao longo de todo o processo. São feitas análises detalhadas para verificar:

- O cronograma foi cumprido dentro do prazo planejado?
- Os custos permaneceram dentro das estimativas, sem extrapolar o orçamento?
- O resultado entregue está dentro das margens de folga permissíveis?
- A qualidade final do projeto atingiu os níveis de excelência esperados?
- A produtividade da equipe foi suficiente para alcançar o rendimento esperado?
- As perdas no processo foram controladas e estão dentro do aceitável?
- O projeto é sustentável e possui aplicabilidade futura?
- Todos os envolvidos (stakeholders) estão satisfeitos com o resultado final?

Por fim, é avaliada a aplicação prática de todas as competências e conhecimentos adquiridos durante a execução do projeto. Se todas essas respostas forem positivas, o projeto é considerado aprovado, com sucesso em sua execução e alcance dos objetivos propostos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do braço hidráulico proposto resultou em um protótipo funcional que demonstrou com eficácia os princípios da hidráulica aplicados à movimentação de peças em ambientes industriais. Os testes realizados com o protótipo confirmaram sua capacidade de elevar e movimentar peças de diferentes pesos e dimensões, utilizando força reduzida e garantindo estabilidade durante as operações.

Resultados Obtidos

- 1. Capacidade de Carga:** o protótipo foi capaz de movimentar peças com pesos variados, demonstrando a eficiência do sistema hidráulico em amplificar a força aplicada. Os testes validaram a relação teórica da Lei de Pascal, confirmando a precisão do dimensionamento das áreas de atuação no sistema.
- 2. Precisão de Movimentação:** a movimentação das peças foi realizada com controle preciso, possibilitado pelo design do sistema hidráulico e pelos ajustes implementados no protótipo. Isso é especialmente relevante para aplicações que exigem manipulação cuidadosa de peças sensíveis ou pesadas.
- 3. Redução de Esforço Físico:** os experimentos demonstraram que o uso do braço hidráulico reduz significativamente o esforço físico necessário por parte do operador, minimizando o risco de lesões ocupacionais e melhorando as condições ergonômicas no ambiente de trabalho.
- 4. Custo e Simplicidade de Implementação:** o protótipo foi desenvolvido com materiais acessíveis e de baixo custo, comprovando sua viabilidade econômica para pequenas e médias empresas que buscam soluções industriais eficientes e econômicas.

Discussões

- 1. Impacto na Ergonomia e Segurança:** um dos principais benefícios identificados foi a melhora na ergonomia do ambiente de trabalho. A redução do esforço físico dos operadores minimiza os riscos de lesões, enquanto a estabilidade do sistema proporciona maior segurança durante o manuseio de peças pesadas ou de formas irregulares.
- 2. Escalabilidade e Adaptação:** embora o protótipo tenha sido desenvolvido para fins de demonstração, sua escalabilidade para aplicações reais é viável. Ajustes no design, como o aumento da capacidade de carga e a automação de movimentos, podem torná-lo ainda mais eficiente em ambientes fabris.
- 3. Limitações e Oportunidades:** durante os testes, foram observadas algumas limitações, como a velocidade de movimentação, que pode ser aprimorada com o uso de fluídos de menor viscosidade ou sistemas hidráulicos mais avançados. Esses desafios oferecem oportunidades para melhorias futuras e adaptações específicas para diferentes indústrias.
- 4. Sustentabilidade:** utilização de materiais recicláveis e de baixo impacto ambiental no desenvolvimento do protótipo alinha-se com práticas sustentáveis, tornando o projeto uma alternativa viável e responsável para a automação industrial.
- 5. Integração com Tecnologias Avançadas:** a integração do braço hidráulico com sistemas de automação, como sensores e controladores eletrônicos, pode ampliar ainda mais sua aplicação, permitindo o uso em linhas de produção automatizadas e aumentando sua eficiência em escala industrial.

Considerações Finais dos Resultados

Os resultados obtidos evidenciam que o protótipo do braço hidráulico não apenas cumpre sua proposta inicial, mas também destaca seu potencial como uma

solução acessível e eficiente para desafios industriais. Além disso, sua aplicabilidade prática demonstra a importância da engenharia no desenvolvimento de tecnologias que promovem melhorias concretas no setor produtivo.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do braço hidráulico para movimentação de peças em ambientes industriais demonstrou a viabilidade de aplicar princípios da engenharia hidráulica para resolver desafios práticos no setor produtivo. O protótipo, além de cumprir com os objetivos estabelecidos, destacou-se por sua eficiência, simplicidade e acessibilidade, reforçando a importância de soluções tecnológicas inovadoras para otimizar processos e aumentar a segurança e a ergonomia no trabalho.

Os resultados obtidos evidenciaram que o uso de sistemas hidráulicos não apenas reduz o esforço físico dos operadores, mas também melhora a precisão e a estabilidade durante a manipulação de peças, contribuindo para a prevenção de acidentes e lesões. Além disso, o projeto apresentou um custo-benefício atraente, tornando-se uma solução acessível, especialmente para pequenas e médias empresas que buscam melhorias em seus processos industriais.

O estudo também abriu oportunidades para futuras inovações, como a integração com sistemas de automação e controle eletrônico, bem como a adaptação para atender a demandas específicas de diferentes setores industriais. Adicionalmente, a abordagem sustentável adotada no desenvolvimento do protótipo reafirmou a possibilidade de criar soluções tecnológicas que conciliem eficiência e responsabilidade ambiental.

Por fim, este trabalho reforça o papel da engenharia como uma ferramenta essencial para enfrentar desafios industriais contemporâneos, promovendo a união entre teoria e prática. O braço hidráulico desenvolvido não apenas atende a demandas técnicas específicas, mas também contribui para a formação de profissionais capacitados, capazes de criar soluções inovadoras e impactar positivamente a sociedade e o mercado industrial.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. L.; MENDES, A. A.; TRINDADE, F. C.; CARDOSO, L. R. O projeto de um braço hidráulico como ferramenta de aprendizagem ativa. **Revista Pensar Acadêmico**, v. 18 n. 4, 2020.

Disponível em:

<https://www.pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/1689>. Acesso em: 01 dez. 2024.

SALM, A. H.; PEREIRA, J. N.; FALK, L. H.; SOUZA, M. V. de; ZENDRON, F.; SANTOS, T. F.; SOUZA, F. P. da S. de. Desenvolvimento de um braço mecânico hidráulico. **Anais da Mostra de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cidadania (MEPEC) - ISSN 2596-0954**, [S. l.], v. 3, p. 18–19, 2019.

Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/MEPEC/article/view/408>. Acesso em: 01 dez. 2024.

OLIVEIRA, L. de; ROCHA, P. E. F.; BARBOSA, R. F.; ARIKAPU, U. do V. Braço hidráulico controlado por seringas. **Viver Ciência**, n367, 2018. Disponível em:

<http://www2.ufac.br/mpecim/menu/producoes/viver-ciencia-2018/367-braco-hidraulico-controlado-por-seringas.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2024.