

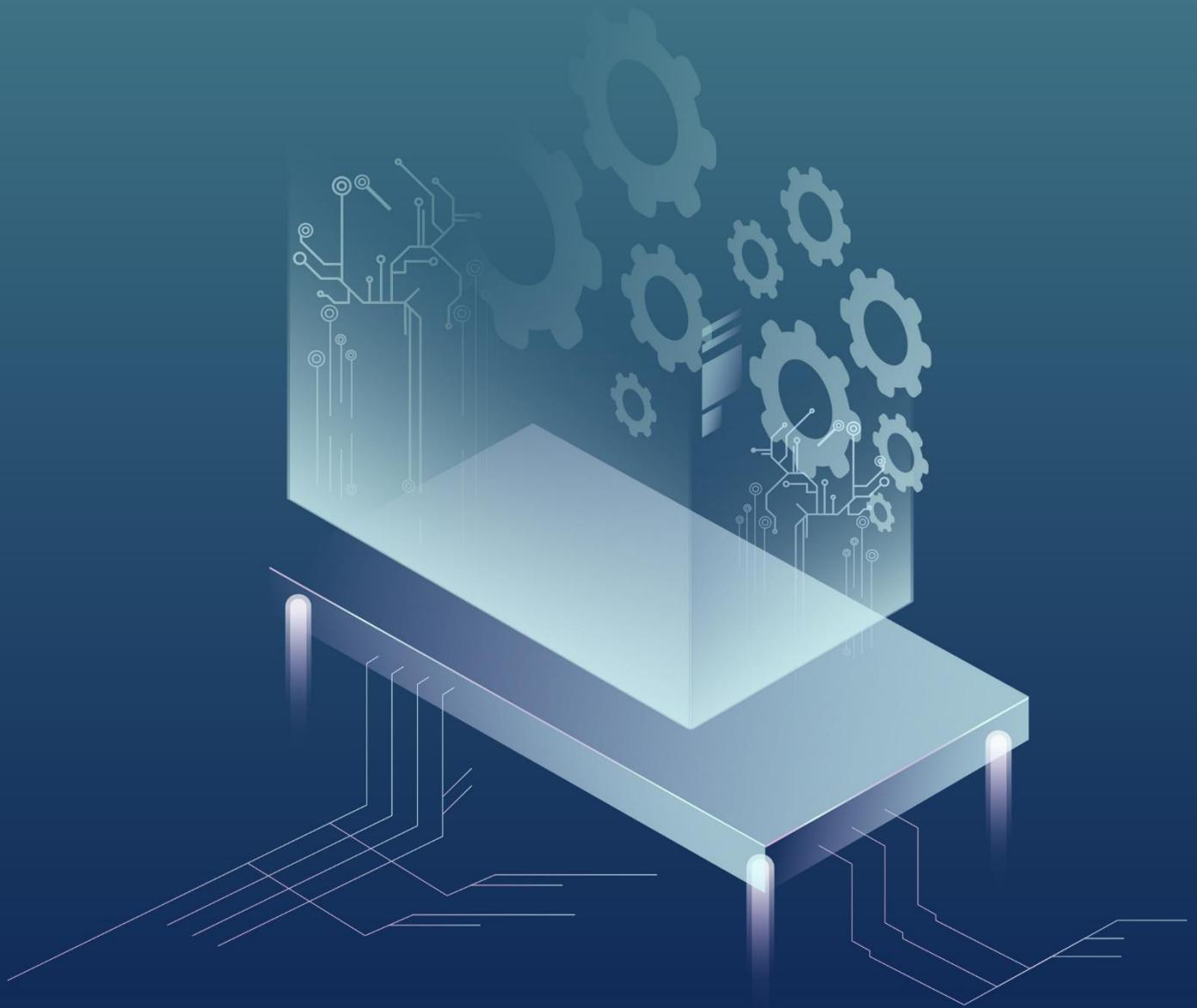
**ANAIS DO SEMINÁRIO DE
PESQUISA E INICIAÇÃO
CIENTÍFICA - UBM**



ISSN 2965-0461

Engenharias

v.5, n.1, 2022



Centro Universitário de Barra Mansa - UBM

Professor Dr. Bruno Moraes Lemos

Reitor

Professora Ma. Rosali Gomes Maciel

Coordenação do Núcleo de Ensino e Processos Avaliativos

Professor Me. Ricardo Alves Said

Coordenação de Pós-graduação e Pesquisa

Professora Ma. Ana Maria Dinardi Barbosa Barros

Editoração, Formatação e Organização dos Anais

ISSN 2965 - 0461

NÚCLEOS DE PESQUISA – UBM

NÚCLEO DE PESQUISA DA SAÚDE – NUPES

Coordenador: Professor Dr. Victor Maximiliano Reis Tebaldi

Participante (s):

Professora Ma. Ariela Torres Cruz

NÚCLEO DE PESQUISA DAS CIÊNCIAS HUMANAS – NUPECH

Coordenador: Professora Ma. Florência Cruz da Rocha Ebeling

Participante (s):

Professora Ma. Ana Maria Dinardi Barbosa Barros

NÚCLEO DE PESQUISA, INOVAÇÃO E DIFUSÃO DAS ENGENHARIAS – NUPIDE

Coordenador: Professor Me. Fábio de Souza

Participante (s):

Professor Dr. Dener Martins dos Santos

Professor Me. José Nilton Cantarino Gil

Professor Me. Marco Antônio Gabriel

NÚCLEO DE PESQUISA EM DIREITO – NUPED

Coordenador: Professora Ma. Sheila Lyrio Cruz Zelma

Participante (s):

Professor Me. Thiago de Souza Modesto

Professora Dra. Roberta Aline Oliveira Guimaraes

NÚCLEO DE PESQUISA EM ESTRATÉGIA, GESTÃO E INOVAÇÃO – NUPEGI

Coordenador: Professor Esp. José Maurício dos Santos Pinheiro

COMISSÃO DE PESQUISA

Professor Dr. André Luiz Couto

Professora Ma. Ariela Torres Cruz

Professora Ma. Ana Maria Dinardi Barbosa Barros

Professor Dr. Dener Martins dos Santos

Professora Dra. Janaina Soledad Rodrigues

Professor Me. José Aurélio Vilas Boas

Professor Me. José Nilton Cantarino Gil

Professor Me. Marco Antônio Gabriel

Professora Dra. Neide Mara de Menezes Epifânio

Professora Dra. Patrícia Teixeira

Professora Ma. Priscila de Oliveira Januário

Professora Dra. Roberta Aline Oliveira Guimaraes

Professor Me. Thiago de Souza Modesto

Professor Dr. Vladimir Lopes de Souza

APRESENTAÇÃO

A ideia destes Anais nasceu da necessidade de abrir espaço para a publicação das pesquisas e de relatos das práticas do cotidiano das formações oferecidas pelo UBM. A partir desse desejo de divulgar os resultados de iniciação científica e das pesquisas existentes nos cursos de graduação e nos Núcleos de Pesquisa é que o Centro Universitário de Barra Mansa, oferece, em 2018, seu primeiro Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica à comunidade interna. Como resultado desse evento tem-se nesses Anais as produções científicas de nossos jovens graduandos, organizadas por área de conhecimento: Ciências Sociais/Artes, Engenharia e Saúde. Esta publicação é a compilação de artigos, resumos expandidos e relatos de experiência nessas áreas. Em relação aos textos publicados aqui, optamos pela manutenção de estilo de escrita dos acadêmicos em função de termos como principal objetivo o fomento a essas produções e, como incentivo, a sua publicação. Esperamos contribuir significativamente para o processo de sistematização e produção de conhecimento em cada leitor, pois entendemos que os diferentes textos apresentados podem trazer diversas linhas de pensamento e pareceres a respeito de assuntos variados.

Coordenação de Pós Graduação e Pesquisa

SUMÁRIO

ANÁLISE DOS FLUÍDOS HIDRÁULICOS PARA O EQUIPAMENTO	05
APLICAÇÃO DAS NORMAS 4287 - 6158 - 6409 NA FABRICAÇÃO DA MÁQUINA DE TRACÇÃO DIDÁTICA	16
A IMPORTÂNCIA DA INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA EM COMPONENTES ELÉTRICOS	40
AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO GERENCIADO POR SUPERVISÓRIO	50
DIMENSIONAMENTO DE PONTE ROLANTE	63
DIMENSIONAMENTO DO CONDICIONAMENTO TÉRMICO DAS SALAS DE AULA 206 - 207 - 208 DO PRÉDIO III UBM	84
DISPOSITIVO DE LIMPEZA PARA PLACA SOLAR	96
ELEVADOR HIDRÁULICO DE SERINGAS	110
ESTUDO DA CAPACIDADE DE MICROGERAÇÃO E APLICAÇÃO DE ENERGIA IEZOELÉTRICA	120
FILTRAÇÃO PARA SISTEMAS HIDRÁULICOS	137
MODERNIZAÇÃO DE PAINEL PARA CAMBAMENTO DE CARROS TORPEDO	154
OS IMPACTOS DA APLICAÇÃO DA LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS – LGPD	163
PROTÓTIPO DE BRAÇO HIDRÁULICO	176
VENDAS ESPECIAIS: LUCRATIVIDADE ADVINDA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS	190

ANÁLISE DOS FLUÍDOS HIDRÁULICOS PARA O EQUIPAMENTO

ANALYSIS OF HYDRAULIC FLUIDS FOR THE EQUIPMENT

Carlos Hamilton Soares¹
Douglas Renato Magalhães Chaves²
Fabiano da Silva Carvalho³
Fernando da Silva Santos⁴
Marcelo Silva de Souza⁵
Marllon Moreira Medeiros⁶
Ygor Ribeiro da Silva Neves⁷

RESUMO

Os equipamentos hidráulicos precisam de diferentes precauções para o seu perfeito processamento. Assim a seleção do óleo hidráulico apropriado é fundamental assegurar a lubrificação, prolongar a vida útil das bombas, válvulas, cilindros e itens da máquina, com isso evitando prejuízos financeiros. A lubrificação fornece uma proteção contra desgastes. Esse óleo lubrifica as peças móveis e constrói uma película. A viscosidade do óleo apresenta um papel importante, pois possui a função de resistência que a peça precisa ter ao se mover, a partir resistência as peças móveis surgem mais resistentes à pressão exercida pelo trabalho realizado. Além dessa resistência física, o óleo também possibilita ao equipamento resistência térmica. As peças aquecem e resfriam no decorrer do processo, assim com essa uma solução antioxidante, faz com que as peças não sofram com o passar do tempo.

Palavras-chave: Equipamentos. Óleo hidráulico. Lubrificação.

ABSTRACT

Hydraulic equipment needs different precautions for its perfect processing. Thus, the selection of the appropriate hydraulic oil is essential to ensure lubrication, prolong the

¹ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. carloshsjr@hotmail.com

² Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. douglasrnc@hotmail.com

³ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. fabianodasilvav@gmail.com

⁴ Docente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ

⁵ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. marcelo.souza82_@hotmail.com

⁶ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. marllon-moreira@hotmail.com

⁷ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. ygorneves1996@outlook.com

life of pumps, valves, cylinders and machine items, thus avoiding financial losses. Lubrication provides wear protection. This oil lubricates moving parts and builds up a film. The viscosity of the oil plays an important role, as it has the function of resistance that the part needs to have when moving, from resistance the moving parts appear more resistant to the pressure exerted by the work performed. In addition to this physical resistance, the oil also provides the equipment with thermal resistance. The pieces heat up and cool down during the process, so with this antioxidant solution, the pieces don't suffer over time.

Keywords: Equipament. Hydraulic oil. Lubrication.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade as indústrias analisam propostas para diminuir gastos, elevar a produtividade e prolongar a vida útil dos seus equipamentos. Assim praticam medidas preventivas que geram um diferencial na competição para adquirirem novos mercados ou permanecerem ativas, além disso, buscam tecnologias, melhorias dos processos produtivos e diminuição dos seus custos operacionais. Assim precisam manter seus ativos em processo conforme com o planejado e tempo programado da vida útil da produção, sem que haja paradas, quebras e prejuízos fora do prazo esperado.

As máquinas possuem diferentes itens com superfícies em movimento com alterados níveis de velocidade, através desse movimento surge o atrito, que provoca aquecimento e desgaste. Com isso a lubrificação faz o papel de proteção nessas máquinas. E na lubrificação um elemento muito importante é óleo hidráulico.

Este fluido é responsável pela transmissão de força para os equipamentos, proteção de partes contra o desgaste, lubrificar máquinas e equipamentos e também contribui na força dos movimentos das peças internas.

Segundo Belmiro (2006) a lubrificação consiste em uma operação que inclui uma substância adequada entre superfícies sólidas que encontram-se em contato entre si e que geram movimentos relativos. Essa substância adequada geralmente é um óleo ou uma graxa que impossibilita o contato direto entre as superfícies sólidas. Assim quando estão com um lubrificante, o atrito sólido é trocado pelo atrito fluido. Nessa situação, o desgaste entre as superfícies será reduzido.

A lubrificação também apresenta outras finalidades como: menor dissipação de energia na forma de calor; redução da temperatura, pois o lubrificante também refrigera; redução da corrosão; redução de vibrações e ruídos e redução do desgaste.

A lubrificação então realiza essa proteção e diminuição dessas consequências nesses elementos e componentes de máquinas. E para obter uma lubrificação eficiente necessita de conhecimento que envolve o tipo, quantidade de lubrificante, quando e onde utilizá-lo.



1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar as diferenças do óleo hidráulico LTSA32 mais conhecido como M150 industrialmente e o óleo hidráulico HMTVG68 mais conhecido como M300 industrialmente, assim para qual máquina é melhor utilizado, possui uma melhor viscosidade e quais os benefícios e malefícios podem causar para o equipamento.

1.1.2 Objetivos específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico com a finalidade de demonstrar a importância da análise de fluido para o equipamento;
- Compreender as diferenças das viscosidades entre o óleo hidráulico M150 e M300;
- Identificar o tipo de equipamento que terá melhor desempenho com determinado óleo;
- Realizar uma análise para uma aplicação adequada.

2 ANÁLISE DOS FLUÍDOS HIDRÁULICOS PARA O EQUIPAMENTO

2.1 METODOLOGIA

Para o presente trabalho realizou-se uma revisão bibliográfica, buscando o aperfeiçoamento para o tema tratado, assim obtendo conhecimentos relacionados no assunto com intuito de sugerir soluções aos problemas apontados.

Logo o início do estudo foi efetuado com a criação teórica sobre o tema. Partindo de uma pesquisa bibliográfica e análise preliminar em relação ao tema da

pesquisa. O desenvolvimento foi apresentado com algumas metodologias de análise e melhoria do método disponível.

Para os argumentos da direção teórica do trabalho foi elaborado um estudo exploratório fundado em materiais como livros, artigos publicados, internet e autores reconhecidos que escrevem sobre esse tema.

Na contribuição de dados para a análise de caso foram usados materiais de lubrificação de equipamentos hidráulicos, plano de lubrificação e problemas relacionados com óleos incorretos utilizados para a lubrificação destes equipamentos.

Com isso, a metodologia de pesquisa aplicada na elaboração do trabalho intenciona os critérios de utilização de formas de qualidade na metodologia de análise de falhas e melhorias de processos.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estímulo para a execução desse tema foi através dos maléficos como um óleo não adequado pode ocasionar para um equipamento, ao se tratar da viscosidade do óleo, pois ela está relacionada diretamente aos parâmetros de execução do equipamento, sejam eles rotação, pressão ou temperatura. Assim ele é quem confere ao equipamento o filme que separa as partes metálicas do contato, protegendo contra corrosão e desgaste excessivo. Logo a viscosidade é o ponto principal na escolha do óleo.

A viscosidade está relacionada com a medida da resistência do fluido ao escoamento. Ela pode ser apresentada numa ação de cisalhamento em um fluido entre duas placas paralelas com movimento relativo em certa distância, essas camadas de fluido deslizam uma em relação à outra.

Segundo Noria Corporation (2002) o índice de viscosidade mostra que esta propriedade mensura como a viscosidade varia com a temperatura. Os fluidos com alto IV recebem pouca variação de viscosidade em grandes variações de temperatura e fluidos com baixo IV recebem maior variação de viscosidade com a temperatura.

Os óleos escolhidos para o trabalho foram o Óleo Hidráulico LTSA32 e Óleo Hidráulico HMTVG68, eles apresentam diferenças, e assim também como são processados pelo equipamento, pois cada um apresentam características próprias e assim recomendados para equipamentos específicos, pois alguns desses operam em com altas temperaturas ou altas pressões.

O Óleo Hidráulico LTSA32 consiste em um óleo lubrificante mineral, apropriado para lubrificação de sistemas hidráulicos e sistemas circulatórios que trabalham em condições de baixa pressão e temperatura, (abaixo de 1800 rpm e pressões abaixo de 1500 Lbs), aplicados em equipamentos industriais, veiculares ou outros equipamentos que precisam de um lubrificante com estas características e classificação. Agrupado com óleos minerais selecionados e aditivos antidesgaste, antioxidante, anticorrosivo, antiespumante e demulsificante.

Suas vantagens estão relacionadas com a compatibilidade com os materiais de vedação, proteção eficiente contra a corrosão das partes metálicas, boa resistência a oxidação, proporciona maior vida útil do equipamento, evita a formação de espuma e devido sua formulação balanceada, garante um bom desempenho aos equipamentos.

Já o Óleo Hidráulico HMTVG68 está formulado a partir de óleos minerais derivado de petróleo, adequado para lubrificação de sistemas hidráulicos que operam com altas temperaturas ou altas pressões, onde é exigido um fluído do tipo HL. Atende equipamentos com rotação abaixo de 1800 rpm, pressão de até 1500 Lbs e todos os graus de viscosidade da norma ISO. (10,22,32,46,68,100,150, 220 e 320).

Suas vantagens estão relacionadas grande capacidade de separação de contaminantes através de água, elevada resistência a espuma, alta capacidade de antidesgaste, resistência a formação de lodos e depósitos, elevada proteção contra corrosão e ferrugem e excelente comportamento face a juntas e elastômeros.

Nos exemplos de óleos hidráulicos citados acima que é o estudo do nosso trabalho, podem ser observado abaixo as características precisas de cada óleo e para qual equipamento poderá ser melhor aplicados , visto relacionados as características com as normas, conforme Tabela 1 abaixo.

CARACTERÍSTICAS GRAU ISO	NORMA ASTM	CEPSA HIDRÁULICO HM						
		10	15	22	32	46	68	100
Densidade 15°C, kg/l	D-4052	0,847	0,857	0,867	0,875	0,880	0,882	0,888
Viscosidade a 40°C, cSt	D-445	10,59	15,4	23	30,5	46,4	68	99,9
Índice de Viscosidade	D-2270	99	100	100	100	100	98	95
Ponto de Inflamação V/A, °C	D-92	160	165	202	204	204	210	220
Ponto de Congelamento, °C	D-97	-21	-30	-24	-24	-21	-18	-18

Assim as altas e baixas viscosidades do óleo hidráulico terão conseqüências no equipamento.

Alta Viscosidade

- Maior dificuldade na sucção das bombas (cavitação);
- Perda de carga mais acentuada;
- Lenta reação aos acionamentos;
- Dificuldade de eliminação de bolhas de ar,
- Vazamentos relativamente reduzidos;
- Maior ação lubrificante.

Baixa Viscosidade

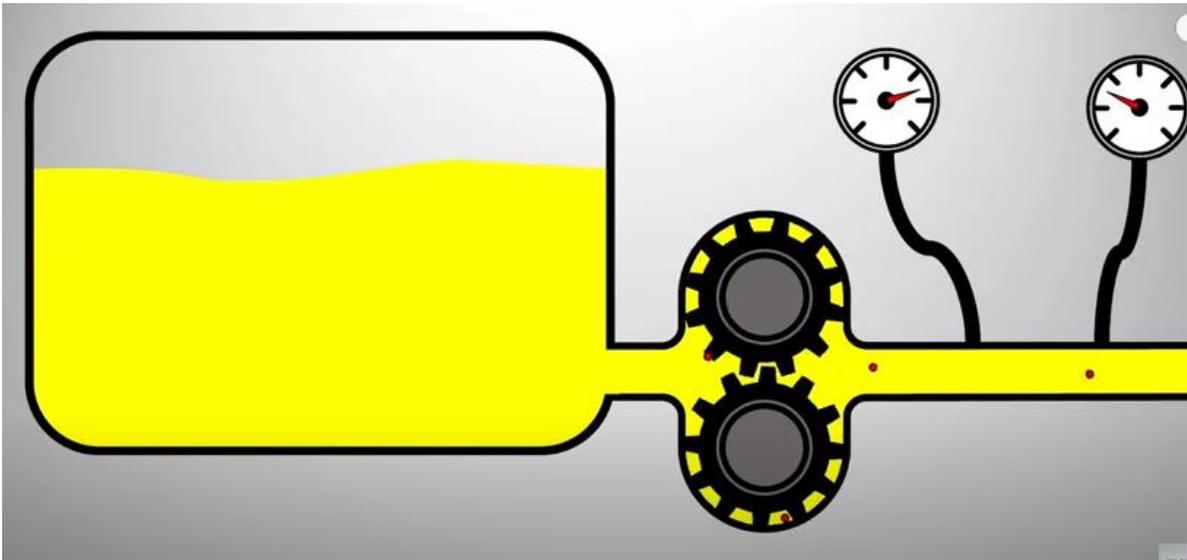
- Maior escoamento;
- Maiores vazamentos,
- Resposta rápida aos acionamentos;
- Menor ação lubrificante;
- Maior desgaste entre as peças

Assim o que determina a viscosidade do fluido hidráulico é o tipo de bomba a ser utilizada no projeto do sistema. A norma ISO 3448 carrega os parâmetros para o índice de viscosidade em lubrificante industrial e fluidos hidráulicos. Com isso antes de adquirir o óleo é necessário verificar o grau de viscosidade requerido para a máquina.

É notável os impactos de um óleo hidráulico não recomendado para o equipamento. Em um equipamento com a utilização de um óleo hidráulico que possui a viscosidade diferente do que o equipamento recomenda, afetará como este óleo hidráulico irá trabalhar dentro do sistema hidráulico. Assim se a viscosidade for muito alta será difícil de fazer os acionamentos da máquina, esses ficarão lentos.

Este óleo também por ser mais grosso terá uma dificuldade maior percorrer o sistema hidráulico da máquina, ocasionando a perda de carga, assim com essa dificuldade de escoamento perde pressão. A Figura 1 abaixo retrata essa explicação.

Figura 1- Viscosidade alta-dificuldade de escoamento

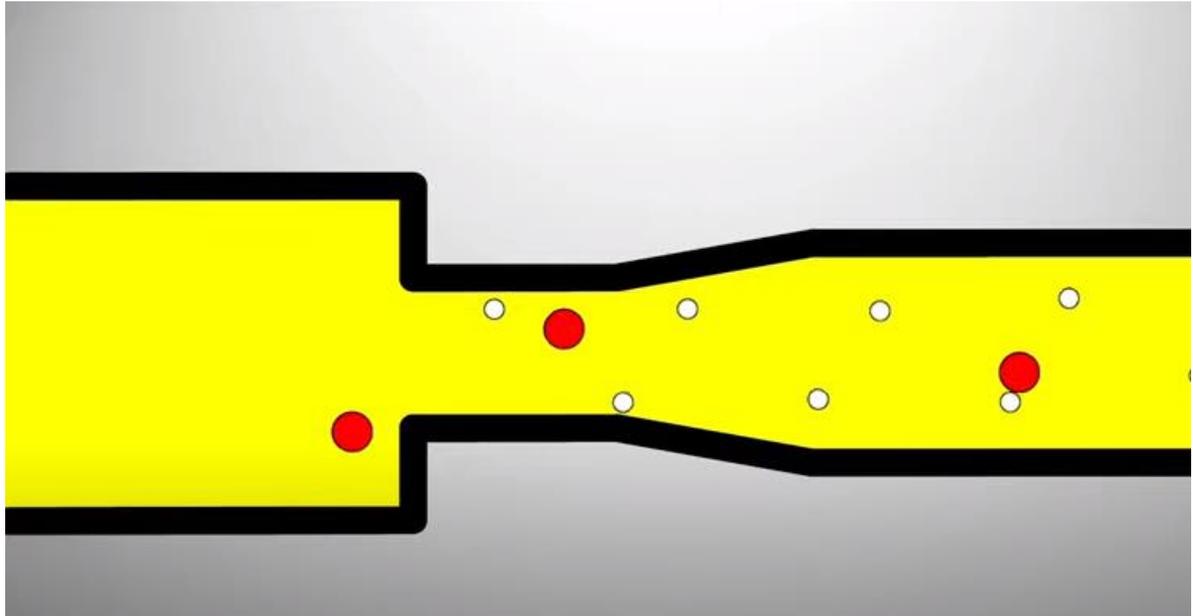


Fonte: Óleo Hidráulico (2022)

A imagem retrata uma bomba hidráulica transportando o óleo, que está sendo representado pelo círculo vermelho, para o sistema na tubulação, assim com a viscosidade alta está tendo dificuldade para percorrer o sistema. Quando se insere o primeiro manômetro apresenta uma determinada pressão. Já no segundo manômetro a pressão cai, então durante o caminho do óleo, ele vai perdendo pressão, justamente pela dificuldade de locomoção no sistema.

A viscosidade em excesso do óleo hidráulico pode gerar também cavitação, antes da bomba na parte da sucção, pode ter dificuldade de sugar este óleo e posteriormente quando a bomba manda este óleo para o sistema. Esse problema de cavitação é muito grave, pois pode prejudicar bombas, válvulas e equipamentos do sistema. A Figura 2 abaixo retrata essa cavitação.

Figura 2 – Cavitação



Fonte: Óleo Hidráulico (2022)

Na tubulação o círculo vermelho representa o caminho do óleo, nesse caso o óleo apresenta uma viscosidade elevada e gera bolhas de cavitação no circuito, como representa os círculos brancos, elas apresentam uma pressão elevada que quando se chocam com uma parte sólida, danifica o componente.

Porém se a viscosidade for menor do que o recomendado pelo equipamento pode ocorrer vazamentos nas folgas nas conexões do sistema hidráulico, outro ponto seria que pode permitir a entrada de partículas que vão contaminar todo o sistema. A Figura 3 abaixo representa uns dentes da engrenagem se colidindo.

Figura 3- Dentes da engrenagem



Fonte: Óleo Hidráulico (2022)

Com uma baixa viscosidade do óleo, os dentes da engrenagem estão se colidindo, gerando problemas nas engrenagens, fissuras e danificações que ao longo prazo poderá afetar todo o funcionamento da bomba, assim tendo que trocar as peças, fazer uma manutenção, com isso tendo um custo mais caro do que se utilizar um óleo adequado.

Além disso, com uma viscosidade menor do óleo do que o permitido pode não lubrificar os componentes corretamente, como se o óleo não grudasse nas partes metálicas.

Após esse estudo, foi observado que a utilização do óleo não adequado gera consequências graves para os equipamentos, sendo assim foi realizado um acompanhamento com o óleo adequado para lubrificação do equipamento.

Foi realizado um plano de lubrificação, assim primeiramente foi feito um levantamento minucioso do equipamento e da sua real condição de operação. Depois verificamos quais os equipamentos os manuais do fabricante estavam à disposição e

quais os tipos e marcas de lubrificantes eram recomendados, no intuito de racionalizar o uso dos óleos e graxas lubrificantes.

Já na parte de controle, foi feita ficha, apresentando o equipamento e o dado de frequência de lubrificação e quantidade de lubrificantes a aplicar. Assim com esse plano de lubrificação e sua execução visamos que influenciariam nos custos, pois diminuiriam o número de paradas para manutenção, reduziria despesas com peças de reposição e com lubrificantes, aumentaria a produção e melhoraria as condições de segurança do serviço de lubrificação.

Para a realização do plano de lubrificação foi realizado uma árvore estrutural do equipamento que passavam pelos pontos de lubrificação, lubrificantes utilizados, quantidade adequada para aplicação do lubrificante, a frequência da lubrificação e atividades complementares relacionadas ao equipamento.

Com isso, foi possível notar vários benefícios diante dessa prática de manutenção no equipamento como: redução de custo, evitar erros, qualidade superior na entrega, prorrogação a vida útil do equipamento.

Também através da utilização desse lubrificante adequado foi possível verificar que desempenhou funções importantes como minimizar os danos causados por altas temperaturas, vibrações, corrosão e atrito

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de uma indústria só é possível por meio de equipamentos que realizam seu processo por longos períodos. Sendo assim deve-se levar em consideração a importância que esses equipamentos apresentam para a produção, meios devem ser implementados para aumentar a vida útil. Um ponto importante é o uso do lubrificante industrial.

A partir deste trabalho foi possível compreender que uma aplicação de lubrificante inadequada no equipamento pode gerar diminuição da vida útil dos componentes, queda na produtividade, prejuízo no desempenho e aumento do desgaste do equipamento.

Portanto se faz necessário a escolha correta do óleo hidráulico, visto que com a viscosidade inadequada do óleo lubrificante em um equipamento, este possuirá manutenção com mais frequência do que outra que usa a viscosidade ideal para essas

variações. Além disso, o uso correto do óleo hidráulico promove o aumento da vida útil dos equipamentos e a performance desses ativos.

Por conseguinte, em uma área competitiva, a lubrificação adequada, torna-se um influente método para elevar as condições dos equipamentos, aumentando a vida útil, diminuindo o tempo extra de manutenção, minimizando os períodos que as máquinas ficam paradas e, enfim aumentando lucratividade.

REFERÊNCIAS

BELMIRO, Pedro N.A.; CARRETEIRO, Ronald P. **Lubrificantes &** lubrificação industrial. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

BESSA, Júlio. **Lubrificação**. Disponível em: <https://www.injecaoedepasticos.com.br/veja-como-adotar-um-sistema-de-lubrificacao-adequado-para-a-industria-do-plastico/>. Acesso em: 02 jun. 2022.

NORIA CORPORATION. **The low-down on particle counters**. Practicing oil analysis. jul. 2002.

ÓLEO hidráulico. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eEOXI-ltcQk>. Acesso em: 04 jun. 2022.

ÓLEO hidráulico. Disponível em: <https://lubrimaq.com.br/loja/oleo-hidraulico-32.php>> Acesso em: 03 jun. 2022.

TELES, Jhonata. Elaboração de planos de lubrificação. **Engeteles** Disponível em: <https://engeteles.com.br/plano-de-lubrificacao/>. Acesso em: 02 jun. 2022.

APLICAÇÃO DAS NORMAS 4287 - 6158 - 6409 NA FABRICAÇÃO DA MÁQUINA DE TRAÇÃO DIDÁTICA

APPLICATION OF STANDARDS 4287 - 6158 - 6409 IN THE MANUFACTURING OF TEACHING TRACTION MACHINE

**Abner Marques Bittencourt¹
Eduarda Aparecida Lopes²
Fernando da Silva Santos³
Izabelle Midori Tamaki Vaz⁴
Jonathan Rezende Souza⁵
Lucas Fontes Moreira⁶
Raphael Souza Viçoso⁷**

RESUMO

Para se determinar a resistência mecânica de um material é preciso relacionar a sua geometria com a deformação decorrente de uma carga ou força a ele aplicada. Além da abordagem teórica sobre o assunto, criar situações em que se possa visualizar o comportamento mecânico do material em modelos representativos do problema. Essas aplicações práticas permitem visualizar a resposta estrutural com mais compreensão, e os ensaios mecânicos contribuem para consolidação do entendimento sobre o assunto. Dessa forma, o presente trabalho apresenta a aplicação da norma técnica (NBR) de número 6158, em cima de um projeto de construção de uma plataforma didática, destinada a ensaios mecânicos de materiais. A realização do mesmo permite não só a visualização do projeto em si, mas também como funciona todo o conceito da norma regulamentadora 6158, utilizada nos processos de usinagem fabricação. O trabalho foi estruturado de modo a mostrar metodologias e procedimentos experimentais indispensáveis para análise dos desvios de: perpendicularidade, paralelismo, concentricidade, cilindridade e batimento radial e axial de peças produzidas por processos de usinagem na qual a norma NBR 6409 - Tolerâncias geométricas da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT se aplicam. As tolerâncias geométricas podem ser definidas como sendo as variações permissíveis dos limites dentro do qual os desvios (ou erros) de forma, posição ou batimento radial e axial devem estar compreendidos sem prejudicar o funcionamento e a intercambialidade de uma peça ou equipamento. NBR 4287 trata da rugosidade da peça, isto é, a superfície estar plana de acordo com o necessário. Basicamente ela garante que o desenho tenha especificado em cada superfície seu

¹ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

² Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

³ Professor - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁴ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁵ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁶ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁷ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

determinado nível de rugosidade, ou caso o desenho tenha toda sua estrutura projetada para somente um acabamento, então seria informado juntamente com o nome da peça montada o seu nível de rugosidade geral. Este tipo de informação garante que peças tenham seu prazo de duração em funcionamento respeitados de acordo com o projeto e também que o conjunto de peças se encaixe e trabalhe corretamente. A soldagem é um processo de montagem que vem despertando grande importância, e um avanço significativo nas últimas décadas. A AWS (American Welding Society), define como processo de soldagem o procedimento de união de materiais usados para obter coalescência localizada de metais e não-metais, produzida por aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a utilização de pressão e/ou material de adição. A vantagem do processo de soldagem em relação a demais processos correntes na engenharia está na possibilidade de se obter uma união em que os materiais apresentam continuidade não só na aparência externa, mas também nas suas características e propriedades mecânicas e químicas, relacionadas à sua estrutura interna. Apesar da vasta utilização da soldagem, o dimensionamento de juntas soldadas se baseia, na prática, em simplificações impostas pela grande variedade de arranjos geométricos e combinação de esforços, tornando impraticável (ou impossível) a obtenção de soluções baseadas na teoria da elasticidade. Com isso, as técnicas de dimensionamento mais comuns baseiam-se na obtenção das tensões nominais atuantes no cordão de solda a partir de carregamentos externos conhecidos.

Palavras-chave: Resistência dos materiais. Ensaios mecânicos. Tração. Norma regulamentadora e tolerâncias.

ABSTRACT

To determine the mechanical strength of a material, it is necessary to relate its geometry to the deformation resulting from a load or force applied to it. In addition to the theoretical approach on the subject, create situations in which the mechanical behavior of the material can be visualized in representative models of the problem. These practical applications allow to visualize the structural response with more understanding, and the mechanical tests contribute to the consolidation of the understanding on the subject. In this way, the present work presents the application of the technical standard (NBR) number 6158, on top of a project to build a didactic platform, intended for mechanical testing of materials. The realization of the same allows not only the visualization of the project itself, but also how the whole concept of the regulatory standard 6158 works, used in the manufacturing machining processes. The work was structured in order to show methodologies and experimental procedures essential for the analysis of deviations from: perpendicularity, parallelism, concentricity, cylindricity and radial and axial runout of parts produced by machining processes in which the standard NBR 6409 - Geometric tolerances of the Brazilian Association of Technical Standards-ABNT apply. Geometric tolerances can be defined as the permissible variations of the limits within which the deviations (or errors) of shape, position or radial and axial runout must be understood without impairing the functioning and interchangeability of a part or equipment. Because the finish guarantee functions are correct, they are correctly dimensioned and manufactured when configured. In the case where the technical standard NBR 4287 deals with the roughness of the part, that is, a flat surface as necessary. It ensures that your design

level specific design drawing, So your surface design structure defined specifically for a specific surface design design, then, which is specifically with your surface texture drawing defined, specifically, with the design of its surface-mounted design structure, with the specific design of its surface-mounted structure. This type of information guarantees its duration in operation and the parts according to the project also that the set of parts is maintained and works correctly. Welding is an assembly process that has gained great importance, and a significant advance in recent decades. The AWS (American Welding Society) defines a welding process as the joining of materials used to obtain localized coalescence of metals and non-metals, produced by heating to a suitable temperature, with or without the use of pressure and/or material. of addition. The advantage of the welding process in relation to other current processes in engineering is the possibility of obtaining a union in which the materials present continuity not only in their external appearance, but also in their characteristics and mechanical and chemical properties, related to their internal structure. . Despite the wide use of welding, the design of welded joints is based, in practice, on simplifications imposed by the great variety of geometric arrangements and combination of efforts, making it impractical (or impossible) to obtain solutions based on the theory of elasticity. Thus, the most common design techniques are based on obtaining the nominal voltages acting on the weld bead from known external loads.

Keywords: Strength of Materials. Mechanical tests. Traction regulatory standard e tolerances.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Hibbeler “a resistência dos materiais é um ramo da mecânica que estuda as relações entre cargas externas aplicadas a um corpo deformável e a intensidade das forças internas que atuam dentro do corpo.”

É uma disciplina de fundamentação de conceitos específicos na área de projetos dos elementos sólidos. Na área de mecânica, ela representa o conhecimento básico necessário para o dimensionamento de elementos de máquinas e o projeto de estruturas mecânicas, onde as dimensões dos elementos, sua deflexão e sua estabilidade dependem não só das cargas, como também, do tipo de material do qual esses elementos são feitos.

Para um melhor entendimento sobre as propriedades mecânicas dos materiais, se faz necessário, além da abordagem teórica do assunto, uma experimentação prática de laboratório, com máquinas ou equipamentos que possam reproduzir as forças incidentes sobre o material.

O projeto escolhido para desenvolvimento desse trabalho foi a aplicação de normas técnicas em um projeto de construção de uma plataforma didática para

realização de ensaios mecânicos (ensaio de tração) onde em cima do dimensionamento dessa plataforma nós iremos inserir a, NBR 6158.

A NBR 6409 fixa um conjunto padrão de princípios, regras e tabelas que se aplicam à tecnologia mecânica, permitindo especificar corretamente todas as tolerâncias geométricas das peças visando a melhor interpretação do desenho.

A norma estabelece os princípios gerais para indicação das tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento, e, ainda, as definições geométricas apropriadas, isto é, ela cota os desenhos utilizando símbolos que fazem a indicação de simetria entre peças, posição, dentre outros, fazendo com que a pessoas que estiver lendo o desenho técnico tenha mais informações de como foi realizada sua construção.

A NBR 4287 fixa um conjunto padrão de princípios, regras e tabelas que se aplicam à tecnologia mecânica, permitindo uma escolha de definição e parâmetros para o estado de determinação da superfície de uma peça, visando a fabricação com o correto acabamento.

A norma se baseia na rugosidade que se define como o quão plano a superfície necessita ser para determinado projeto, visto que pode ser uma mecânica mais brutas como grandes estruturas, por exemplo, uma ponte de ferro ou uma mecânica de grande precisão, como o acoplamento entre um eixo e um rolamento. A ondulação que também se trata do acabamento liso de uma peça e por fim o perfil primário que é o perfil da maneira que vem do fornecedor respeita as tolerâncias da NBR 6158 e os acabamentos estipulados pela NBR 4287.

Este trabalho visa explicar os conceitos das normas e aplicá-las em um desenho de forma que o mesmo respeite todas as definições estabelecidas e tenha seu correto funcionamento a curto e a longo prazo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo Geral

Inserir dentro de um projeto de uma plataforma didática compacta que possibilite a realização de estudos sobre ensaios de materiais a norma regulamentadora que tratam de tolerâncias e ajustes e tolerâncias geométricas

objetivando o entendimento e demonstrando como é utilizada esta norma nos processos de fabricação.

1.1.2 Objetivo Específico

Esta norma tem o objetivo de estabelecer princípios, regras e tabelas que se aplicam à tecnologia mecânica, permitindo a escolha racional de tolerâncias e ajustes e tolerâncias geométricas visando à fabricação de peças intercambiáveis. Onde tolerância é a diferença entre dimensão máxima e dimensão mínima, ou seja, diferença entre afastamento superior e inferior e as tolerâncias geométricas são símbolos que facilitem o entendimento do desenho.

1.1.3 Justificativas

A norma NBR 6158, NBR 6409 e NBR 4287 são de extrema importância, pois através dela podemos calcular as tolerâncias nas dimensões das peças a serem criadas e realizar ajustes nas mesmas e estabelecer símbolos que identifiquem no desenho a posição, rebatimento, forma, dentre outros e indicar o nível de acabamento em superfícies de projetos e peças. No caso existem tabelas e procedimentos estabelecidos pela norma como um suporte na hora da fabricação de uma peça, fazendo com que as peças de reposição, por exemplo tenham medidas semelhantes à de uma peça original, sendo assim evitando transtornos na fabricação dela.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SISTEMA DE TOLERÂNCIAS E AJUSTES

A NBR 6158 fixa o conjunto de princípios, regras e tabelas que se aplicam à tecnologia mecânica, a fim de permitir escolha racional de tolerâncias e ajustes, visando a fabricação de peças intercambiáveis.

O campo de aplicação desta Norma abrange dimensões nominais de até 3150 mm de peças intercambiáveis. Esta Norma, embora preparada para utilização em peças cilíndricas, aplica-se a outras formas, visto que os termos "furo" e "eixo" nela empregados têm significados convencionais. Em particular, o termo "furo" ou "eixo" pode referir-se a uma dimensão interna ou externa de duas faces paralelas ou planos

tangentes de qualquer peça, como a largura de um rasgo ou a espessura de uma chaveta. O sistema prescrito nesta Norma também estabelece ajustes entre elementos cilíndricos conjugados e ajustes entre peças que tenham elementos com faces paralelas.

3.2 INDICAÇÃO DE ESTADO E SUPERFÍCIE

Para estudar e criar sistemas de avaliação do estado da superfície, é necessário definir previamente diversos termos e conceitos que possam criar uma linguagem apropriada. com essa finalidade utilizaremos as definições da nbr 6405/1988.

O perfil de rugosidade é obtido a partir do perfil efetivo, por um instrumento de avaliação, após filtragem. é o perfil apresentado por um registro gráfico, depois de uma filtragem para eliminar a ondulação à qual se sobrepõe geralmente a rugosidade.

Figura 1 - Perfil de rugosidade



Fonte: NBR 8404,1984.

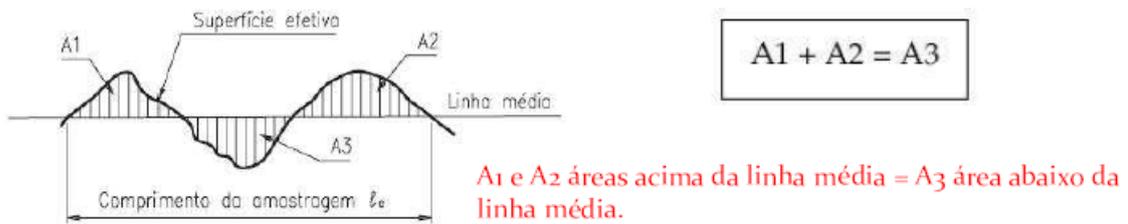
São usados dois sistemas básicos de medida: o da linha média M e o da envolvente E. O sistema da linha média é o mais utilizado. Alguns países adotam ambos os sistemas. No Brasil, pelas normas ABNT 6405/1988 e NBR 8404/1984, é adotado o sistema M.

Sistema M – Linha Média

No sistema da linha média, todas as grandezas da medição da rugosidade são definidas a partir do seguinte conceito de linha média:

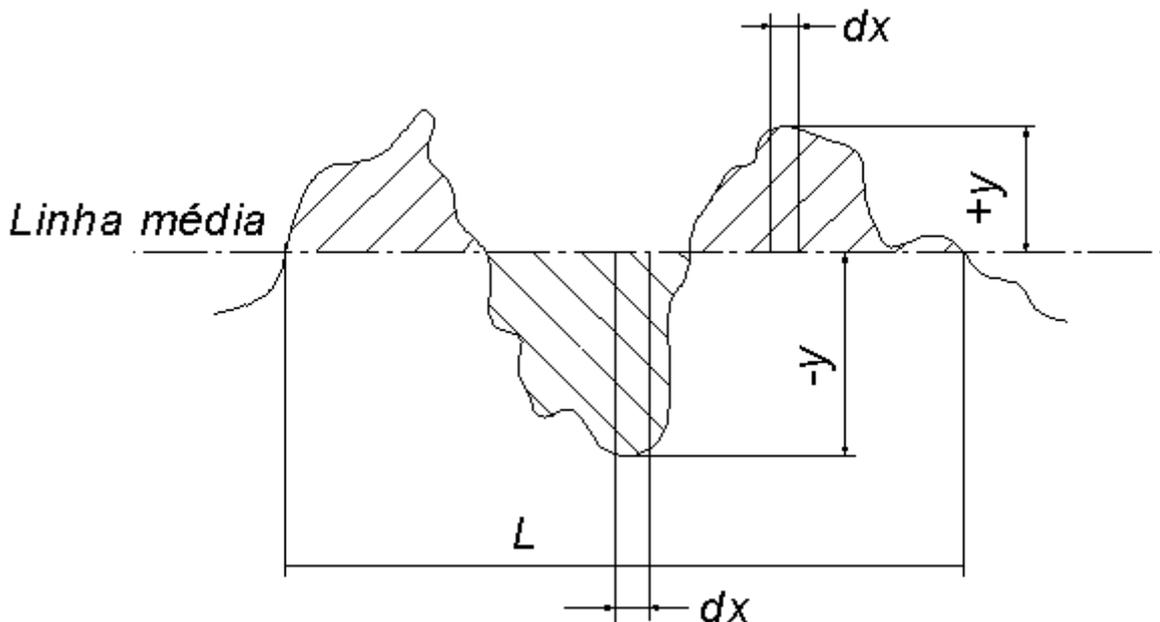
Figura 2 Linha Média

Linha média é a linha paralela à direção geral do perfil, no comprimento da amostragem, de tal modo que a soma das áreas superiores, compreendidas entre ela e o perfil efetivo, seja igual à soma das áreas inferiores, no comprimento da amostragem (l_e).



OU:

$$\int_0^L y dx = 0$$



A área total dos picos e vales é dada por:

$$A = \int_0^L |y| dx = 0$$

Três classes para o sistema m:

1. baseada na profundidade da rugosidade.
2. baseada em medidas horizontais.
3. baseada em medidas proporcionais (profundidade/horizontais)

1. sistemas baseados na profundidade da rugosidade.

A) desvio médio aritmético – ra (cla, aa).

Média aritmética dos valores absolutos das ordenadas do perfil efetivo em relação à linha média, no comprimento de amostragem l

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx = \frac{A}{L} \approx \frac{1}{n} \sum_i^n |y_i|$$

O cálculo de RA considera que a topografia da superfície seja regular e que tenha um padrão repetitivo, o que típico de superfícies metálicas obtidas por processos de fabricação mecânica

Representação gráfica de Ra:

 **RETIFICADO - Ra = 0,1 - 0,16 - 0,25 - 0,4 μm**

 **USINADO ACABADO - Ra = 0,6 - 1 - 1,6 - 2,5 - 4 - 6 μm**

 **USINADO EM DESBASTE - Ra = 10 - 16 - 25 μm**

 **SUPERFÍCIE EM BRUTO (SEM USINAR)**

CLASSES DE RUGOSIDADE Ra:

CLASSE	Ra (μm)
N12	50
N11	25
N10	12,5
N9	6,3
N8	3,2
N7	1,6
N6	0,8
N5	0,4
N4	0,2
N3	0,1
N2	0,05
N1	0,03

Figura 3 - Classes de Rugosidade

ISO	R_a (μm)				
	Dimensão (mm)				
	3	3-18	18-80	80-250	250
IT 6	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
IT 7	0,3	0,5	0,8	1,2	2
IT 8	0,5	0,8	1,2	2	3
IT 9	0,8	1,2	2	3	5
IT 10	1,2	2	3	5	8
IT 11	2	3	5	8	11
IT 12	3	5	8	12	20
IT 13	5	8	12	20	—
IT 14	8	12	20	—	—

Relação aproximada entre ra e valores de it:

Valores típicos de ra para algumas aplicações:



$R_a = 0,01$	– blocos-padrão, réguas triangulares de alta precisão, guias de aparelhos de medida de alta precisão;
$R_a = 0,02$	– aparelhos de precisão, superfícies de medida em micrômetros e calibres de precisão;
$R_a = 0,03$	– calibradores, elementos de válvulas de alta pressão hidráulica;
$R_a = 0,04$	– agulhas de rolamentos, superacabamento de camisa de bloco de motor;
$R_a = 0,05$	– pistas de rolamentos, peças de aparelhos de controle de alta precisão;
$R_a = 0,06$	– válvulas giratórias de alta pressão, camisas de blocos de motores;
$R_a = 0,08$	– agulhas de rolamentos de grandes dimensões, colos de virabrequim;
$R_a = 0,1$	– assentos cônicos de válvulas, eixos montados sobre mancais de bronze, teflon, etc., a velocidades médias, superfícies de cames de baixa velocidade;
$R_a = 0,15$	– rolamentos de dimensões médias, colos de rotores de turbinas e redutores;
$R_a = 0,2$	– mancais de bronze, náilon, etc., cones de cubos sincronizadores de caixas de câmbio de automóveis;
$R_a = 0,3$	– flancos de engrenagens, guias de mesas de máquinas-ferramentas;
$R_a = 0,4$	– pistas de assento de agulhas de cruzetas em cardãs, superfície de guia de elementos de precisão;
$R_a = 0,6$	– válvulas de esfera, tambores de freio;
$R_a = 1,5$	– assentos de rolamentos em eixos com carga pequena, eixos e furos para engrenagens, cabeças de pistão, face de união de caixas de engrenagens;
$R_a = 2$	– superfícies usinadas em geral, eixos, chavetas de precisão, alojamentos de rolamentos;
$R_a = 3$	– superfícies usinadas em geral, superfícies de referência, de apoio, etc.;
$R_a = 4$	– superfícies desbastadas por operações de usinagem;
$R_a = 5$ a 15	– superfícies fundidas, superfícies estampadas;

B) DESVIO MÉDIO QUADRÁTICO – Rq (RMS)

Raiz quadrada da média dos quadrados das ordenadas do perfil efetivo em relação à linha média, no comprimento de amostragem l

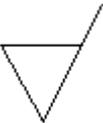
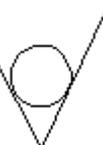
$$Rq = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y^2 dx} \approx \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i y_i^2}$$

Rq É APROXIMADAMENTE 11% MAIOR QUE O VALOR DE Ra

C) ALTURA DAS IRREGULARIDADES DOS 10 PONTOS – Rz

Média das ordenadas dos 5 pontos mais salientes menos o valor médio dos 5 pontos mais reentrantes, medidos a partir de uma linha paralela à linha média que não intercepta o perfil, no comprimento de amostragem

$$R_z = \frac{R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9}{5} - \frac{R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10}}{5}$$

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	SÍMBOLO BÁSICO. SÓ PODE SER USADO SE COMPLEMENTADO POR OUTRAS INDICAÇÕES. A NÃO SER QUE SEJA INDICADO ESPECIFICAMENTE, O VALOR É DE Ra.
	CARACTERIZAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE QUE DEVE SER NECESSARIAMENTE USINADA PARA ATINGIR A RUGOSIDADE ESPECIFICADA
	CARACTERIZAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE DA QUAL NÃO SE DEVE RETIRAR MATERIAL PARA ATINGIR A RUGOSIDADE ESPECIFICADA
= ⊥ X M C R	ORIENTAÇÃO DOS SULCOS: PARALELA AO TRAÇO DA SUPERFÍCIE INDICADA, PERPENDICULAR, EM ORIENTAÇÕES CRUZADAS, ALEATORIAMENTE, CONCÊNTRICOS E RADIAIS

D) ALTURA MÁXIMA DAS IRREGULARIDADES – Rmax;

Definida pela distância entre duas linhas paralelas à linha média e que tangenciam a saliência mais pronunciada e a reentrância mais profunda, medidas no comprimento de amostragem.

3.3 TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS

Esta Norma estabelece os princípios gerais para indicação das tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento, e, ainda, as definições geométricas apropriadas. Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições.

Elemento de referência: Elemento real a partir do qual as tolerâncias de orientação, posição ou batimento são desenvolvidas.

Elemento tolerado: Elemento real ao qual estão associadas tolerâncias de orientação, posição ou batimento.

As tolerâncias de forma e posição devem ser indicadas quando necessárias, ou seja, para assegurar requisitos funcionais, intercambialidade e processos de manufatura.

O fato de se indicar uma tolerância de forma ou posição não implica necessariamente o emprego de um processo particular de fabricação ou medição.

A tolerância geométrica para um elemento (ponto, linha, superfície ou plano de simetria) define o campo dentro do qual a posição do elemento deve estar contida.

O elemento de referência pode ser uma superfície, uma linha ou um ponto, dependendo das características a serem toleradas e da maneira que a tolerância é indicada pelo campo de tolerância é caracterizado por:

- Área dentro de um círculo;
- Área entre dois círculos concêntricos;
- Área entre duas linhas envolventes ou entre duas linhas retas paralelas;
- Espaço dentro de um cilindro ou entre dois cilindros coaxiais;
- Espaço entre dois planos envolventes ou entre dois planos paralelos; - espaço dentro de um paralelepípedo.

As dimensões medidas em qualquer seção transversal de um elemento não podem ultrapassar a envolvente de forma perfeita, definida por:

-Dimensão real de um furo, no limite mínimo, ou - dimensão real de um eixo, no limite máximo. Exceção feita às matérias-primas que obedecem a tolerâncias específicas. Para retitude, planeza, circularidade, cilindridade e paralelismo, o valor da tolerância especificada para envolvente de forma perfeita deve ser gradativamente reduzido a zero, devido ao efeito da dimensão ou posição real do elemento (ver NBR 6158).

Salvo indicação contrária, a tolerância se aplica a todo comprimento ou a toda superfície do elemento considerada.

A posição teórica de um elemento deve ser indicada como cota básica.

Para as tolerâncias geométricas, os elementos de referência são supostos terem forma geométrica perfeita. Na realidade, os elementos de referência não são perfeitos, mas devem ser entendidos como suficientemente precisos para essa tolerância de forma para o elemento de referência. Em alguns casos, pode ser

necessário especificar a localização de certos pontos que constituem elementos de referência auxiliar para fabricação, bem como para inspeção.

A tolerância de planeza e retitude é definida por dois planos ou retas paralelas que envolvam o perfil real e tenham distância mínima.

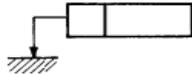
A orientação da superfície ideal será A1 B1, de forma que h1 seja o menor possível. O valor h1 deverá ser igual ou inferior à tolerância especificada.

Para definição de circularidade e cilindridade devem ser escolhidos dois círculos concêntricos ou cilíndricos coaxiais, de maneira que a distância radial entre eles seja mínima. Para exemplo de localização de dois círculos concêntricos ou eixos de dois cilindros coaxiais e suas distâncias radiais mínimo.

Roscas - as tolerâncias geométricas e os elementos de referência de rosca se aplicam ao diâmetro de flanco.

Modificador - quando não estiver indicado o M, a tolerância de forma e posição se aplica independentemente da dimensão real do elemento. 5 Tolerâncias geométricas

Símbolos para característica tolerada

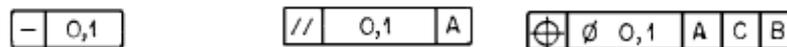
	Característica tolerada	Símbolo	Item	
Para elementos isolados 	Forma	Retitude	—	5.9.1
		Planeza		5.9.2
		Circularidade		5.9.3
		Cilindridade		5.9.4
Para elementos isolados ou associados		Perfil de linha qualquer		5.9.5
		Perfil de superfície qualquer		5.9.6
Para elementos associados	Orientação	Paralelismo		5.9.7
		Perpendicularidade		5.9.8
		Inclinação		5.9.9
	Posição	Posição		5.9.10
		Concentricidade		5.9.11
		Coaxialidade		5.9.12
		Simetria		5.9.13
	Batimento	Circular		5.9.14.1
		Total		5.9.14.2

Indicação em desenho		Símbolo	Item
Elemento tolerado	Direto		5.3.2
	Indireto		5.4.1
Elemento de referência	Direto		5.5.5
	Indireto		5.5.3
Dimensão teoricamente correta (cota básica)			5.7.1
Tolerância projetada			5.7.2
Condição de máximo material			5.7.3

Indicações no quadro de tolerância

Nos desenhos, as tolerâncias de forma e posição devem ser inscritas em um quadro retangular, dividido em duas ou mais partes. Nessas divisões são inscritos da esquerda para direita e na seguinte ordem:

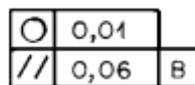
- O símbolo da característica;
- O valor da tolerância na unidade usada para dimensões lineares. Este valor é precedido pelo símbolo \varnothing , se a zona de tolerância for circular ou cilíndrica;
- Quando for o caso, letra ou letras para identificar o elemento ou os elementos de referência.



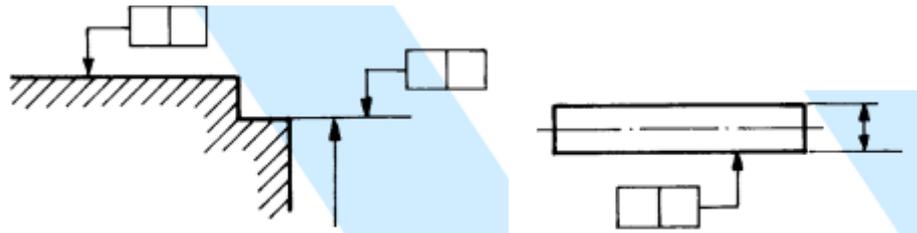
Indicação qualificando a forma do elemento deve estar escrita próxima ao quadro de tolerâncias e pode estar ligada a este por uma linha



Se for necessário indicar mais do que uma tolerância para o elemento, as especificações das tolerâncias são dadas em quadros colocados um sobre o outro



Indicação do elemento tolerado O quadro de tolerância deve ser ligado ao elemento tolerado por uma linha de chamada, terminada por uma flecha, que toca: - o contorno de um elemento ou o prolongamento do contorno (mas não uma linha de cota), se a tolerância se aplicar à linha ou à própria superfície.



4 DESENVOLVIMENTO

4.1 CÁLCULO DE SOLDAGEM

Para termos um dimensionamento correto da solda, precisamos saber primeiro qual material iremos solda, qual o tipo de solda vamos usar e onde vamos soldar, tendo isso podemos fazer o dimensionamento correto para que não haja nenhum erro que ocasione em uma possível falha.

Após ter todos os dados definimos quais as dimensões que queremos para a solda e iniciamos os cálculos para saber se esse dimensionamento será o suficiente para aquele tipo de propósito.

Solda:

- Comprimento de 2';
- Garganta de $\frac{1}{4}$;
- Perna de solda 3 mm;
- Classe 60 (415 Mpa);

Conversões:

Comprimento: 2' = 50,8 mm

Espessura da chapa: $\frac{1}{4}$ ' = 6,35 mm

Garganta da solda: 3mm

Para calcular a resistência do da solda utilizamos como referência a tabela da NBR 8800 (Tabela 3).

Tabela 1 – Área de para soldagem analisada

Tipo de solda	Tipo de solicitação e orientação	Força resistente de cálculo $F_{w,Rd}^{a b d}$
Penetração total ^{g)}	Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda	Não precisa ser considerado
	Tração ou compressão normal à seção efetiva da solda	Metal-base: $A_{MB} f_y / \gamma_{a1}^{e f 1}$
	Cisalhamento (soma vetorial) na seção efetiva	Metal-base: $0,60 A_{MB} f_y / \gamma_{a1}^i$
Penetração parcial ^{g)}	Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda ^c	Não precisa ser considerado
	Tração ou compressão normal à seção efetiva da solda	O menor dos dois valores: a) Metal-base: $A_{MB} f_y / \gamma_{a1}^i$ b) Metal da solda: $0,60 A_w f_w / \gamma_{w1}^D$
	Cisalhamento paralelo ao eixo da solda, na seção efetiva	Metal-base deve atender a 6.5 Metal da solda: $0,60 A_w f_w / \gamma_{w2}^k$
Filete	Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda ^c	Não precisa ser considerado
	Cisalhamento na seção efetiva (a solicitação de cálculo é igual à resultante vetorial de todas as forças de cálculo na junta que produzam tensões normais ou de cisalhamento na superfície de contato das partes ligadas)	Metal-base deve atender a 6.5 Metal da solda: $0,60 A_w f_w / \gamma_{w2}^{h k}$
Tampão em furos ou rasgos	Cisalhamento paralelo às superfícies em contato, na seção efetiva	Metal-base deve atender a 6.5 Metal da solda: $0,60 A_w f_w / \gamma_{w2}^k$

Área tracionada: (metal base ABNT 1020 A36)

Estado - limite último de escoamento.

f_y = Resistência do escoamento do aço

A_g = Área bruta da seção transversal

γ_{a1} = Coeficiente de ponderação da resistência ou das ações

Dados:

$f_y = 250$ MPa

$A_g =$ comprimento x largura (chapa)

$A_g = 50,8 * 6,35 = 322,58$ mm²

$\gamma_{a1} = 1,10$ Retirado da tabela 3 (NBR 8800)

$F_{Rd} = (250 * 322,58) / 1,10 = 73,31$ KN

- Estado - limite último de ruptura

f_u = Resistência á ruptura do aço a tração

$A_e =$ Área líquida efetiva

γ_{a2} = Coeficiente de ponderação da resistência ou das ações

Dados:

$$F_y = 400 \text{ MPa}$$

$$A_e = C_t * A_n$$

C_t = é um coeficiente de redução de área líquida conforme item 5.2.5 NBR 8800.

A_n = Área líquida da barra, conforme item 5.2.4 NBR 8800.

Para cálculo vamos utilizar:

$$C_T = 1,00 \text{ pois } L_w \text{ é maior ou igual a } 2b$$

L_w = comprimento dos cordões de solda

b = largura da chapa

$$L_w = 50,8 \text{ mm}$$

$$2b = 12,70 \text{ mm}$$

$$A_e = 1 * 322,58 = 322,58 \text{ mm}^2$$

$Y_{a2} = 1,35$ Retirado da tabela 3 (NBR 8800)

$$FR_d = (400 * 322,58) / 1,35 = \mathbf{95,58 \text{ KN}}$$

Área cisalhada: (metal base ABNT 1020 A36)

- Estado- limite último de escoamento

$$FR_d = (0,6 * 250 * 322,58 * 2) / 1,10 = \mathbf{87,98 \text{ KN}}$$

Estado- limite último de Ruptura

$$FR_d = (0,6 * 400 * 322,58 * 2) / 1,35 = \mathbf{114,69 \text{ KN}}$$

Metal Solda

A_w = Área da solda

T_w = Garganta da solda

L_w = Comprimento dos cordões de solda

F_w = Resistência a tração do metal de solda

Y_{w2} = Coeficiente de ponderação da resistência ou das ações

Obs: Utilizado 3mm como espessura mínima da garganta efetiva (tabela 9 NBR 8800)

$$A_w = T_w * L_w$$

$$A_w = 0,635 \cdot 3\text{mm} \cdot 50,8\text{mm}$$

$$A_w = 96,774 \text{ mm}^2$$

$F_w = 415$ (Considerando os eletrodos com classe e resistência 6 ou 60 conforme tabela A.4 NBR 8800)

$$Y_{w2} = 1,35 \text{ retirado da tabela 8}$$

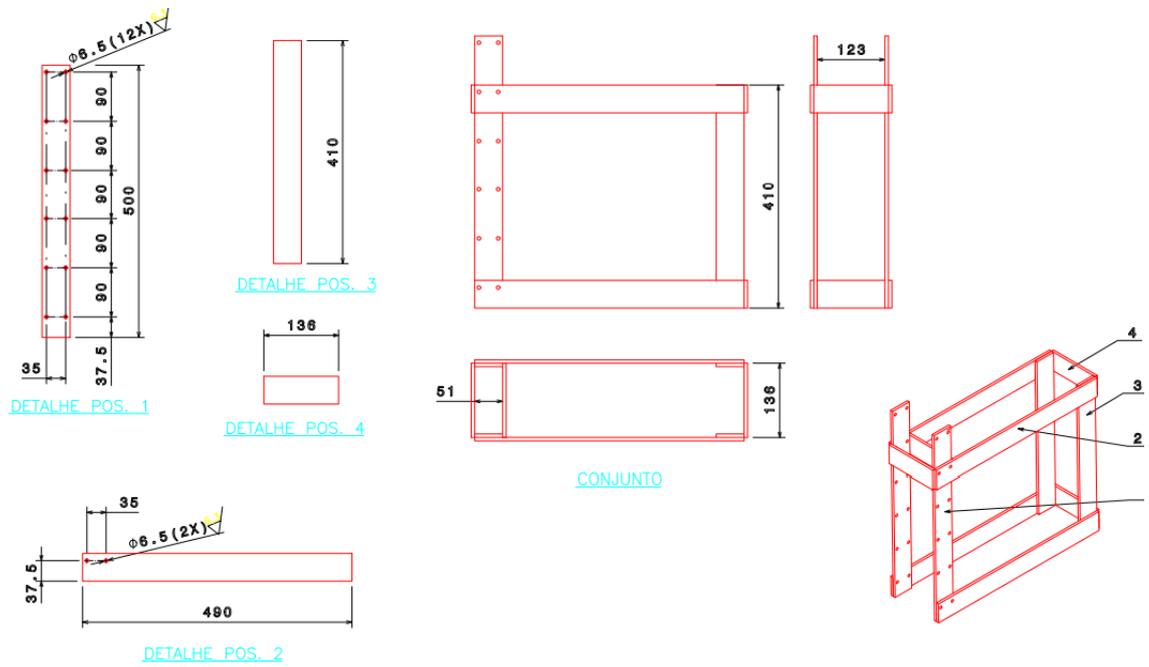
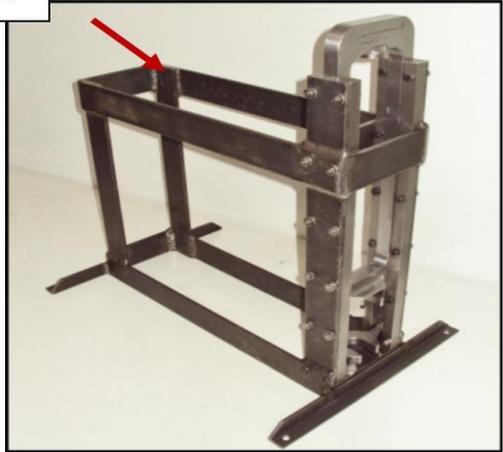
$$FR_d = (0,6 \cdot 2 \cdot 96,774 \cdot 415) / 1,35 = \mathbf{35,70 \text{ KN}}$$

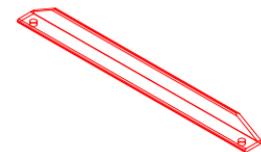
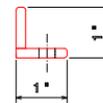
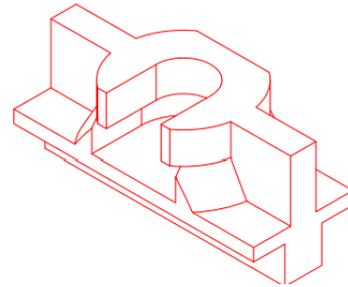
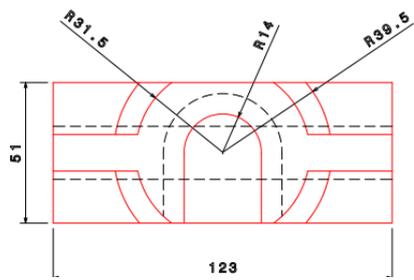
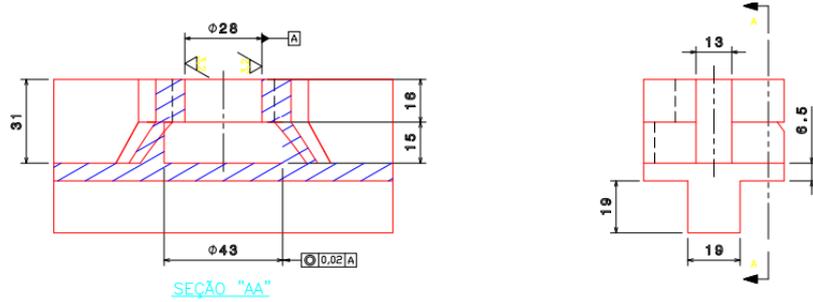
4.2 DIMENSIONAMENTO DE SOLDA

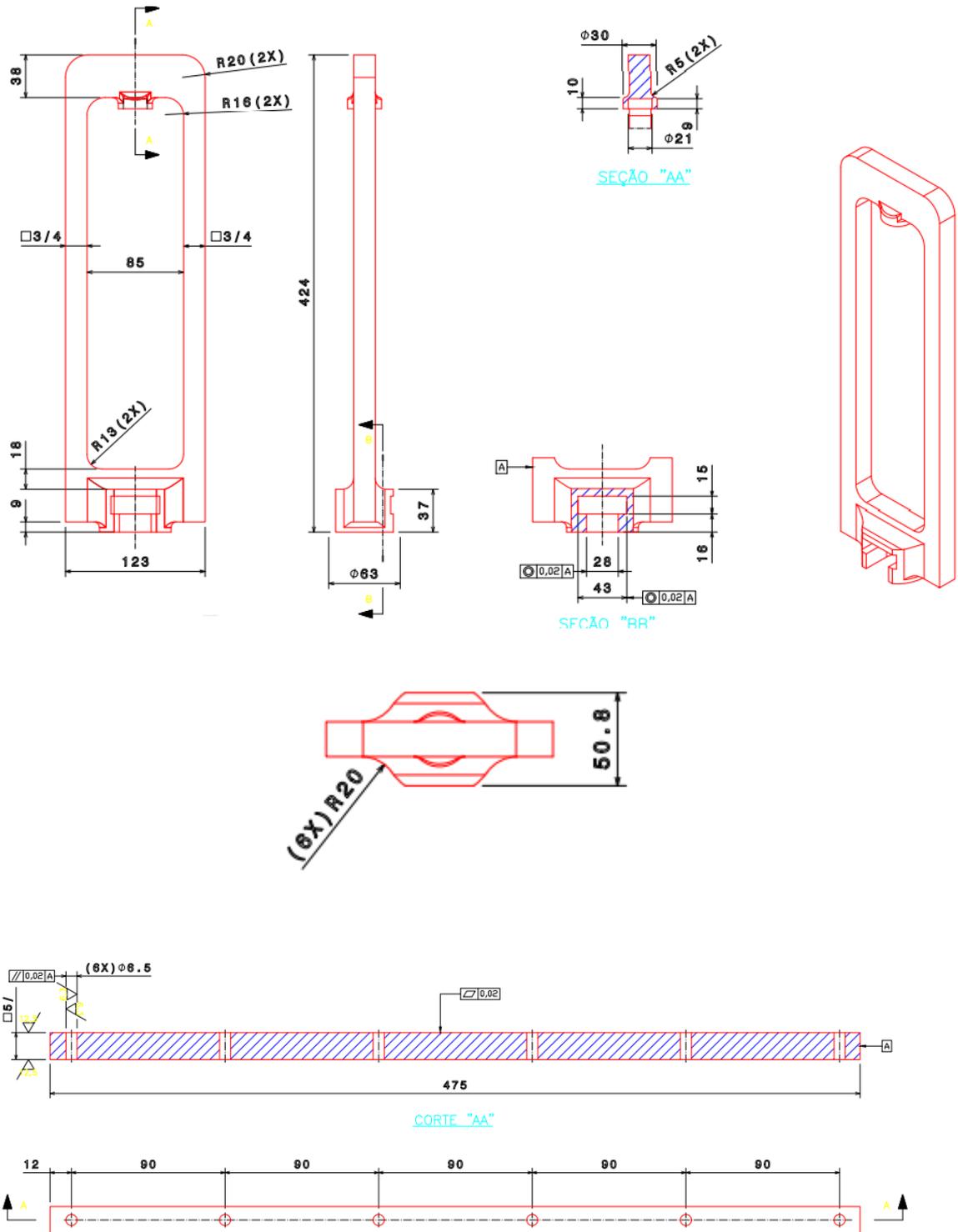
A soldagem é um processo de montagem que vem despertando grande importância, e um avanço significativo nas últimas décadas. A AWS (American Welding Society), define como processo de soldagem o procedimento de união de materiais usados para obter coalescência localizada de metais e não-metais, produzida por aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a utilização de pressão e/ou material de adição. A vantagem do processo de soldagem em relação a demais processos correntes na engenharia está na possibilidade de se obter uma união em que os materiais apresentam continuidade não só na aparência externa, mas também nas suas características e propriedades mecânicas e químicas, relacionadas à sua estrutura interna.

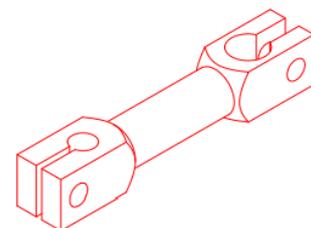
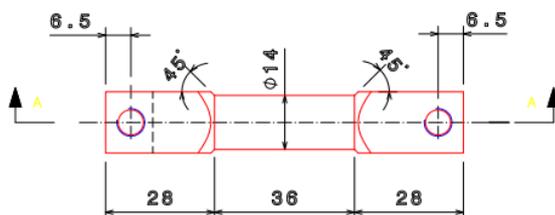
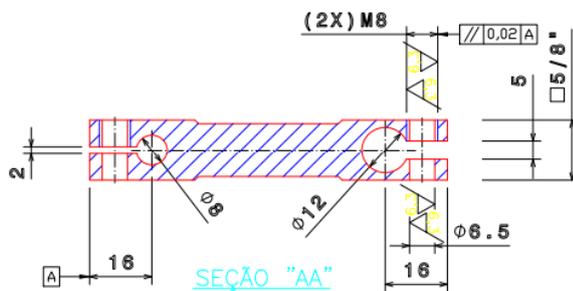
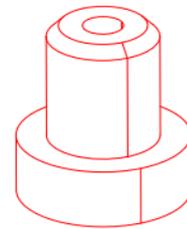
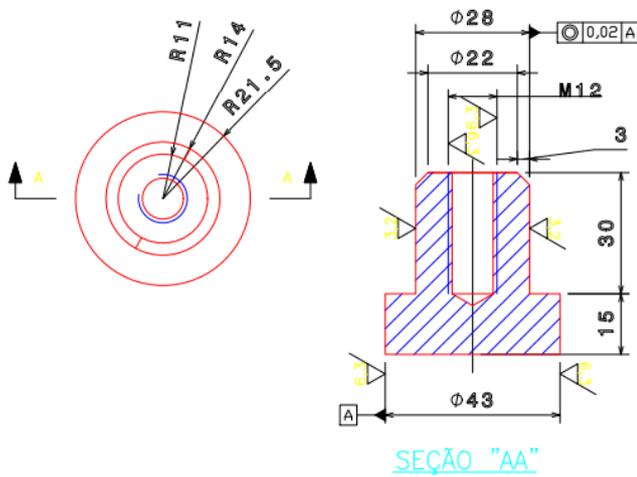
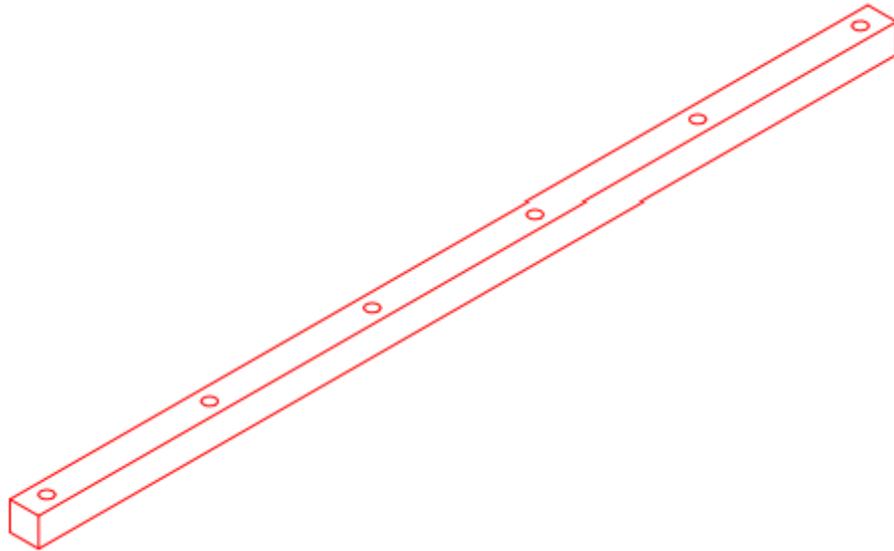
Apesar da vasta utilização da soldagem, o dimensionamento de juntas soldadas se baseia, na prática, em simplificações impostas pela grande variedade de arranjos geométricos e combinação de esforços, tornando impraticável (ou impossível) a obtenção de soluções baseadas na teoria da elasticidade. Com isso, as técnicas de dimensionamento mais comuns baseiam-se na obtenção das tensões nominais atuantes no cordão de solda a partir de carregamentos externos conhecidos.

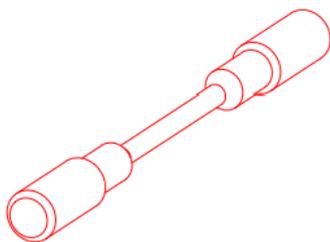
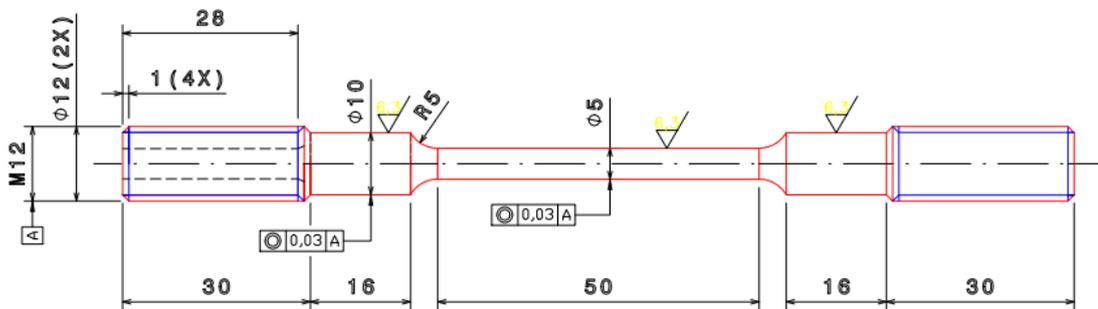
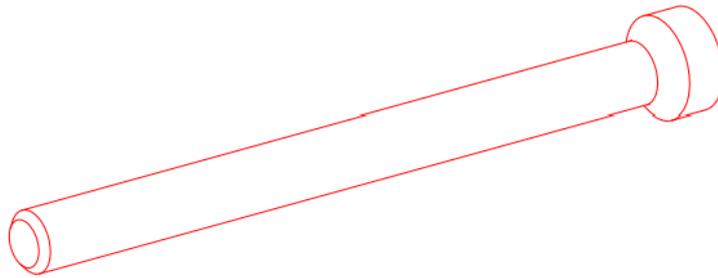
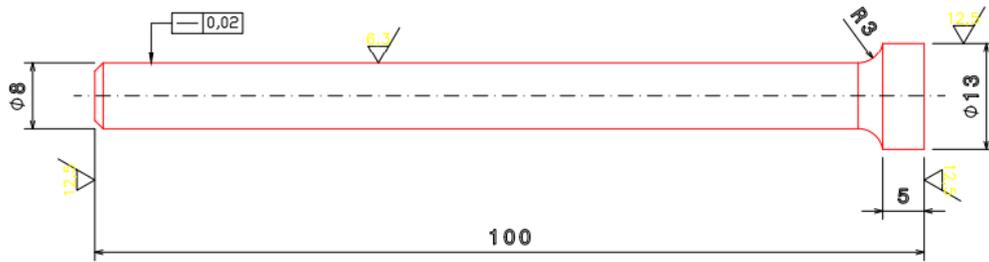
Área Analisada











5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De posse dos resultados obtidos no teste da plataforma, conclui-se que o objetivo do presente trabalho foi alcançado, e que o equipamento possui boas condições para realização do ensaio de tração, podendo ser utilizada como uma ferramenta auxiliar demonstrativa nas aulas práticas de resistência dos materiais. A sua utilização como um recurso extra de ensino só tem a contribuir para um melhor

entendimento das relações entre as tensões e as deformações impostas sobre os materiais.

Como observado a implantação e indicação correta das normas regulamentadoras dentro do projeto são de extrema importância para fabricação do mesmo possibilitando assim um equipamento mais bem dimensionado, com mais garantia de confiabilidade, eficiência e segurança para aqueles que irão utilizar do mesmo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TÉCNICAS. **NBR 6158** - Sistema de tolerâncias e ajustes. Rio de Janeiro: ABNT, jun 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TÉCNICAS. **NBR 6409** - Tolerâncias geométricas – tolerâncias de forma, orientação, posição e batimento – Generalidades, símbolos, definições e indicações em desenho, Rio de Janeiro: ABNT, jun. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TÉCNICAS. **NBR 4287** - Rugosidade – Método do perfil - Termos, definições e parâmetros de rugosidade, Rio de Janeiro: ABNT, jset. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TÉCNICAS. **NBR 8800** - Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2008.

A IMPORTÂNCIA DA INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA EM COMPONENTES ELÉTRICOS

THE IMPORTANCE OF THERMOGRAPHIC INSPECTION IN ELECTRICAL COMPONENTS

**Luan Ferreira De Souza¹
José Nilton Cantarino Gil²
Patrícia Malta Barbosa³
Patrick De Carvalho Casusa⁴**

RESUMO

A termografia infravermelha é um ótimo instrumento de manutenção em equipamentos de alta tensão, podendo ser observado defeitos em seus estágios iniciais e evitando problemas futuros, como uma parada de emergência no equipamento para manutenção. Devido a diversos estudos e descobertas, que ocorreram a partir da descoberta da radiação infravermelha em 1800 por William Herschel, que colocou um termômetro de mercúrio no espectro obtido por um prisma de cristal com o a finalidade de medir o calor emitido por cada cor, a geração de imagens térmicas pode ser usada em inspeção de equipamentos elétricos, processos e diagnósticos de construções. Este artigo faz um estudo de caso, onde demonstra a aplicação da termografia em equipamentos de alta tensão onde definirá as principais limitações e influências na inspeção termográfica em equipamentos de alta tensão e apresentar de modo prático exemplos dessa aplicação e discutir meios de reduzir falhas ou evitá-las.

Palavras-Chave: Termografia. Temperatura. Alta tensão. Manutenção elétrica.

ABSTRACT

Infrared thermography is a great instrument for maintaining high voltage equipment, as defects can be observed in their early stages and preventing future problems, such as an emergency stop in the equipment for maintenance. Due to several studies and discoveries, which took place from the discovery of infrared radiation in 1800 by William Herschel, who placed a mercury thermometer in the spectrum obtained by a crystal prism in order to measure the heat emitted by each color, the generation Thermal imaging can be used in electrical equipment inspection, process and building diagnostics. This paper is a case study, which demonstrates the application of thermography in high voltage equipment where it will define the main limitations and influences on thermographic inspection in high voltage equipment and present

¹ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. fsouza1243@gmail.com

² Docente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. jnilton@ubm.br

³ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. patricia-malta@live.com

⁴ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. patrick.casusa@gmail.com

practical examples of this application and discuss ways to reduce failures or avoid failures. them.

Keywords: Thermography. Temperature. High voltage. Electrical maintenance.

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é parte fundamental para o funcionamento da maioria dos equipamentos que são usados nas empresas/indústrias hoje em dia, portanto, torna evidente a importância das mesmas de investirem na manutenção de seus equipamentos. Sob esse ponto de vista, buscar a melhor estratégia para manter os equipamentos em funcionamento se faz necessário para reduzir falhas no sistema elétrico. A manutenção preventiva é um meio que se aplica a essa situação, funciona através de uma cultura de monitoramento constante ela determina intervenções periódicas para a substituição e/ou reparo dos componentes, em função de parâmetros como vida útil nominal, dados históricos e estudos estatísticos, de modo a localizar qualquer possível problema e resolvê-lo para que tudo permaneça em ordem e não acarretem em perdas e danos maiores.

Outra forma de prevenção é a manutenção preditiva, uma metodologia que tem um maior apelo para a prevenção de danos e previsibilidade de falhas. Pode ser feita através de um monitoramento periódico por meio de análise de vibração, ultrassom, inspeção visual ou técnicas de análise não destrutivas. Nesta forma de manutenção, falhas podem ser detectadas e corrigidas em seus estágios iniciais antes que possam se tornar falhas capazes de provocar falhas maiores e parar o equipamento.

A manutenção preditiva tem como a medição de temperatura um dos principais parâmetros de análise e diagnóstico.

A escolha do método depende basicamente da aplicação, tais como:

- Medição por contato, na qual termômetros de líquido em vidro, termômetros de resistência e termopares são utilizados.
- Medição sem contato, na qual termômetros de infravermelho, pirômetros óticos e termovisores podem ser empregados.

Uma das alternativas de medição, a termografia infravermelha, utiliza um método visual sem contato em que se pode examinar grandes superfícies em pouco tempo, muito utilizada em locais onde se tem grande quantidade de equipamentos.

Se corretamente utilizada é uma ótima ferramenta de manutenção preditiva de equipamentos de alta tensão, aumentando a segurança nas inspeções, evitando paradas não programadas, aumento do tempo entre paradas para manutenção e sendo assim reduzindo custos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 HISTÓRIA

O estudo de William Herschel da radiação infravermelha (IV) começou com os experimentos ópticos de Giambattista della Porta no final do século XVI. Dois séculos depois, Sir Herschel usou um espectroscópio para descobrir que o sol emite raios infravermelhos.

Essa descoberta e sua relação com a luz não se tornaram claras até meados do século 19, quando Sir John Herschel, filho de um pioneiro no campo da fotografia, fez a primeira imagem térmica em papel, usando a tecnologia de evaporação, que é a evaporação de álcool obtido de superfícies revestidas com carbono (Mendonça *et al.*, 2013).

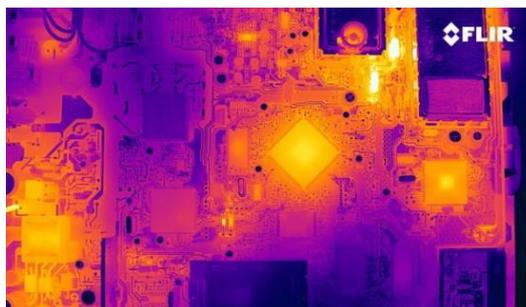
Segundo Mendonça (2013), em 1843, Henry Becquerel descobriu que certas substâncias emitem luz fria quando expostas à radiação infravermelha e podem produzir emulsões fotossensíveis que são sensíveis à radiação infravermelha próxima. Samuel Langley, em 1880, produziu o primeiro bolômetro, que é um dispositivo capaz de medir diferenças de temperatura extremamente pequenas por meio de mudanças na resistência do metal com as mudanças de temperatura. Case desenvolveu o primeiro detector baseado na interação direta entre fótons de radiação infravermelha e elétrons materiais (sulfeto de tálio) em 1917, e Czemy preparou o primeiro termograma em 1929. Em meados da década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial, sistemas de visão noturna foram usados para invadir tanques alemães na Rússia. A resposta dos aliados foi a elaboração e o desenvolvimento da FLIR – Forward Looking Infra Red (visão dianteira por infravermelho), utilizada pelo exército americano para localização dos inimigos. O emprego do sistema não se limitou à localização de tropas, abrangendo também o desenvolvimento de armamento (mísseis) com detectores de calor.

Em 1946, surgiu um scanner infravermelho militar, caracterizado pela capacidade de gerar imagens térmicas em unidades de horas. Com o avanço da tecnologia, em 1954, o próprio sistema conseguia gerar imagens bidimensionais em 45 minutos.

Nas décadas de 1960 e 1970, com o desenvolvimento dos sensores infravermelhos e a introdução do sistema integrado de imagens térmicas instantâneas, houve um grande salto: a imagem foi gerada em 5 minutos e a temperatura pôde ser determinada (Mendonça *et al.*, 2013).

Segundo Mendonça (2013), em 1975, foi desenvolvido um sistema que pode realizar a visão de imagem térmica e a visão óptica de uma pessoa ao mesmo tempo (como apresenta a Figura 1). Este sistema é denominado ENOUX e é baseado em um sistema fotoelétrico. Uma imagem em tempo real foi estabelecida entre 1980 e 1990.

Imagem Termográfica de Placa-Mãe de um Computador de Mesa Utilizando Equipamento com a Tecnologia FLIR



Fonte: FLIR® - Research and Science (2016).

A redução no tempo de produção de imagens foi acompanhada por avanços nos equipamentos de captura e tratamento de imagens. Com a substituição do sistema de resfriamento de nitrogênio líquido por um sistema de resfriamento termoelétrico e a adição de cálculos - o uso de programas e equipamentos - uma câmera de imagem térmica mais compacta e versátil foi introduzida. Em meados da década de 1990, com o uso dos dispositivos de carga acoplada (CCD), ocorreu um novo salto tecnológico. O CCD é um circuito integrado fotossensível que armazena e exibe os dados da imagem de forma que cada pixel (elemento da imagem) seja convertido em carga elétrica, cuja intensidade está relacionada à cor do espectro de cores (Mendonça *et al.*, 2013).

De acordo com Amaral (2013), a partir dessa integração e síntese histórica, pode-se observar a evolução dos sistemas de imagem infravermelho, que estão relacionados ao avanço da eletrônica e da computação desde a década de 1990. A imagem térmica está de acordo com as propriedades físicas da termodinâmica, ou seja, para registrar a transferência de calor por meio de um processo ou mecanismo de radiação.

2.2 CAMPOS DE APLICAÇÃO

Com base nos estudos científicos e nos Procedimentos Técnicos LIGHT, 2018, pode-se notar que a termografia abrange diversos campos de aplicação. Dentre estes, vale destacar:

- Usinas
- Linhas de transmissão aéreas
- Cabos de transmissão subterrâneos
- Subestações
- Linhas de distribuição aéreas
- Linhas de distribuição subterrâneas

2.3 TERMÓGRAFO

São instrumentos que geram imagens, dotados de recursos para a análise e medição de distribuições térmicas, são produzidos normalmente com sensibilidade nas faixas espectrais de 3 a 5 micra (sistemas industriais) e de 8 a 12 micra (sistemas militares e de pesquisa) (Zeghir, 2016).

Aparelho de termografia consegue detectar ondas de calor que emanam de equipamentos e sistemas industriais complexos (Zeghir, 2016).

Em sua tela mostra uma imagem da temperatura por meio da leitura da radiação infravermelha e como ela se relaciona com a temperatura, segundo Zeghir (2016). As imagens são geradas em branco e preto, podendo ser convertidas em imagens coloridas pela substituição da escala de cinza por uma escala de cores.

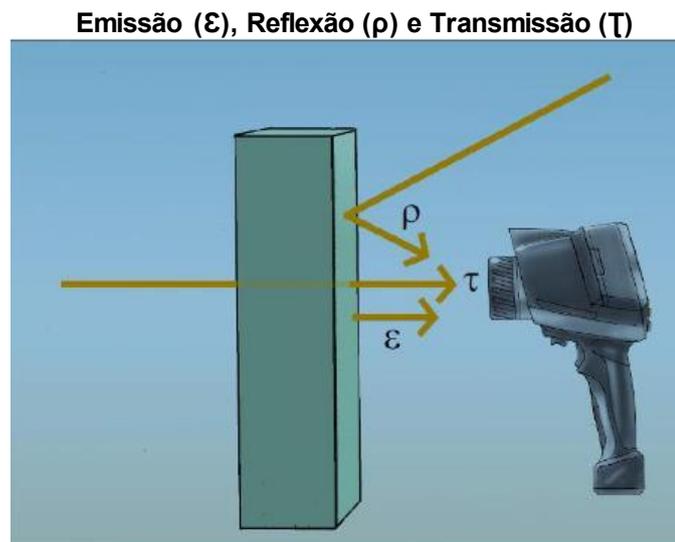
Atualmente todo o registro das imagens térmicas geradas é digital, através de cartões de memória ou interfaces que permitem a conexão dos sistemas com microcomputadores para posterior processamento da informação em software

especialista, visando o tratamento da imagem, análise e elaboração de laudos (Zeghir, 2016).

Em manutenção preditiva, o aparelho de termografia é um grande aliado na prevenção de falhas e riscos de parada (Zeghir, 2016).

2.4 EMISSÃO, REFLECTÂNCIA, TRANSMITÂNCIA

A radiação registrada pelo termovisor é determinada pela emissão, reflexão e transmitância da radiação infravermelha de onda longa emitida por um objeto que está no campo de visão do termovisor (Zeghir, 2016).



Fonte : Técnicas de manutenção preditiva
termografia básica elaborado por: João Eduardo Baptista Zeghir (CSN)
elaborado em: 08/2016

A imagem nos mostra um termovisor fazendo a leitura da temperatura de uma barra metálica. Os sensores do equipamento são alimentados por raios refletidos (ρ), transmitância e emissão de infravermelho (τ e ϵ).

2.2.1 Emissividade (ϵ)

A emissividade (ϵ) é uma medida da capacidade de um material de emitir (liberar) radiação infravermelho.

A emissividade (ϵ) varia com as propriedades da superfície, materiais e, para alguns materiais, também depende da temperatura do objeto que está sendo medido.

Segundo Zeghir (2016). Emissividade máxima: (ϵ) = 1 (100%) (por exemplo, "corpo negro").

Tabela com valores de Emissividade (ϵ)

Material (Temperatura do material)	Emissividade
Alumínio, brilhante (170 °C)	0.04
Alumínio, não oxidado (25 °C)	0.02
Alumínio, não oxidado (100 °C)	0.03
Alumínio, pesadamente oxidado (93 °C)	0.20
Alumínio, altamente polido (100 °C)	0.09
Algodão (20 °C)	0.77
Concreto (25 °C)	0.93
Liga, áspera (40 °C)	0.43
Liga, oxidada (40 °C)	0.43
Liga, cinza oxidada (40 °C)	0.28
Cromo (40 °C)	0.08
Cromo, polido (150 °C)	0.06
Gelo, liso (0 °C)	0.97
Ferro, fosco (20 °C)	0.24
Ferro com cobertura (100 °C)	0.80
Ferro com pele de rolamento (20 °C)	0.77
Gipsita (20 °C)	0.90
Vidro (90 °C)	0.94
Granito (20 °C)	0.45

Fonte: Técnicas de manutenção preditiva termografia básica elaborado por: João Eduardo Baptista Zeghir (CSN) elaborado em: 08/2016

Um corpo negro é um objeto que absorve toda a energia radiante que cai sobre ele. A emissividade do objeto é igual a "1" e, também libera o máximo de energia possível. Este corpo apresenta reflectância e transmitância iguais à zero (Zeghir, 2016).;

Corpos reais: (ϵ) < 1, porque corpos reais também refletem e alguns inclusive transmitem radiação.

Zeghir (2016) nos explica que muitos materiais não metálicos (por exemplo, PVC, concreto, matéria orgânica) têm alta emissividade independente de temperatura na faixa de infravermelho de onda longa (ϵ) 0,8 a 0,95);

Os metais, particularmente aqueles com superfície brilhante, tem baixa emissividade que flutua com a temperatura e pode ser ajustada manualmente no termovisor (Zeghir, 2016).

Segundo Zeghir (2016), um corpo negro pode ser definido como:

a) Corpo que absorve toda a radiação que nele incide, nenhuma luz o atravessa nem é refletida;

b) Corpo que, para uma dada temperatura, emite a quantidade máxima possível de radiação térmica, na mesma taxa que absorve. Portanto, um corpo negro além de ser um absorvedor perfeito, é também um emissor perfeito.

2.2.2 Reflectância (P)

De acordo com Zeghir (2016), a reflectância (ρ) é a medida da capacidade de um material de refletir a radiação infravermelha, e depende das propriedades da superfície, da temperatura e o tipo de material. Em geral, superfícies lisas e polidas refletem mais do que as ásperas feitas do mesmo material. A Temperatura da Radiação Refletida (RTC) pode ser ajustada manualmente nos termovisores. Em muitas aplicações, o RTC corresponde a temperatura ambiente, principalmente se o objeto medido possui Emissividade elevada (Zeghir, 2016).

2.2.3 Transmitância (T)

A Transmitância (τ) é a medida da capacidade de determinado material de transmitir (permitir a passagem) da radiação infravermelha.

A Transmitância (τ) depende do tipo e espessura do material. A maior parte dos materiais não são transmissivos, ou seja, impermeáveis a radiação infravermelha de ondas-longas (Zeghir, 2016).

2.3 SUPERFÍCIE DO OBJETO MEDIDO

As propriedades da superfície do objeto a ser medido desempenham um papel crucial na medição de temperatura com câmeras termográficas. A emissividade da superfície varia de acordo com a estrutura da superfície, sujeira, poeira ou revestimento.

Em geral, a emissividade em superfícies lisas, brilhantes, refletivas e/ou polidas é menor do que em superfícies ásperas, rugosas e riscadas do mesmo material (Zeghir, 2016).

Sujeira na superfície do objeto que está sendo medido, como poeira, fuligem ou óleo lubrificante, geralmente aumenta a emissividade da superfície. Portanto, objetos sujos geralmente não tem problema. No entanto, sua câmera térmica sempre mede a temperatura da superfície, por exemplo. sujeira, não a temperatura exata abaixo da superfície do objeto (Zeghir, 2016).

2.4 CONTROLE DE QUALIDADE DO TERMOGRAMA

O autor Zeghir (2016) nos afirma que o principal ajuste feito em campo é o foco, considerando que não se pode alterar ou corrigir a imagem depois de ser salva. O foco determina a qualidade da medição de temperatura. Imagens fora de foco possuem resultados inferiores dos verdadeiros.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora ajude a prevenir falhas no sistema elétrico, a inspeção termográfica pode estar sujeita a muitos impactos e limitações, sejam elas, físicas (em relação ao material medido), ou intelectuais (em relação a falta de conhecimento no uso do aparelho), ainda se pode ver que este instrumento pode ser de grande valia. Este trabalho apresenta a praticidade, a importância, a tecnologia que envolve o termógrafo, as limitações e especificações das aplicações de termografia infravermelha de uma forma geral, e a partir deste trabalho concluí-se que esta ferramenta é uma forte aliada nas manutenções de equipamentos elétricos, facilitando a análise e prevenção de falhas. Sendo essencial para um Engenheiro Eletricista o conhecimento de tal equipamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. G. R. de. **Inspeção termográfica de danos por impacto em laminados compósitos sólidos de matriz polimérica reforçada com fibras de carbono**. 2010. 109p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010. Acesso em: 25 set. 2021.

DONOSO, J. P. **Transferência de calor por radiação**. 2017. 26 p. FCM 208 Física (Arquitetura) - Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos - IFSC, São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.ifsc.usp.br/~donoso/fisica_arquitetura/10_radiacao_termica.pdf. Acesso em: 19 fev. 2022.

O EFEITO joule, ou efeito térmico- Como ele faz o país perder energia e dinheiro. **GreenVolt**, 2019. Disponível em: <https://greenvolt.com.br/efeito-joule-efeito-termico/>. Acesso em: 18 de fev. de 2022.

ESTEVIÃO, V. O que é Efeito Joule? Fórmula e experimento. **Efeito Joule**, 2019. Disponível em: <https://efeitojoule.com/2008/04/efeito-joule/>. Acesso em: 18 fev. 2022.

LIGHT S.A, **Procedimentos técnicos Light** (PTL0123GE/18-R2 - Light Serviços de Eletricidade). Rio de Janeiro, 2018. Acesso em: 20 out. 2021

MANUTENÇÃO preditiva: o que é, como funciona, vantagens e dicas. **TOTVS**, 2021. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/manutencao-preditiva/>. Acesso em: 25 set. 2021.

MENDONÇA, L. V.; DE AMARAL, M. M.; CATARINO, P. S. A termografia por infravermelhos como ferramenta para auxílio à inspeção e manutenção dos edifícios. **Spybuilding**, 2013. Disponível em: <http://www.spybuilding.com/index.php?id1=5&id2=2>. Acesso em: 24 set. 2021.

PIOVESAN, P. G. Manutenção preditiva: guia completo. **Tractian**, 2022. Disponível em: <https://tractian.com/blog/manutencao-preditiva>. Acesso em: 18 fev. 2022.

SANTOS, Laerte. **Termografia infravermelha em subestações de alta desabrigadas**. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/3833>. Acesso em: 127 dez. 2022.

TERMOGRAFIA e seus benefícios. **Semapi**, 2018. Disponível em: <https://www.semapi.com.br/termografia-e-seus-beneficios/>. Acesso em: 27 set. 2021.

AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO GERENCIADO POR SUPERVISÓRIO

AUTOMATION OF A COOLING SYSTEM MANAGED BY SUPERVISORY

Carlos Costa da Silva¹
José Nilton Cantarino Gil²
Rafael Dos Santos Novaes³
Rodrigo de Souza Moura⁴

RESUMO

Atualmente, os processos industriais necessitam ser controlados para que obtenham maiores desempenhos e para controlar adequadamente qualquer atividade de monitoramento. Em muitos processos, existe a necessidade de remover a carga térmica de um determinado sistema e utilizar a água como o fluido de resfriamento. A fim de monitorar a temperatura e a pressão da água automaticamente, este trabalho visa projetar e construir um sistema de resfriamento automatizado, utilizando como interface humano-máquina um sistema supervisório. Apresenta-se uma revisão de literatura para melhor embasamento teórico sobre os dispositivos utilizados, como: motores elétricos, atuadores, inversores de frequência, controlador lógico programável e o sistema de supervisão. Com a automatização do sistema de resfriamento foi possível sair de um sistema aberto, que não permitia um tratamento químico adequado da água, além de gerar uma “poluição térmica”, para um sistema semiaberto automatizado que resolve o possível problema de escassez de água e evita esse tipo de poluição.

Palavras-Chave: Sistema supervisório. Controlador lógico programável. Sistema de resfriamento.

ABSTRACT

Currently, larger companies are controlled to be larger and to properly control monitoring performance. In many processes, there is a need to remove a heat load from a given system and use water as the coolant. In order to monitor water temperature and pressure automatically, this work aims to design and build an automated cooling system, using a supervisory system as a human-machine interface. A literature review is presented for a better theoretical basis on the devices used, such as: electric motors, actuators, frequency inverters, programmable logic controller and the supervision system. With the automation of the cooling tower, it was possible to move from an open system, which did not allow an adequate chemical treatment of the

¹ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: carloscostabk@gmail.com

² Docente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: jnilton@ubm.br.

³ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engrnovaes@gmail.com

⁴ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: rodriigomoura@hotmail.com

water, in addition to generating “thermal pollution”, to a semi-open system that solves the possible problem of water scarcity and avoids this problem. type of pollution.

Keywords: Supervisory system. Programmable logical controller. Cooling System.

1 INTRODUÇÃO

A atual dinâmica do mercado e a necessidade das empresas conquistarem e manterem novos clientes, faz com que a inovação e o movimento de operacionalização sejam primordiais, com a maior eficiência possível e decisões bem estruturadas em relação as estratégias. Dessa forma, surge a necessidade da compreensão em processos de produção, que vise uma melhoria contínua e assertiva. Com isso, surge alguns recursos que são fundamentais para isso, como: técnicas de produção enxuta, mapeamento do fluxo de valor e a tecnologia, juntamente com o sistema computacional (Soares, 2014).

Os CLPs têm sua história desde a década de 1960 e ainda assim existem muitas indústrias de automação que possuem pouca experiência com eles. Os CLPs são definidos como miniaturas de computadores industriais que possuem um hardware e um software que são usados para controlar um determinado sistema. Esses computadores industriais possuem duas seções básicas: A Unidade Central de Processamento (CPU - *Central Processing Unit*) e a interface de entrada e saída do sistema.

Os softwares SCADA surgiram nos mais variados tamanhos, em diversos sistemas operacionais e repertórios de funcionalidades. Esses softwares são responsáveis por supervisionar processos industriais que coletam dados do processo, por meio de estações remotas, principalmente Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), formatando esses dados e apresentando ao operador em uma diversidade de formas. Esses sistemas visam proporcionar uma interface em alto nível do operador com o processo informando-o “em tempo real” todos os eventos de importância da planta (Rocha; Dantas, 2010).

De acordo com Rocha e Araújo Dantas (2010), atualmente os sistemas de supervisão oferecem três funções básicas: Funções de supervisão (inclui todas as funções de monitoramento: sinóticos animados, gráficos de tendência de variáveis analógicas e digitais, relatórios em vídeo e impressos), funções de operação (incluem ligar e desligar equipamentos e sequência de equipamentos, operação de malhas PID,

mudança de modo de operação de equipamentos) e funções de controle (linguagem que permite definir, de forma direta, ações de controle, independente de um nível intermediário de controle representado por remotas inteligentes).

Para qualquer processo de automação, é necessário a elaboração de um projeto. Esse projeto definirá a estrutura e a composição do sistema automatizado. A partir da identificação do sistema, suas etapas e processos, será possível definir os dispositivos que serão utilizados como sensores, atuadores e sistemas de controle (CLP'S), já disponíveis no mercado. Para processos mais complexos, é possível a utilização de sistemas de supervisão e aquisição de dados (SCADA), que possibilitam um desempenho e qualidade ainda maior.

Atualmente, os processos industriais necessitam ser controlados para que obtenham maiores desempenhos e para controlar, adequadamente, qualquer atividade de monitoramento. Dessa forma, surge o problema de controlar o processo em tempo real, de uma forma mais simplificada e, se possível, remotamente.

Assim, surge a seguinte problemática: **Como monitorar e controlar variáveis de processo, como a temperatura e a pressão?**

Nesse viés, este trabalho aborda um estudo bibliográfico de componentes eletrônicos, bem como dos Controladores Lógicos Programáveis existentes e dos Sistemas de Supervisão SCADA. Assim, será possível apresentar um projeto de um sistema SCADA supervisorio para gestão de um sistema de resfriamento onde será controlada a temperatura e a pressão, utilizando o CLP M340, através dos softwares Unity Pro e Vijeo Designer da empresa Schneider Electric.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 DELINEAMENTO DO PROBLEMA

No processo de produção industrial de uma fábrica química é necessário o resfriamento do produto em seu estado líquido, circulando na serpentina do tanque de refrigeração, que utiliza água como agente de resfriamento.

O processo de resfriamento é um sistema aberto, nomeado também como sistema de uma só passagem, onde a água é captada de sua fonte, circula pelo processo de resfriamento e é descartada ao final do ciclo, com uma temperatura mais

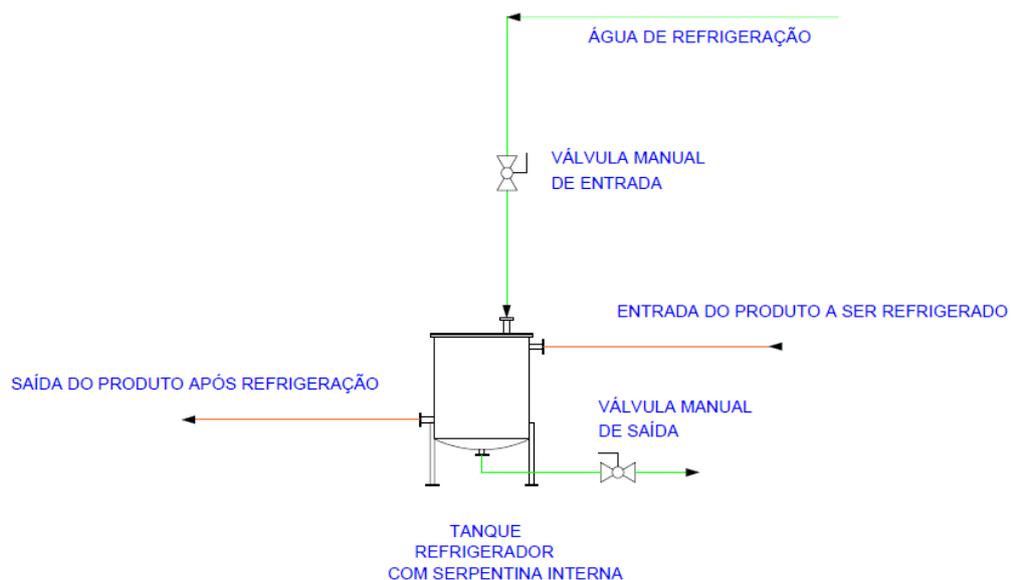
alta, onde a entrada e saída de água no tanque são controladas por válvulas manuais sem ter um padrão de temperatura de controle

Esse sistema apesar de servir como um trocador de calor para refrigerar o produto, possui muitas desvantagens, como:

- Grande consumo de água;
- Falta de tratamento químico para a água de saída do processo;
- Poluição térmica resultante da descarga de grandes volumes de água quente, que se torna um problema onde é descartada essa água;
- Problema de qualidade no produto, devido a temperatura e pressão da água não serem mensuradas e nem controladas.

Devido aos problemas apresentados, foi necessário a implantação de um sistema para monitoramento e controle, utilizando as ferramentas da engenharia elétrica e automação, para ser possível um controle e supervisão do processo de resfriamento e eliminar os problemas atuais encontrados, como ilustra a Figura 1.

Figura 1: Diagrama do processo de resfriamento com Sistema aberto e controle do fluxo da água com válvulas manuais



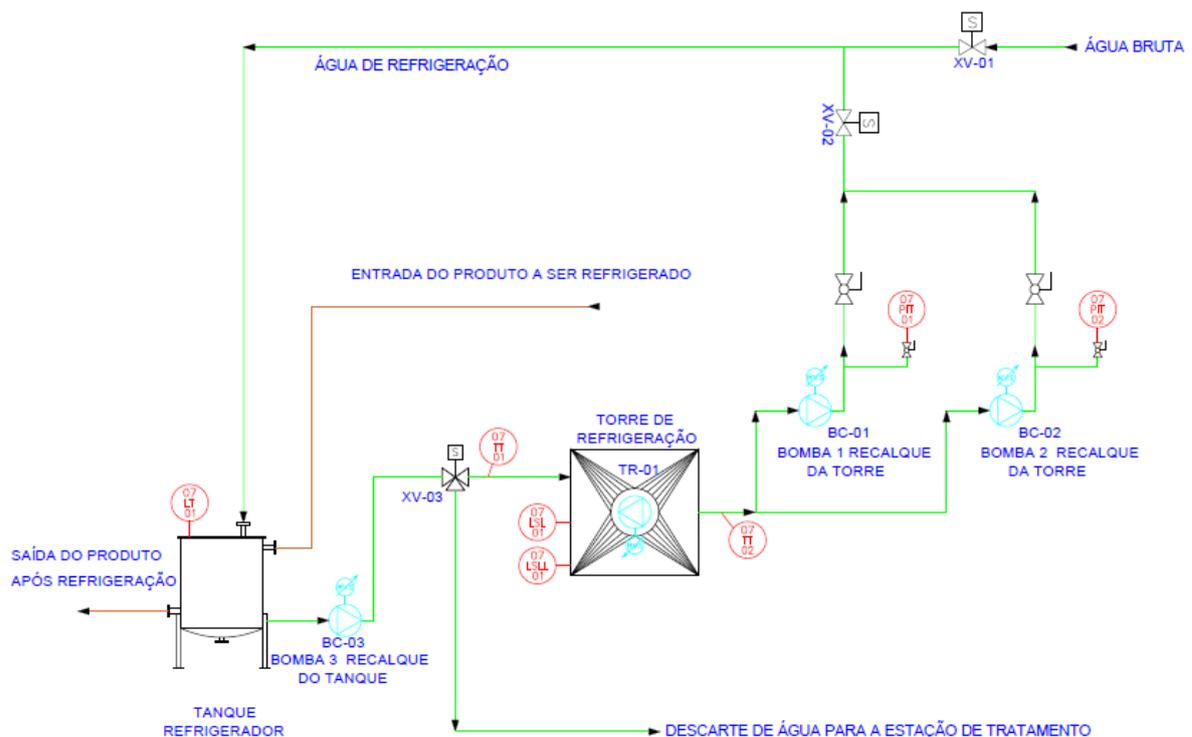
Fonte: Autoria Própria

2.2 MÉTODO

Para a solução dos problemas encontrados no sistema de resfriamento aberto, será implantado um sistema de resfriamento semiaberto, onde a água que circula pelos equipamentos, é resfriada em uma torre de resfriamento, retornando para uso posterior em uma temperatura adequada, necessitando apenas de uma pequena reposição de água em cada ciclo, apenas para substituir a que se perde por evaporação, respingo, drenagem e vazamentos.

Esse sistema deverá ser controlado por um CLP que ficará em uma sala de controle e usará um dispositivo de rede remoto para acionamento das cargas em campo. Será necessária a utilização de inversores de frequência para controle de velocidade das bombas e a criação de um Sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA) para monitorar, supervisionar e controlar as variáveis de processo, como ilustra a Figura 2.

Figura 2: Diagrama do processo automatizado



Fonte: Autoria Própria

Descrição dos equipamentos utilizados no processo e suas funções:

- TR-01 – Torre de Refrigeração: A Torre de refrigeração responsável por resfriar a água do processo que retorna da troca térmica com o tanque de refrigeração, utilizando um motor de indução assíncrono trifásico com função de ventilação da torre;
- BC-01 e BC-02 – Bombas de recalque da torre de refrigeração: As Bombas com motor de indução assíncrono trifásico, com a função de realizar o recalque da água refrigerada na saída da torre de refrigeração;
- BC-03 – Bomba de recalque do tanque de refrigeração: A bomba com motor de indução assíncrono trifásico, com a função de realizar o recalque da água quente da saída do tanque refrigerador para a entrada da torre de refrigeração;
- XV-01 – Válvula para entrada de água bruta no processo: Válvula solenoide da água de processo com atuador pneumático, simples ação, com função de forçar a circulação de água bruta em caso de temperatura de água de refrigeração muito alta ou nível muito baixo na torre de refrigeração.
- XV-02 – Válvula bloqueio de entrada de água bruta para retornar as bombas: Válvula solenoide com atuador pneumático simples ação, com função de impedir que a água bruta retorne as bombas quando a válvula XV-01 for aberta;
- XV-03 – Válvula de descarte de água para a estação de tratamento: Válvula solenoide de três vias da água de descarte com atuador pneumático, simples ação. Com função de direcionar o fluxo da água caso ocorra um aumento na temperatura da água de refrigeração sendo insuficiente para refrigerar o processo.

Existem alguns instrumentos que são fundamentais para o funcionamento do controle do processo, são eles:

- LT-01 – Transmissor de nível do tanque de refrigeração (0 a 100%) - Esse instrumento é responsável pela medição de nível do tanque refrigerador, gerando uma saída de 4 a 20ma.
- PIT-01 – Transmissor de pressão da bomba 1 (0 a 10bar) - Esse instrumento é responsável pela medição de pressão de saída da bomba 1 transmitindo uma saída de 4 a 20ma;

- PIT-02 – Transmissor de pressão da bomba 2 (0 a 10bar) - Esse instrumento é responsável pela medição de pressão de saída da bomba 2 transmitindo uma saída de 4 a 20ma;
- TT-01 – Transmissor de temperatura da água de entrada da torre (0 a 100°C)- Esse instrumento é responsável pela medição da temperatura na entrada da torre de resfriamento gerando uma saída de 4 a 20ma;
- TT-02 – Transmissor de temperatura da água de saída da torre (0 a 100°C)- Esse instrumento é responsável pela medição da temperatura na saída da torre de resfriamento gerando uma saída de 4 a 20ma;
- LSL-01 – Sensor de nível baixo na torre de refrigeração. (sensor de contato) - Esse instrumento é responsável por detectar uma condição de nível baixo na torre de refrigeração gerando um sinal de 24vcc quando acionado;

2.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA EM AUTOMÁTICO

Com base nas medições realizadas pelos instrumentos instalados em campo, é realizada a automação do processo para o correto controle.

O controle da vazão de recalque será realizado por um inversor de frequência, sendo proporcional a pressão da linha de recalque medida pelo instrumento PIT-01 ou PIT-02, dependendo da bomba centrífuga que está em operação, simulando assim, a situação real da rede de abastecimento de água bruta.

O transmissor de pressão PIT-01 ou PIT-02 irá gerar uma saída de 4 a 20ma, com base na medição da pressão de 0 a 10Bar, e enviar esse valor de corrente elétrica a entrada do cartão analógico de entrada do CLP. Sendo 4mA para 0 bar e 20mA para 10Bar.

Para controlar a velocidade do motor das bombas de recalque da torre BC-01 e BC-02, é utilizado um inversor de frequência para cada motor, que receberá um valor de 4 a 20mA, do cartão de saída analógico do CLP, que gera esse valor através de um cálculo interno do programa, que fará esse valor de saída da carta analógica, proporcional ao valor da pressão de recalque da bomba. Sendo quanto menor a pressão da linha, maior será a frequência gerada pelo inversor para aumentar a velocidade do motor da bomba.

A eficácia da troca térmica da torre de refrigeração será mensurada através da diferença de temperatura entre os instrumentos TT-01 e TT-02, instalados na entrada e saída da torre de refrigeração, respectivamente.

O controle do nível do tanque refrigerador, medido pelo instrumento LT-01, será dado por bombeamento forçado para a torre de refrigeração por intermédio de um inversor de frequência, que conforme o nível medido for aumentando, aumenta-se frequência gerada pelo inversor para aumentar a velocidade do motor da bomba de recalque do tanque.

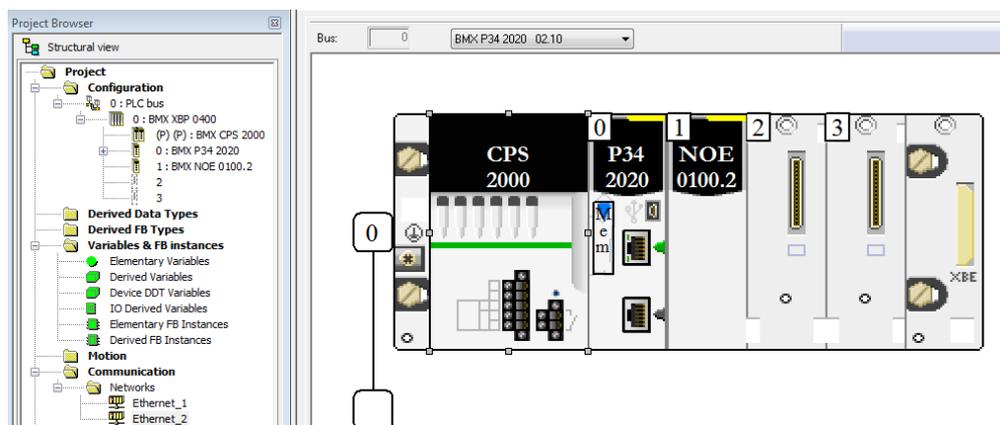
As válvulas são necessárias para retornar o funcionamento do sistema em caso de temperatura ou pressão fora dos valores predefinidos no sistema supervisório e para fazer a reposição de água no circuito, por se tratar de um sistema semiaberto.

2.4 DESCRITIVO DA MONTAGEM

A montagem foi realizada através do *software* da *Unity Pro* da *Schneider Electric*. Esse *software* é uma plataforma de programação para famílias de CLPs Modicon M340 e M580.

O CLP Modicon M340, foi o utilizado nesse projeto juntamente com o módulo Ethernet local NOE (Network Ethernet Protocol/Protocolo de rede Ethernet), pois juntos possibilitam uma comunicação em rede Ethernet com sistemas supervisórios e módulos Ethernet remotos. A figura 3 mostra a montagem do rack do CLP dentro do *software* Unity Pro.

Figura 3: Montagem do rack do CLP pelo programa Unity Pro da Schneider Electric.

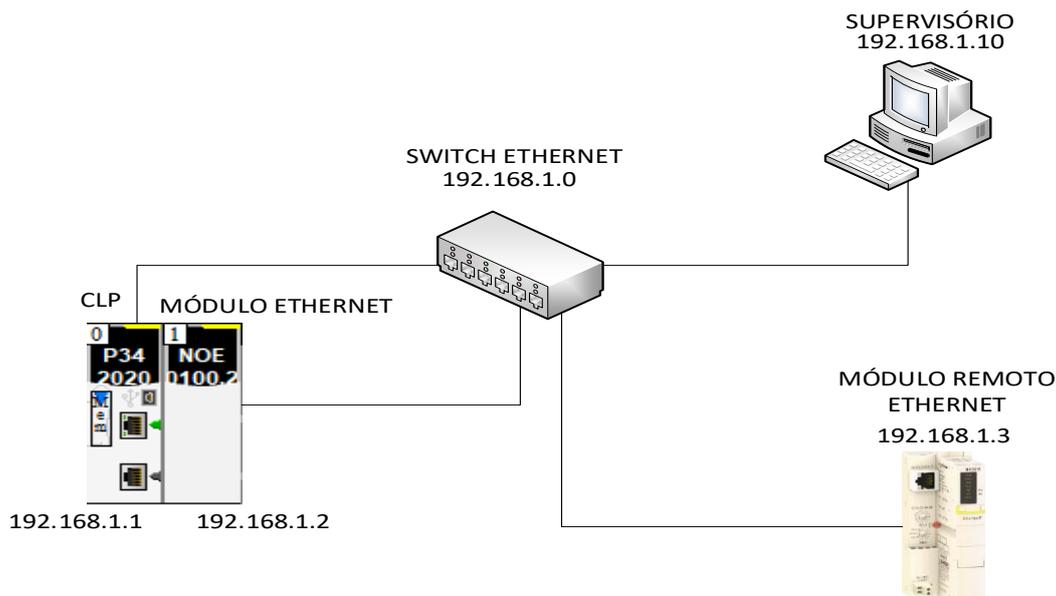


Fonte: Autoria Própria

Devido a distância dos equipamentos de campo como motores e transmissores, foi utilizado o módulo Ethernet remoto NIP (Network Internet Protocol/Protocolo de rede internet) da Schneider Electric, que permite a transmissão dos dados do CLP para os dispositivos de campo através da rede Ethernet.

A montagem da rede Ethernet contendo o CLP M340, o supervisor, os módulos de rede remoto e local e um Switch Ethernet para permitir a conexão dos dispositivos é mostrada na figura 4.

Figura 4: Visão geral da rede Ethernet

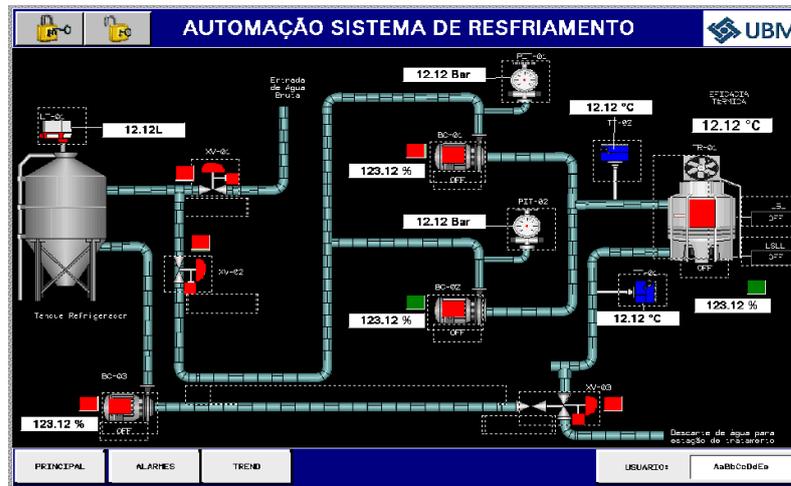


Fonte: Autoria Própria

2.5 CRIAÇÃO DO SUPERVISÓRIO COM O SOFTWARE VIJEO DESIGNER

A criação do sistema supervisor foi feita com o Vijeo Designer, software da empresa Schneider Electric, ele permite a criação de telas que simulam o processo em funcionamento, gerando uma interface de gestão remota dos equipamentos em operação a figura 5 ilustra a finalização da tela inicial com o desenho das tubulações que representam o fluxo da água, para assim, tendo desta forma uma tela de sinótico capaz de representar a simulação do processo em tempo real.

Figura 5: Tela inicial



Fonte: Autoria Própria

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto da automação do sistema de resfriamento aberto com funcionamento manual, sendo transformado em um sistema de resfriamento semiaberto automatizado, possibilitou o desenvolvimento de seus executantes de forma acadêmica e profissional, devido a quantidade de temas que foram abordados e pesquisados como, os controladores lógicos programáveis, sistemas supervisórios, inversores frequência e motores elétricos. Ambos os assuntos, foram pesquisados de forma científica, com suas devidas referências bibliográficas citadas, que são utilizados dentro do campo da engenharia elétrica e automação industrial.

O projeto teve uma abordagem sobre a instrumentação industrial, sendo utilizada para a resolução de problemas de processos de sistemas de resfriamento, onde a utilização de instrumentos de campo, tais como os transmissores de temperatura e pressão, podem gerar sinais elétricos equivalentes a suas variáveis mensuradas, de forma que os sinais sejam utilizados como referência de medição no processo controlado.

O problema do descarte irregular da água utilizada no sistema de refrigeração aberto, que gerava a poluição térmica quando era feita a troca térmica com o processo e posteriormente descartada em sua fonte, foi solucionado com a implantação do sistema semiaberto utilizando a torre de resfriamento. Pois com a torre de resfriamento

estando inserida no processo, a água não retorna com uma alta temperatura a sua origem, ela é refrigerada a cada ciclo, gerando o conceito de reciclo de água, eliminando a necessidade de seu descarte constante, o que permite uma melhor troca térmica com o processo, sem a necessidade do descarte contínuo da água para a sua fonte, obtendo desta forma um consumo de água muito menor.

Com o sistema implantado funcionando em automático é possível uma linearidade maior e eficaz no produto final, obtendo um melhor controle de sua qualidade por estar monitorando a sua temperatura de resfriamento. O sistema em automático também elimina a responsabilidade do operador atuar de forma manual no processo, com os comandos manuais nas válvulas, pois o sistema criado possui válvulas automáticas e os controles das velocidades das bombas e do ventilador da torre de resfriamento para corrigir as altas temperaturas detectadas pelos transmissores instalados.

O desenvolvimento da automação permitiu o conhecimento e prática com linguagens de programação de controladores lógicos programáveis como o ladder e os diagramas de blocos funcionais. A criação do sistema supervisor foi realizado com êxito, visto que o controle das variáveis de processo, pressão e temperatura da água foram alcançadas, tendo uma aquisição de dados do processo em tempo real, para o monitoramento e controle feitos de forma remota através do programa do supervisor simulando o processo através de uma tela gráfica contendo o tanque de refrigeração, a torre de resfriamento, os motores, dispositivos de campo e os valores de temperatura e pressão exibidos na tela criada.

A utilização dos inversores de frequência com os motores de indução trifásicos, possibilitou um controle da velocidade das bombas e da torre de resfriamento, sendo possível o controle do fluxo de água de refrigeração e controle da temperatura na qual se deseja obter no processo. Levando em consideração também uma curva suave da partida dos motores de indução que evita picos acentuados de corrente durante a partida dos motores.

O sistema de resfriamento automatizado, permitiu de forma geral, monitoramento, controle, supervisão do processo, controle eficaz da qualidade do produto final e resolução dos problemas de poluição térmica e diminuiu também o consumo de água para refrigeração.

REFERÊNCIAS

CAETANO, Alba Francine de Souza. **Verificação automática de sistemas descritos usando a linguagem Ladder**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

CASTRUCCI, Plínio; MORAES, Cícero Couto. **Engenharia de controle e automação**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CORRÊA, Tiago. **Monitoramento de um sistema de emergência industrial, aplicando o software supervisor scada (eclipse)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade São Francisco. 2012.

FERREIRA, Cleverson Krul; SCHILLER, Michael; COSTA, PaulaRibeiro. **Desenvolvimento de uma torre automatizada para o resfriamento de água**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FRANCISCO, Antônio M. S. **Motores de indução trifásicos**, 2006.

GOES, Manuel Tomás Rocha de. **Implementação de um sistema SCADA para monitorização de consumos de energia elétrica na indústria vinícola**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Tecnologia de Setúbal. 2021.

LINGUAGENS de programação – Bloco de função, SFC e texto estruturado. Escola Politécnica - PUC RS. Engenharia de Controle e Automação. 2015.

LOPES, Luciano de Lima; GRANDINETTI, Francisco José; MARCELINO, Marcio Abud. Aplicação do GRAFCET na redução do retrabalho de uma linha de pintura automotiva. **Produto & Produção**, v. 9, n. 1, 2008.

MATTOS, Nuno César Silva. **Modelagem de sistemas para controladores lógicos programáveis utilizando o desenvolvimento baseado em componentes e IEC 61131 3: aplicação em indústria de petróleo e gás**. 2017.

OLIVEIRA, Carlos Henrique da Costa. **Verificação de modelos aplicada ao projeto de sistemas industriais automatizados por controladores lógicos programáveis**. Tese (Doutorado.) - Instituto Militar de Engenharia. 2006.

PES, I. Ieee standard for scada and automation systems. **IEEE Std C**, v. 37, 2008.

ROCHA, Alexandre Magno Monteiro; DANTAS, Alysson Geisel Medeiros de Araújo **Automação Industrial**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2010.

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Automação industrial**. Santa Maria: E-tec Brasil, 2016.

SILVA, Ana Paula Gonçalves da; SALVADOR, Marcelo. **O que são sistemas supervisórios?** São Paulo, 2005.

SILVA, Edilson Alfredo da. **Introdução às linguagens de programação para CLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 2016.

SILVA, Gladimir Pinto da. **PLC Controladores lógicos programáveis**. Academia Accelerating the world's research, 2006.

SILVA, Luciano Marcelo Lucena da. **Programação no CLP com diagrama de blocos de função - malha de medição de nível**. 2018. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/programa%C3%A7%C3%A3o-clp-com-diagrama-de-blocos-fun%C3%A7%C3%A3o-malha>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SILVA, Luiz Fávero. **Projeto de automação CLP-SCADA de uma linha de produção simulada de portas automotivas**. Monografia. Universidade de Brasília. 2017.

SOARES, Bernardo Bregoli. **A utilização do modelo de simulação computacional para análise e modificação de um sistema de produção de pinturas automotivas**. 2014.

UPADHYAY, Darshana; SAMPALLI, Srinivas. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems: Vulnerability assessment and security recommendations. **Computers & Security**, v. 89, p. 101666, 2020.

ZANGHI, Eric. **Sistemas SCADA: conceitos**, 2016.

DIMENSIONAMENTO DE PONTE ROLANTE

ROLLING BRIDGE SIZING

Fernando da Silva Santos¹

João Victor Silva Castro²

Lucas Leite Silveira³

Maicon Luiz da Silva de Assis⁴

Raul Almeida Carvalho⁵

Vinícius dos Santos Monteiro de Souza⁶

RESUMO

Este presente trabalho tem como objetivo entender, calcular e projetar uma ponte rolante, com o intuito em otimizar e baratear a produção da indústria que a utilize. Pórticos rolantes são equipamentos que são utilizados para se realizar a movimentação de cargas por uma determinada distância e tempo, tem versatilidade em sua instalação e movimentação. Para se dimensionar a ponte rolante é necessário a utilização da norma NBR 8400:1984 (Cálculo de equipamento para levantamento e movimentação de cargas). Através dos cálculos determina-se os componentes estruturais e mecânicos que são indispensáveis no funcionamento do equipamento.

Palavra-Chave: Ponte rolante. Dimensionamento estrutural. Engenharia mecânica. Movimentação de cargas.

ABSTRACT

This present work aims to understand, calculate and design an overhead crane, with the aim of optimizing and cheapening the production of the industry that uses it. Gantry cranes are equipment that are used to carry out the movement of loads for a certain distance and time, it has versatility in its installation and movement. To dimension the overhead crane, it is necessary to use the NBR 8400:1984 standard (Calculation of equipment for lifting and moving loads). Through the calculations, the structural and mechanical components that are indispensable in the operation of the equipment are determined.

Keyword: Overhead crane. Structural dimensioning. Mechanical Engineering. Cargo handling.

¹ Docente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

² Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

³ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁴ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁵ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁶ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

1 INTRODUÇÃO

As máquinas de elevação são fundamentais atualmente para as indústrias, devido a sua movimentação de materiais entre as linhas produtivas.

Os equipamentos de elevação e estrutura capazes de deslocar, de um ponto a outro, materiais, ferramentas. O alcance de alturas maiores representa uma necessidade recorrente nessas atividades.

Existem maneiras objetiva, duas categorias de plataformas de elevação: as focadas apenas no transporte de objetos e as que servem como meio de deslocamento para operários. As que deslocam ferramentas, máquinas, equipamentos, materiais de construção entre outros.

Podemos classificar em equipamentos de manuseio de cargas contínuo, como transportadoras.

- Sistemas de levantamento
- Monovias
- Equipamento com levantamento de carga e giro
- Ponte rolantes com monovigas
- Ponte rolantes com dupla viga
- Pórticos rolantes
- Semi-pórticos rolantes;
- Guindastes;

A ponte rolante é um equipamento utilizado para movimentação e elevação de cargas, que dificilmente poderiam ser movidas de forma manual. Constituída basicamente de viga, carro e talha, foi desenvolvida para suportar pesos variados e é composta por uma estrutura metálica horizontal.

As pontes rolantes se movem sobre trilhos, apoiados em vigas de rolamento e a carga de elevação é limitada apenas pelo vão do equipamento, comprimento do caminho de rolamento e altura de elevação.

Sabendo o que é uma ponte rolante, vamos conhecer os componentes de sua estrutura, constituída basicamente de três itens:

A viga é a primeira, sendo a parte principal do equipamento, podendo ser única ou dupla, dependendo da operação. É sobre ou sob ela que o carro será deslocado, permitindo a movimentação dos materiais.

O segundo item é o carro, que se movimenta pela viga e através do seu mecanismo dá a sustentação a talha, permitindo o deslocamento transversal ou vertical da carga.

Por último, existe a talha, que é montada no carro e responsável pelo movimento de elevação da carga. Normalmente são utilizados cabos de aço para o levantamento dos materiais e possui um motor elétrico para o sistema de freios.

Conhecendo o que é uma ponte rolante e seus componentes, resta compreender como é feito o controle de movimentos que precisam ser precisos, seguros e, ao mesmo tempo, ágeis.

Para controlar essa movimentação existem sensores de cargas que medem o peso das mercadorias a serem movimentadas, controlando os limites máximos e evitando acidentes em função dos excessos.

2 DESENVOLVIMENTO

Para realizar o dimensionamento de uma ponte, é necessário a realização dos cálculos relativos aos componentes, desde as partes até os cabos e motores.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DO GRUPO DA ESTRUTURA

O primeiro passo para realizar os cálculos é classificar a estrutura dos equipamentos e dos elementos da estrutura. Deve-se em seguida obter também a classificação do grupo da estrutura. Tais dados serão obtidos seguindo as etapas detalhadas dos pontos 5.1 a 5.4 da norma NBR 8400:1984.

Classe de utilização	Frequência de utilização do movimento de levantamento	Numero convencional de ciclos de levantamento
A	Utilização ocasional não regular, seguida de longos períodos de repouso	$6,3 \times 10^4$
B	Utilização regular em serviço intermitente	$2,0 \times 10^5$
C	Utilização regular em serviço intensivo	$6,3 \times 10^5$
D	Utilização em serviço intensivo severo, efetuado, por exemplo, em mais de um turno	$2,0 \times 10^6$

Na tabela a seguir, encontramos os possíveis estados de cargas, onde levamos em consideração e para fins de cálculo, classificando os estados de carga.

Estado de carga	Definição	Fração mínima da carga máxima
0 (muito leve)	Equipamentos levantando excepcionalmente a carga nominal e comumente cargas muito reduzidas	P = 0
1 (leve)	Equipamentos que raramente levantam a carga nominal e comumente cargas de ordem de 1/3 da carga nominal	P = 1/3
2 (médio)	Equipamentos que freqüentemente levantam a carga nominal e comumente cargas compreendidas entre 1/3 e 2/3 da carga nominal	P = 2/3
3 (pesado)	Equipamentos regularmente carregados com a carga nominal	P = 1

Temos também uma terceira tabela na norma que devemos analisar o estado de tensão nas quais o elemento está submetido.

Estado de tensões	Definição	Fração mínima de tensão máxima
0 (muito leve)	Elemento submetido excepcionalmente à sua tensão máxima e comumente a tensões muito reduzidas	P = 0
1 (leve)	Elemento submetido raramente à sua tensão máxima, mas comumente a tensões da ordem de 1/3 da tensão máxima	P = 1/3
2 (médio)	Elemento freqüentemente submetido à sua tensão máxima e comumente a tensões compreendidas entre 1/3 a 2/3 da tensão máxima	P = 2/3
3 (pesado)	Elemento regularmente submetido à sua tensão máxima	P = 1

A partir da escolha dos valores de classe de utilização e estado de carga (ou tensões), temos uma determinada classe para o estado de carga e achamos o grupo da estrutura referente na tabela abaixo.

Estado de cargas (ou estado de tensões para um elemento)	Classe de utilização e número convencional de ciclos de levantamento (ou de tensões para um elemento)			
	A $6,3 \times 10^4$	B $2,0 \times 10^5$	C $6,3 \times 10^5$	D $2,0 \times 10^6$
0 (muito leve) P = 0	1	2	3	4
1 (leve) P = 1/3	2	3	4	5
2 (médio) P = 2/3	3	4	5	6
3 (pesado) P = 1	4	5	6	6

Esse valor é utilizado para obter o coeficiente de majoração M_x , que caracteriza o dimensionamento da estrutura. Contido na tabela seguinte,

Grupos	1	2	3	4	5	6
M_x	1	1	1	1,06	1,12	1,20

Para que consigamos classificar o grupo dos mecanismos, seguindo os pontos 6.1 a 6.2 da norma NBR 8400:1984, levamos dois fatores em consideração, que são a classe de funcionamento e estado de solicitação.

A classe de funcionamento é obtida por meio do tempo médio de funcionamento diário estimado, se adequando de acordo com o projeto de utilização.

Classe de funcionamento	Tempo médio de funcionamento diário estimado (h)	Duração total teórica da utilização (h)
V0,25	$t_m \leq 0,5$	≤ 800
V0,5	$0,5 < t_m \leq 1$	1600
V1	$1 < t_m \leq 2$	3200
V2	$2 < t_m \leq 4$	6300
V3	$4 < t_m \leq 8$	12500
V4	$8 < t_m \leq 16$	25000
V5	$t_m > 16$	50000

Quanto ao estado de solicitação, este é definido por meio da tabela a seguir:

Estados de solicitação	Definição	Fração da solicitação máxima
1	Mecanismos ou elementos de mecanismos sujeitos a solicitações reduzidas e raras vezes a solicitações máximas	$P = 0$
2	Mecanismos ou elementos de mecanismos submetidos, durante tempos sensivelmente iguais, a solicitações reduzidas, médias e máximas	$P = 1/3$
3	Mecanismos ou elementos de mecanismos submetidos na maioria das vezes a solicitações próximas à solicitação máxima	$P = 2/3$

A seguir, deve se escolher o grupo de mecanismos de acordo com a solicitação

Estados de solicitação	Classes de funcionamento						
	V0,25	V0,5	V1	V2	V3	V4	V5
1	1Bm	1Bm	1Bm	1Am	2m	3m	4m
2	1Bm	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m
3	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m	5m

Outro valor que precisa ser obtido através da norma NBR 8400:1984 é o valor da média cúbica, representada por K, que está relacionado ao estado de solicitação na próxima tabela.

Estados de solicitação	K
1	0,53
2	0,67
3	0,85

2.2 CABOS DE AÇO

A NBR 8400 é a norma brasileira que fixa diretrizes básicas para o cálculo de projeto de componentes mecânicos e partes estruturais de equipamentos de içamento e movimentação de cargas, independentemente do tipo de serviço ou grau de complexidade. O projeto de cabos de aço para estes equipamentos é um assunto abordado na norma.

O item 6.7.2 da NBR 8400 indica que o critério de escolha do cabo de aço deve assegurar uma vida útil satisfatória do mesmo e fornece um método para a seleção do cabo de aço com mais de 100 fios, com resistência à ruptura de 1600 a 2200 N/mm² (MPa) polidos ou galvanizados retrefilados, tendo alma de fibra ou de aço.

O diâmetro externo mínimo do cabo é determinado pela equação:

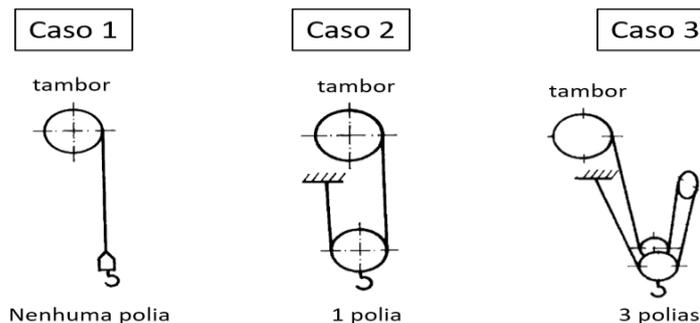
$$dc = Q\sqrt{T}$$

Onde dc é o diâmetro do cabo em milímetros, T é o esforço máximo de tração em daN ($1,0 \text{ daN} = 1,0197 \text{ kgf}$) gerado pela carga a ser içada e pelo peso dos próprios componentes e o coeficiente Q irá depender do grupo no qual está classificado o mecanismo do cabo (irei detalhar a definição do grupo de mecanismo de acordo com a NBR 8400 em um artigo futuro). O valor de Q pode ser encontrado na tabela abaixo.

Tabela 27 - Valores mínimos de Q

Grupo de mecanismo	Valores mínimos de Q	
	Cabo normal	Cabo não rotativo
1 Bm	0,265	0,280
1 Am	0,280	0,300
2 m	0,300	0,335
3 m	0,335	0,375
4 m	0,375	0,425
5 m	0,425	0,475

O esforço T deve ser dividido pelo número de polias +1. Ou seja, se há 1 polia no conjunto, o esforço T deve ser dividido por $1+1 = 2$. A imagem ilustra essa relação:



No caso 1, a carga T (esforço causado pela carga içada) é dividida por 1 (continua a mesma), no caso 2 a carga T é dividida por 2 e no caso 3, a carga T é dividida por 4.

A carga T normalmente é acrescida de um fator de segurança, que projetistas costumam utilizar para equipamentos de içamento um valor de 6 a 8, conforme tabela abaixo.

Um fator de segurança adequado garantirá:

- **Segurança** na operação de movimentação de carga;
- **Desempenho** e durabilidade do cabo de aço e, conseqüentemente, economia.

A tabela abaixo recomenda os fatores de segurança (FS) mínimos para diversas aplicações:

Aplicações	Fatores de Segurança
Cabos e cordoalhas estáticas	3 a 4
Cabo para tração no sentido horizontal	4 a 5
Guinchos, guindastes, escavadeiras	5
Pontes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas	7
Guindaste estacionário	6 a 8
Lingas	5
Elevadores de obra	8 a 10
Elevadores de passageiros	12

Por exemplo, resolvendo a equação para um grupo de mecanismos 1 Bm, uma carga de içamento de 5000 kgf e 3 polias (conforme caso 3) temos a equação:

$$dc = 0,265 * \sqrt{\frac{5000*6}{4}} = 22,94 \text{ mm}$$

O diâmetro indicado é de aproximadamente 22,94 mm. Procurando no catálogo de um fabricante de cabos de aço, encontramos as seguintes opções:

BITOLA		TABELA DE PESO				TABELA IPS				TABELA EIPS			
DIÂMETROS		PESO EM Kg POR METRO LINEAR				CARGAS DE RUPTURAS - RESISTÊNCIA 1770 N/mm ² (IPS) em Kgf				CARGAS DE RUPTURAS - RESISTÊNCIA 1960 N/mm ² (EIPS) em Kgf			
Polegadas	Milímetros	6x7		6x25 e 6x41		6x7		6x25 e 6x41		6x7		6x25 e 6x41	
Pol.	mm	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI
1/16"	1,59	0,012	0,013			151	163			167	181		
5/64"	1,99	0,014	0,015			236	255			261	283		
3/32"	2,38	0,019	0,021			340	367			376	407		
1/8"	3,18	0,034	0,037			604	653			669	723		
5/32"	3,97	0,054	0,061			944	1.021			1.045	1.130		
3/16"	4,76	0,078	0,086	0,088	0,097	1.359	1.469	1.351	1.457	1.505	1.627	1.496	1.613
1/4"	6,35	0,140	0,154	0,156	0,172	2.416	2.613	2.402	2.591	2.678	2.893	2.859	2.869
5/16"	7,94	0,221	0,244	0,244	0,268	3.778	4.085	3.755	4.051	4.183	4.523	4.158	4.486
3/8"	9,53	0,310	0,341	0,350	0,390	5.442	5.885	5.409	5.836	6.026	6.517	5.990	6.462
7/16"	11,10	0,430	0,473	0,480	0,520	7.383	7.983	7.339	7.917	8.176	8.840	8.126	8.767
1/2"	12,70	0,570	0,627	0,630	0,680	9.665	10.451	9.607	10.364	10.702	11.573	10.638	11.476
9/16"	14,30	0,710	0,781	0,790	0,880	12.254	13.250	12.180	13.139	13.569	14.672	13.487	14.550
5/8"	15,90	0,880	0,968	0,960	1,070	15.149	16.381	15.058	16.244	16.775	18.139	16.674	17.988
3/4"	19,10	1,250	1,380	1,410	1,550	21.860	23.638	21.729	23.441	24.207	26.176	24.061	25.957
7/8"	22,20	1,710	1,880	1,920	2,110	29.532	31.934	29.354	31.667	32.702	35.362	32.505	35.066
1"	25,40	2,230	2,450	2,500	2,750	38.660	41.804	38.427	41.454	42.810	46.291	42.552	45.904
1 1/8"	28,60			3,170	3,480			48.719	52.557			53.949	58.199
1 1/4"	31,80			3,910	4,300			60.231	64.977			66.697	71.951
1 3/8"	34,90			4,730	5,210			72.547	78.262			80.334	86.664
1 1/2"	38,00			5,630	6,190			86.007	92.783			95.239	102.743
1 5/8"	41,30												
1 3/4"	44,50												
1 7/8"	47,60												
2"	50,80												
2 1/8"	54,00												
2 1/4"	57,20												

Fonte: NBR ISO 2408:2008 / ABNT NBR 6327

AF: alma de fibra | AFA: alma de fibra artificial | AA: alma aço | AACI: alma aço de cabo independente | Composições: Filler, Seale, Warrington
Torções: TRD: torção regular à direita | TRE: torção regular à esquerda | TLD: torção lang à direita | TLE: torção lang à esquerda | NROT: não rotativo

Utilizando um diâmetro de cabo aproximado ao encontrado na equação (22,20 mm), podemos perceber que as cargas suportadas variam entre 29532 e 35066 kgf dependendo da classe do cabo de aço, variando exatamente dentro do nosso coeficiente de segurança para a carga içada de 5000 kgf.

No caso de um esforço de 31,000 tf (carga nominal + peso do moitão e do cabo), dividido pelo número de cabos que é 4, resulta aproximadamente 7750 daN.

O valor de Q é obtido pela tabela, que para um grupo de mecanismo 5m, o valor é 0,425.

Assim, o valor de dc é 37,41 mm. Com esse valor vamos a um manual técnico de cabos de aço da Carl Stahl (ANEXO I) e selecionamos um cabo de aço com 1.3/4" de diâmetro, polido, com alma de fibra (6x19 AF) que possui carga de ruptura de 112000 kgf. Correspondente à categoria 1960 da norma ABNT NBR ISO 2408:2008, que prevê uma carga de ruptura mínima de 102,96 tf, o que é atendido.

$$FS = CRM/CT$$

Onde CRM trata-se da carga de ruptura mínima e CT é a carga de trabalho. O valor de ruptura mínima do cabo (CRM) é de 112 tf e CT igual a 6,628 tf, o fator de segurança é aproximadamente 16,89. Esse fator de segurança será necessário para a estimativa de vida útil do cabo.

Para a estimativa da vida útil do cabo, o método utilizado é encontrado no livro do Rudenko (1978), Onde usamos as equações 2 e 3, sendo inicialmente necessário calcular a área útil da seção transversal do cabo em cm² (F), pela fórmula:

$$F = SW / [(\sigma_b/K) - (D/D_{min}) \times 5000]$$

No livro do Rudenko (1978), é necessário achar tabelados os valores para a relação “d/D_{mín}” obtido pelo número de flexões. Assumindo também que σ_b está entre 130 e 200 Kgf/mm², que foi o intervalo dado no livro. Sw, é obtido por meio da relação da carga útil, pelos valores de eficiência dados em tabelas e o número de cabos. O valor de K, foi obtido considerando condições de trabalho muito pesado.

Para estimar a vida útil do cabo, utilizamos a equação:

$$N = Z^{2\alpha\beta}$$

Sendo os valores de z, encontrados pela relação com m, que é encontrada por meio da equação:

$$m = D_{min} / d \sigma c c_1$$

Na qual os valores das constantes c, c₁ e c₂, admitindo torção cruzada, são obtidos por meio de tabelas no livro.

2.3 POLIAS MÓVEIS, POLIA COMPENSADORA E TAMBOR

Para dimensionar as polias móveis, de compensação e o tambor, é necessário inicialmente determinar o diâmetro do enrolamento do cabo (De) por meio da equação:

$$De = H1 \times H2 \times dc$$

Onde:

H1 e H2 = coeficientes que incidem sobre o diâmetro de enrolamento dos cabos sobre polias e tambores, sendo função, respectivamente do grupo a que pertence o mecanismo e do próprio sistema de polias e dos tambores.

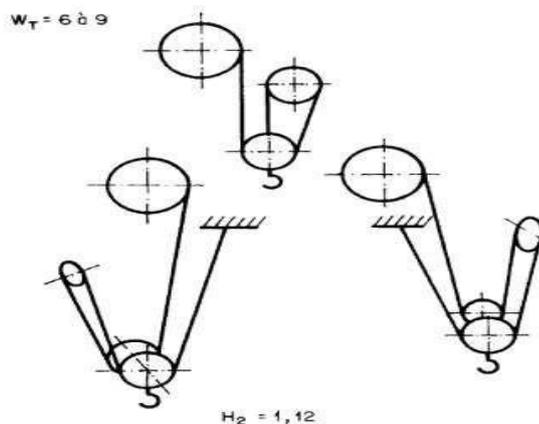
dc = diâmetro do cabo selecionado.

Grupo de mecanismo	Tambores		Polias		Polia de compensação	
	Cabo normal	Cabo não rotativo	Cabo normal	Cabo não rotativo	Cabo normal	Cabo não rotativo
1 Bm	16	16	16	18	14	16
1 Am	16	18	18	20	14	16
2 m	18	20	20	22,4	14	16
3 m	20	22,4	22,4	25	16	18
4 m	22,4	25	25	18	16	18
5 m	25	28	28	31,5	18	20

O valor de H_2 , por sua vez, para tambor e polia de compensação é igual a 1 independente do sistema de cabos. Enquanto para polias móveis, o valor de H_2 depende do número de polias no circuito e do número de inversões dos sentidos de enrolamento. As polias de compensação não entram no cálculo das inflexões. Na tabela 12, são revelados os valores do coeficiente H_2 em função do W_T , o qual é a soma dos valores de W , onde:

- $W = 1$, para tambor;
- $W = 2$, para cada polia que não gere inversão de sentido de rolamento no percurso do cabo;
- $W = 4$, para cada polia que provoca uma inversão de sentido de enrolamento.
- $W = 0$ para polias de compensação

W_T	≤ 5	6 a 9	≥ 10
H_2	1	1,12	1,25

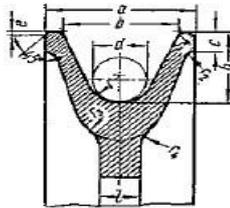


(Valores de H_2 em função do tipo de moitão)

Dessa forma, com um W_T dentro da faixa de 6 à 9, o valor correspondente de H_2 é 1,12. Portanto, com base nos valores supracitados, aplicando-se a fórmula do diâmetro de enrolamento do cabo para cada componente, temos que:

- Para o tambor, $D_e = 28 \times 1 \times 37,41 = 1047,48 \text{ mm}$; (ANEXOS XI)

- Para as polias móveis, $De = 31,5 \times 1,12 \times 37,41 = 1319,98\text{mm}$; (ANEXOS IX).
- Para a polia de compensação, $De = 20 \times 1 \times 37,41 = 748,20 \text{ mm}$. (ANEXOS X).



Diâm. do cabo	a	b	c	e	h	l	r	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
4,8	22	15	5	0,5	12,5	8	4,0	2,5	2,0	8	6
6,2	22	15	5	0,5	12,5	8	4,0	2,5	2,0	8	6
8,7	28	20	6	1,0	15,0	8	5,0	3,0	2,5	9	6
11,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
13,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
15,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
19,5	55	40	10	1,5	30,0	15	12,0	5,0	5,0	17	10
24,0	65	50	10	1,5	37,5	18	14,5	5,0	5,0	20	15
28,0	80	60	12	2,0	45,0	20	17,0	6,0	7,0	25	15
34,5	90	70	15	2,0	55,0	22	20,0	7,0	8,0	28	20
39,0	110	85	18	2,9	65,0	22	25,0	9,0	10,0	40	30

a	B	c	e	h	l	r	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
110	70,0	18,0	2,90	65,0	22,0	25,0	9,0	10,0	40	30

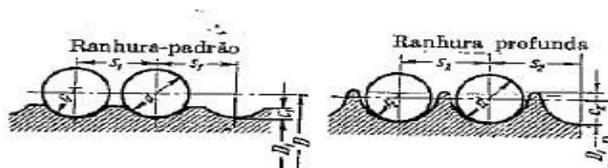
Para dimensionarmos o tambor, tais dimensões devem ser obtidas também pelo Rudenko, baseado na equação:

$$Z = (H_i / \pi D) + 2$$

Onde:

Z = número total de voltas; H = altura de elevação

i = relação do sistema de polias; D = diâmetro do tambor



Diâm. do cabo d	r ₁	Ranhura-padrão		Ranhura profunda			Diâm. do cabo d	r ₁	Ranhura-padrão		Ranhura profunda		
		s ₁	c ₁	s ₂	c ₂	r ₂			s ₁	c ₂	s ₂	c ₂	r ₂
4,8	3,5	7	2	9	4,5	1,0	19,5	11,5	22	5	27	13,5	2,0
6,2	4,0	8	2	11	5,5	1,5	24,0	13,5	27	6	31	16,0	2,5
8,7	5,0	11	3	13	6,5	1,5	28,0	15,5	31	8	36	18,0	2,5
11,0	7,0	13	3	17	8,5	1,5	34,5	19,0	38	10	41	22,0	3,0
13,0	8,0	15	4	19	9,5	1,5	39,0	21,0	42	12	40	24,5	3,5
15,0	9,0	17	5	22	11,0	2,0							

Sabe-se que nesse processo de dimensionamento, todos os componentes devem ser levados em consideração e calculados de forma acertiva, como alguns que o grupo, em consenso, não mencionou acima como os motores, rodas, motores de carga, o moitão, o trolley, o redutor dentre outros. Prosseguiremos o tópico com o dimensionamento da estrutura.

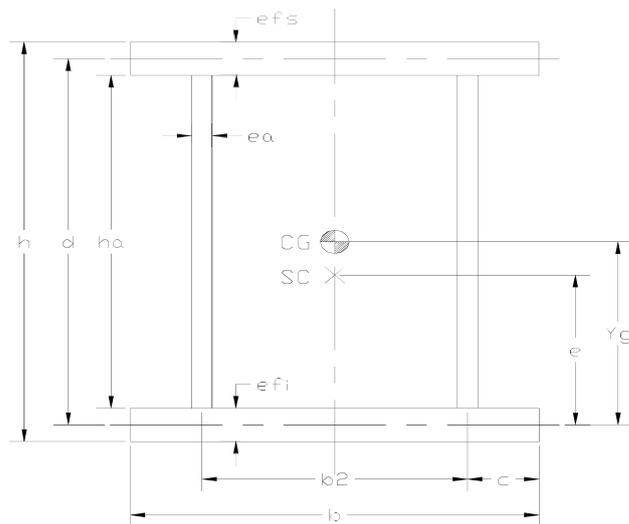
2.4 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA PONTE

As vigas principais devem satisfazer a condição de tensões atuantes menores ou iguais às tensões admissíveis e também a flecha atuante deve ser menor que a flecha admissível.

A tabela abaixo lista os requisitos para a análise estrutural da ponte.

C		Dados de Saída
Carga Nominal (kgf)	A N Á L I S E E S T R U T U R A L	Estrutura da ponte (Dimensional e Materiais)
Vão Livre (mm)		
Número de Vigas		
Velocidade de Elevação		
Velocidade Transversal		
Velocidade Longitudinal		
Peso Próprio do Carro e Talha (kgf)		
Distância entre centros das rodas (mm)		
Classe de Utilização da Estrutura		
Estado da Carga		
Tipo da Seção da Viga		
Relação de Contra Flecha Mínima		
Estrutura de Cálculo		
Altura da viga (mm)		
Base da viga (mm)		
Espessura da alma (mm)		
Espessura flange superior (mm)		
Espessura Flange Inferior (mm)		
Distância Entre Almas (mm)		
Distância Entre Flanges (mm)		
Altura da Alma (mm)		
Tensão de Escoamento (MPa)		
Módulo de Elasticidade (MPa)		

Para a determinação das dimensões da viga primeiramente deve-se calcular o momento de inércia, representada graficamente na Figura



Para a geometria da viga existem duas situações que deverão ser atendidas:

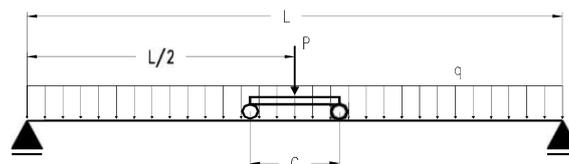
1ª – Vão livre / base < 60

2ª – Vão livre / altura < 18

O próximo passo é determinar a flecha. O que deve ser feito inicialmente para determiná-la é o diagrama de corpo livre.

Para uma ideia preliminar das vigas que poderão ser utilizadas, determina-se, para um carro ideal, a reação máxima como sendo:

$$F_{cm\acute{a}x} = \frac{(W_u + F_{tc})}{n_{rc}}$$



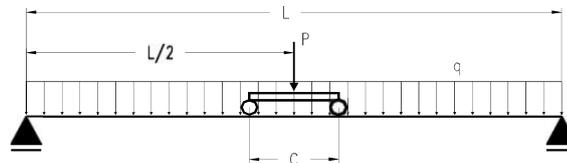
Onde:

Fcmáx é reação máxima no carro, em N. Wu é a carga útil à ser levantada, em N. Ftc é o peso total do carro, em N. nrc é número de rodas.

Impor a condição de flecha máxima admissível, ou seja, flecha devida ao peso próprio total do carro e carga útil a ser levantada igual a relação do vão da ponte sobre 750.

Sabendo-se que:

$$f_c = \frac{F_{cmáx} (l_p - a_r) [3l_p^2 - (l_p - a_r)^2]}{48 \cdot E \cdot I_x}$$



Onde:

f_c é a flecha, devido ao peso próprio do carro e carga, em mm. l_p é o vão da ponte rolante, em mm.

a_r é a distância entre rodas do carro, em mm. E é o módulo de elasticidade do aço, em MPa.

I_x é o momento de inércia para a viga da ponte, em mm⁴

Com a seleção preliminar da viga, pode-se então verificar a flecha total, como segue:

$$f_{ct} = f_{c1} + f_{c2} + f_{c3}$$

Onde:

f_{ct} é a flecha total estimativa na viga principal, em mm.

f_{c1} é a flecha devida ao carro e à carga, considerando-se a viga selecionada, em mm. f_{c2} é a flecha devida ao peso próprio da viga, em mm.

f_{c3} é a flecha devida à cabine de comando, em mm.

Calculando-se obtêm-se:

$$f_{c1} = \frac{F_{cm\acute{a}x} (l_p - a_r) [3l_p^2 - (l_p - a_r)^2]}{48 \cdot E \cdot I_{xv}}$$

$$f_{c2} = \frac{5 \cdot q_v \cdot l_p^4}{384 \cdot E \cdot I_{xv}}$$

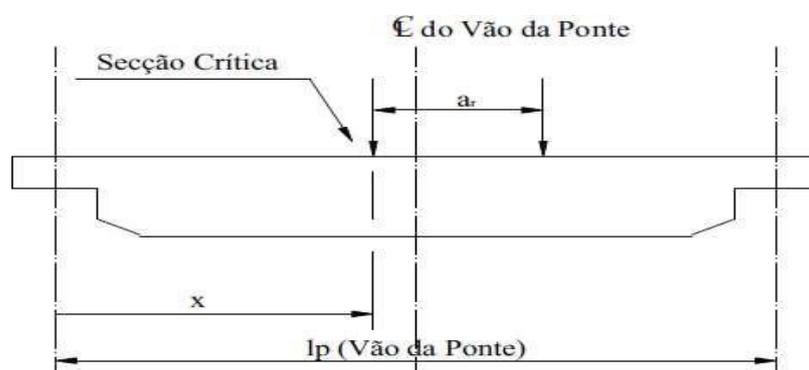
$$f_{c3} = \frac{F_3 \cdot l_p^3}{48 \cdot E \cdot I_{xv}}$$

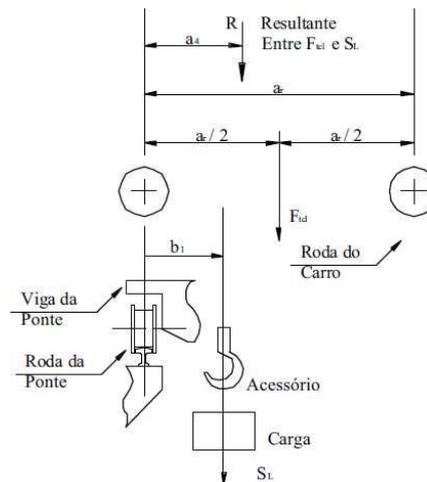
Onde :

I_{xv} é o momento de inércia da viga selecionada e a flecha total deverá ser menor que $l_p/750$

Cálculo da seção crítica das vigas principais devido a flexão

Primeiramente é necessário determinar a posição da seção crítica das vigas principais em relação ao ponto de apoio considerando todas as cargas no carro.





Onde:

a_r é a distância entre rodas do carro, em mm.

$F_{c\max}$ é a força de reação das rodas do carro, em N.

x é a distância do ponto de apoio até a seção crítica, em mm.

a_4 é a distância da linha de centro da ação da resultante no carro, (determinada entre F_{tc1} - peso próprio -, e S_L - carga de serviço) à roda mais próxima do carro, em mm

Supondo que o peso próprio do carro localizado entre as rodas, tem-se:

$$a_4 = \left[\frac{F_{tc1} \cdot a_r}{2} + S_L \cdot b_1 \right] \cdot \frac{1}{(F_{tc1} + S_L)}$$

Portanto:

$$x = \frac{1}{2} (l_p - a_4)$$

Conclui-se que quando uma das rodas do carro ultrapassar a distância $a_4/2$ da linha de centro do vão, tem-se a seção crítica, considerando-se os carregamentos supracitados e a seção da viga constante.

Cálculo das tensões na seção crítica

A determinação das tensões na seção crítica pode ser calculada pelos métodos utilizados em resistência dos materiais. A análise dessas tensões conduz a definição

do esforço crítico que é submetido o equipamento, considerando os pesos próprios, a carga de trabalho e os efeitos desses esforços conjuntos na seção.

Inicialmente calcula-se o momento causado pelo peso próprio, que inclui a própria viga, diafragmas de reforços, trilho do carro, chapas de desgaste e demais acessórios.

O momento será chamado de MG_1 e q_v a carga distribuída, em N/mm, devido ao peso próprio.

$$MG_1 = \frac{q_v \cdot l_p^2}{8}$$

Posteriormente termos que determinar o momento devido às cargas concentradas, que será chamada de MG_2 , o qual é o somatório dos momentos devidos ao carro, MF_{tc1} , à translação da ponte, M_1 e a cabine de comando, MF_3 .

$$MF_{tc1} = \frac{F_{tc1}}{2} \cdot \frac{(l_p - x - a_1/2) \cdot x}{l_p}$$

F_{tc1} é o peso próprio do carro, exceto acessórios, em N.

$$MF_t = F_t \cdot a_3$$

$$MF_3 = \frac{F_3 \cdot l_p}{4}$$

O momento total é a soma dos momentos calculados:

$$MG_2 = MF_{tc1} + MF_t + MF_3$$

O momento total devido ao peso próprio é a resultante do momento gerado pelas cargas concentradas e distribuídas:

$$MG_T = MG_1 + MG_2$$

Para determinar o momento devido à carga de serviço, admite-se que SL é a resultante da carga transportada somada ao peso do acessório:

$$ML = \frac{SL}{2} \cdot \frac{(l_p - x - b_1) \cdot x}{l_p}$$

A ponte rolante está sujeita também a momentos horizontais, determinados a seguir:

$$MH = \frac{a_p}{g^1} (MG_T + ML)$$

Onde:

a_p é a aceleração da ponte, em m/s^2 .

g^1 é a aceleração da gravidade, em m/s^2

Para efetuarmos o cálculo da viga principal, nos basearemos em conhecimentos de Resistência dos materiais e pela norma 8400. Os cálculos normalmente são efetuados para uma viga principal, mas no caso de biviga, dividiremos os esforços por dois.

O primeiro passo é definir o momento fletor máximo, dado pela fórmula:

$$M_{m\acute{a}x} = FL/4$$

Onde:

M_{max} = Momento fletor máximo

Em resistência dos materiais, sabemos que no centro da viga que estamos trabalhando, é onde ocorre o momento fletor máximo e conseqüentemente a deflexão máxima. Mas, quando o carro se move, a carga se deslocará do centro e quanto mais se aproxima de uma extremidade, mais o momento fletor tende a zero e a força cortante tende ao valor máximo.

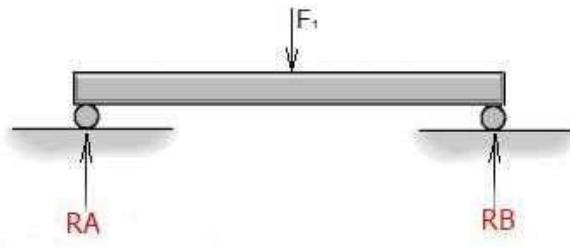
Pela norma NBR8400 sabemos que as sollicitações devidas aos movimentos verticais são provenientes do içamento relativamente brusco da carga de serviço durante o levantamento, assim como por de choques verticais, oriundos ao movimento sobre o caminho de rolamento.

Velocidade a atingir		Equipamentos de velocidade lenta e média		Equipamentos de velocidade média e alta (aplicações comuns)		Equipamentos de alta velocidade com fortes acelerações	
(m/s)	(m/min)	Tempos de aceleração (s)	Acelerações (m/s^2)	Tempos de aceleração (s)	Acelerações (m/s^2)	Tempos de aceleração (s)	Acelerações (m/s^2)
4,00	240	-	-	8,0	0,50	6,0	0,67
3,15	189	-	-	7,1	0,44	5,4	0,58
2,50	150	-	-	6,3	0,39	4,8	0,52
2,00	120	9,1	0,22	5,6	0,35	4,2	0,47
1,60	96	8,3	0,19	5,0	0,32	3,7	0,43
1,00	60	6,6	0,15	4,0	0,25	3,0	0,33
0,63	37,8	5,2	0,12	3,2	0,19	-	-
0,40	24	4,1	0,098	2,5	0,16	-	-
0,25	15	3,2	0,078	-	-	-	-
0,16	9,6	2,5	0,064	-	-	-	-

Equipamento	Coefficiente dinâmico γ	Faixa de velocidade de elevação da carga (m/s)
Pontes ou pórticos rolantes	1,15	$0 < v_L \leq 0,25$
	$1 + 0,6 v_L$	$0,25 < v_L < 1$
	1,60	$v_L \geq 1$
Guindaste com lanças	1,15	$0 < v_L \leq 0,5$
	$1 + 0,3 v_L$	$0,5 < v_L < 1$
	1,3	$v_L \geq 1$

Nota: O coeficiente dinâmico é menor quando o esforço de levantamento se faz sobre um elemento de estrutura mais flexível, como no caso de guindaste com lanças.

Desenho representativo das reações na viga



$$F_x = 0;$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B - 357 \text{KN} = 0$$

$$R_A + R_B = 357 \text{KN}$$

Se deslocarmos nossa carga até 1 m do apoio em A, e calcularmos o momento em relação a A, teremos as reações em A e B iguais a $R_A = 331,50 \text{KN}$, $R_B = 25,50 \text{KN}$. Isso se considerarmos que o carro vai até 1m da extremidade do vão.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No projeto apresentado foram detalhados os passos necessários para se dimensionar alguns dos vários itens que compõe um projeto de uma ponte rolante. Foram detalhado em fórmulas e teoria o dimensionamento dos cabos de aço, polias compensadora entre outros, utilizando como embasamento a NBR 8400 de 1984 e bibliografias complementares como o Rudenko, 1976 e Hibbeler, 2010, que servem como base utilizando noções de resistência dos materiais e elementos de transportadores industriais, frutos de pesquisas. Apesar de existirem tais referências,

ainda há dúvidas quanto a utilização de alguns parâmetros, já que a maioria deles foi obtida de forma experimental, adequadas a determinadas condições de uso. É importante ressaltar, que para um projeto detalhado deve-se considerar cada mínimo detalhe a respeito dos elementos de máquinas que compõem o projeto, e portanto, muitos deles ficam a critério do fabricante, assim como os estudos das condições a que a ponte será submetida. O mesmo deve ser feito com grande cuidado devido a utilização das pontes no ramo industrial, trabalhando com cargas suspensas, que se torna um item muito crítico em relação a segurança.

Com a utilização destes equipamentos pode-se melhorar a eficiência do sistema de produção, movimentando quantidades exatas de materiais ao longo da linha de produção e armazenamento, reduzindo custos, garantindo um transporte seguro, maximizando a utilização do espaço e minimizando o risco de acidentes durante a movimentação manual de materiais, insumos e matéria prima.

Através desse estudo, pode-se concluir que a ponte rolante é um equipamento extremamente importante no processo industrial; O mesmo permite movimentar cargas com pesos elevados, melhorando a eficiência dos processos de produção, manutenção e logístico de determinadas indústrias.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8400** - cálculo de equipamentos para levantamento e movimentação de carga. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 2408** - Cabos de aço para uso geral – Requisitos mínimos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ALTA INDUSTRIAL. **Catálogo**. Disponível em: https://altaindustrial.com.br/Portugues/media/Catalogo_Alta_Industrial.pdf>. Acesso em :09 out. 2017.

CESTALTO. **Catálogo**. Disponível em: http://cestalto.com.br/download/catalogo_cestalto_completo.pdf. Acesso em: 23 mar. 2018.

COSTA, Luís do Rosário. **Máquinas de elevação e transporte**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. Departamento de Ensino Superior de Mecânica e Materiais. São Luís, 2012.

GOMES, A. *et al.* Projeto de ponte rolante. *In*: SEMINÁRIO DA DISCIPLINA DE

TRANSPORTADORES INDUSTRIAIS, Mossoró, 2016. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/330916961/Projeto-de-Ponte-Rolante-2016-1>. Acesso em: 20 set. 2017.

HIBBELER, R. C. **Resistência dos materiais**. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

JDA Redutores. **Catálogo**. Disponível em: http://www.magnaflex.com.br/catalogo_redutor_rv.pdf. Acesso em 10 de outubro de 2017.

MORSING CARL STAHL, **Manual técnico de cabos de aço**. Disponível em: <http://www.morsing.com.br/>. Acesso em: 09 out. 2017.

PINHEIRO, J.C. **Projeto e desenvolvimento de uma linha de pontes rolantes padronizadas para uma empresa de metal mecânica**. 2015. 89f. Monografia (Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí. Panambi, 2015.

PINI. **Ponte rolante**. Disponível em <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/37/ponte-rolante-308775-1.aspx>. Acesso em: 17 abr. 2018.

PURQUERIO, B. de M. **Projeto de máquinas de elevação e transporte - dimensionamento de uma ponte rolante**. São Carlos. 59p. [Apostila].

RUDENKO, N. **Máquinas de elevação e transporte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

SKF. **Catálogo de rolamento**. Disponível em: <http://www.skf.com/>. Acesso em 10 out. 2017.

TAMASAUSKAS, Arthur. **Metodologia do projeto básico de equipamento de manuseio e transporte de cargas – ponte rolante – aplicação não-siderúrgica**, D Dissertação (Mestrado) - Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

**DIMENSIONAMENTO DO CONDICIONAMENTO TÉRMICO DAS SALAS DE AULA
206 - 207 - 208 DO PRÉDIO III UBM**

**SIZING THE THERMAL CONDITIONING OF CLASSROOMS 206 - 207 - 208 OF
BUILDING III UBM**

**Abner Marques¹
Eduarda Lopes²
Fernando da Silva Santos³
Izabelle Midori⁴
Jonathan Rezende⁵
Leonardo Campos⁶
Marcel de Lima⁷
Victor Feliciano⁸**

RESUMO

A refrigeração e climatização são importantes, para garantir o conforto térmico. No caso de ambientes fechados são necessários alguns cuidados, para garantir a qualidade do ar, sendo necessário o controle da temperatura, umidade, a difusão e a renovação do ar. No entanto o engenheiro Willis Carrier inventou um processo mecânico para condicionar o ar. Este mecanismo foi um condicionador de ar contínuo por processo mecânico que controlava a temperatura e umidade. No Brasil, as instalações de ar-condicionado são regidas pela norma NBR 6401 onde as bases fundamentais para elaboração dos projetos, das especificações, termo de garantia e aceitação das instalações, são estabelecidas. O ar condicionado tem o objetivo de controlar a temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado. Para isso é necessário ter o conhecimento sobre sistema de ventilação, calor sensível, calor latente, temperatura, cargas térmicas por condução, insolação, devido as pessoas, devido a iluminação, infiltração, ventilação e carga térmica total. Nesse projeto, foram selecionadas as salas de aula, de número 206, 207 e 208 da UBM, com objetivo de redimensionar o ar-condicionado. Para análise da sua adequação em relação à quantidade de pessoas que utilizam o mesmo.

¹ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

² Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

³ Docente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: Fernando.santos@ubm.br

⁴ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁵ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁶ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁷ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁸ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

Palavras-Chave: Ar condicionado. Calor. Temperatura. Refrigeração.

ABSTRACT

Refrigeration and air conditioning are important to ensure thermal comfort. In the case of closed environments, some care is needed to ensure air quality, being necessary to control temperature, humidity, diffusion and air renewal. However, engineer Willis Carrier invented a mechanical process to condition the air. This mechanism was a continuous air conditioner by mechanical process that controlled the temperature and humidity. In Brazil, air conditioning installations are governed by the NBR 6401 standard, where the fundamental bases for the preparation of projects, specifications, warranty term and acceptance of the installations are established. Air conditioning has the objective of controlling temperature, humidity, purity and distribution in order to provide comfort to the occupants of the conditioned room. For this it is necessary to have knowledge about ventilation system, sensible heat, latent heat, temperature, thermal loads by conduction, insolation, due to people, due to lighting, infiltration, ventilation and total thermal load. In this project, classrooms number 206, 207 and 208 of UBM were selected, with the aim of resizing the air conditioning. To analyze its suitability in relation to the number of people using it.

Keywords: Air conditioning. Heat. Temperature. Refrigeration.

1 INTRODUÇÃO

Em ambientes fechados, para se garantir a qualidade do ar, é necessário o controle da temperatura, umidade, a difusão e a renovação do ar. É por esta razão que a refrigeração e climatização são importantes, pois quando feita de maneira certa garantem o conforto térmico e a saúde do ar.

Mas foi em 1902 que o engenheiro Willis Carrier inventou um processo mecânico para condicionar o ar. À princípio, Carrier retiraria a umidade de uma fábrica de impressão, através de resfriamento do ar por dutos artificialmente resfriados. Este mecanismo foi primeiro exemplo de condicionador de ar contínuo por processo mecânico que controlava a temperatura e umidade. Mas Somente em 1906 com Stuart Cramer que surgiu o termo “ar-condicionado”.

No Brasil, as instalações de ar-condicionado são regidas pela norma NBR 6401 (instalações centrais de ar condicionado para conforto), onde as bases fundamentais para elaboração dos projetos das especificações, termo de garantia e aceitação das instalações, são estabelecidas.

O ar condicionado de conforto é definido como o processo de condicionamento de ar, com o objetivo de controlar a temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado. Tendo

processos de condicionamento como, aquecimento (qual não envolve refrigeração, exceto em aplicações de bombas de calor), radiação térmica e regulação de velocidade e qualidade do ar, incluindo a remoção de partículas e vapores (Jones, 1999).

2 DESENVOLVIMENTO - DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO CONFORTO TÉRMICO DAS SALAS DE AULA 206 - 207 - 208

2.1 SISTEMA DE VENTILAÇÃO GERAL

Tendo objetivo de gerar conforto humano por meio de instalações ou não de ventiladores, o sistema de ventilação é responsável por uma circulação de ar de modo geral e global, garantindo bom estado físico de certos produtos por meio de controle de temperatura e também é capaz de garantir segurança, onde realiza a captação de gases nocivos. Geralmente este tipo de ventilação é subdividido entre mecânica e natural.

2.2 CALOR SENSÍVEL

“O calor sensível pode ser entendido como a quantidade de calor que necessita ser removida ou acrescentada em um recinto, devido à diferença de temperatura existente entre o meio externo e meio interno” (Creder, 2004). Sendo assim, é o calor que pode ser sentido, propriedade que se mede pelo termômetro comum.

2.3 CALOR LATENTE

O calor sensível e calor latente pode ser recebido ou também emitido pelo corpo humano, que é o calor necessário para vaporizar transpiração e vaporização, sendo assim, refere-se ao calor latente a quantidade de calor que se acrescenta ou retira de um corpo, causando sua mudança de estado, sem mudar a temperatura, é o calor absorvida que provoca a evaporação da água e outros líquidos (Creder, 2004).

2.4 TEMPERATURA

Segundo Silva temperatura é o “nível de calor que existe no ambiente, resultante, por exemplo, da ação dos raios solares ou nível de calor existente num

corpo”. A temperatura é explicada pela Física como a grandeza termodinâmica intensiva comum a todos os corpos que estão em equilíbrio térmico.

2.5 CARGA TÉRMICA

“Sendo o somatório total das formas de calor que estão presentes em um determinado ambiente” (Souza, 2017). ABNT NBR 16401 apresenta diversos critérios que devem ser adotados no projeto, como existem inúmeros meios do calor adentrar no ambiente ou mesmo ser produzido dentro do próprio recinto, podemos citar carga térmica por pessoas, indução, insolação, condução, equipamentos, dentre outros. As fórmulas encontram-se em anexo.

2.5.1 Carga térmica por condução

A carga térmica por condução é devido a transferência de calor por meio sólido presente no recinto, ou seja, transferência de calor por meio de paredes, tetos, janelas, etc. Quando se é utilizado vários tipos de materiais para compor as paredes que separar os recintos, para se obter cálculos mais precisos, são utilizadas as resistências que cada um desses materiais opõe ao fluxo. A Figura 01 abaixo mostra o valor do coeficiente térmico de transmissão de calor dos materiais de construção.

Figura 1 – Coeficiente térmico de transmissão de calor dos materiais de construção

Material	Condutividade K		Condutância C	
	BTU · in/h · ft ² · °F	kcal/h · m · °C	BTU/h · ft ² · °F	kcal/h · m ² · °C
1. <i>Acabamentos:</i>				
- cimento asbestos	4,0	0,496		
- gesso 1/2"			2,25	10,99
- lambris	0,80	0,09		
- lambris de 3/4"			1,07	5,22
- fibra de madeira	1,40	0,173		
- emboço ou reboco (2 cm)			0,49	2,39
2. <i>Alvenaria:</i>				
- lã mineral (vidro ou rocha)	0,27	0,03		
- vermiculite	0,46	0,05		
- concreto simples	5,0	0,62		
- massa de cimento com agregados	1,7	0,21		
- concreto com areia e pedra	12,0	1,48		
- estuque	5,0	0,62		
- tijolo comum (meia-vez)	5,0	0,62		
- tijolo comum (uma vez)	9,0	1,11		
- tijolo de concreto furado de 10 cm	1,4	0,17		
- tijolo de concreto furado de 20 cm	0,9	0,11		
- ladrilho ou cerâmica	0,9	0,11		
- alvenaria de pedra	12,50	1,55		
3. <i>Isolamentos:</i>				
- fibras de lãs minerais (vidro ou rocha)	0,27	0,03		
- fibra de madeira	0,25	0,03		
- vidro celular	0,39	0,04		
- cortiça	0,27	0,03		
- fibra de vidro	0,25	0,03		
- isoflex (Santa Marina)		0,039		
4. <i>Argamassas:</i>				
- nata de cimento com areia	5,0	0,62		
- nata de gesso com areia	5,6	0,69		
- agregado com vermiculite	1,7	0,21		
5. <i>Cobertura:</i>				
- placa de agregado de asfalto	6,50	0,80		
- teto com 10 cm	3,00	0,37		
6. <i>Madeiras:</i>				
- de lei (cedro, canela etc.)	1,10	0,13		
- pinho	0,80	0,09		

Fonte: Gabriel Souza, 2020.

2.5.2 Carga térmica por insolação

O sol é o meio de energia mais forte, onde captamos a energia solar, como fonte térmica. Esta energia é responsável pela maior parcela de carga térmica quando é realizado cálculos de ar-condicionado. Embora se conheça com certa precisão a quantidade de calor por radiação e convecção oriundos do sol, a parcela que penetra no recinto não é bem conhecida e todas as tabelas existentes dão estimativas satisfatórias para os cálculos. A Figura 2, mostra alguns desses valores existentes.

Figura 2 - Coeficiente de transmissão de calor através do vidro (fator solar)

22° 54' Latitude Sul		kcal/h · m ² (Fator Solar) de Áreas de Vidro												Valores Máximos em Cada Orientação entre Setembro e Março		
Verão		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	kcal/h · m ²	W/m ²
Hora Local	Dia do Ano															
22 DEZEMBRO	S	87	96	68	54	49	43	41	43	49	54	65	96	87	98	113,5
	SE	260	421	388	290	190	73	41	38	38	38	38	27	11	420	488,8
	E	263	440	475	426	277	122	38	38	38	38	38	27	11	474	551,8
	NE	95	193	222	214	157	94	43	38	38	38	38	27	11	222	358,6
	N	11	27	33	38	41	49	49	49	41	38	38	27	11	49	56,7
	NO	11	27	33	38	38	38	43	84	157	214	217	193	95	217	352,2
	O	11	27	33	38	38	38	38	122	277	426	434	440	253	440	510,8
	SO	11	27	33	38	38	38	41	73	190	290	364	421	260	420	488,8
CLARABÓIA	41	176	361	515	629	684	738	412	629	515	429	176	41	740	857,8	
21 JANEIRO 21 NOVENBRO	S	60	65	49	41	41	38	38	38	41	41	43	65	60	65	75,6
	SE	228	383	372	279	160	65	38	38	38	35	35	24	11	384	444,6
	E	244	442	480	431	296	130	38	38	38	35	35	24	11	480	558,2
	NE	100	214	260	250	193	109	49	38	38	35	35	24	11	245	302,7
	N	11	24	33	38	46	54	57	54	46	38	35	24	11	57	66,2
	NO	11	24	33	35	38	38	38	109	193	250	247	214	100	250	290,1
	O	11	24	33	35	38	38	38	130	296	431	440	442	244	443	514,0
	SO	11	24	33	35	38	38	38	65	160	279	334	383	228	384	444,6
CLARABÓIA	30	171	347	515	624	692	733	692	624	515	407	171	30	734	851,4	
20 FEVEREIRO 23 OUTUBRO	S	16	24	30	35	38	38	38	38	35	35	24	16	38	44,1	
	SE	141	342	307	214	103	43	38	38	38	35	35	22	5	342	397,3
	E	168	415	488	440	285	138	38	38	38	35	35	22	5	489	567,6
	NE	92	269	342	334	304	187	79	41	38	35	35	22	5	343	397,3
	N	5	22	33	32	34	106	114	106	84	52	38	22	5	114	132,4
	NO	5	22	30	35	38	41	79	187	304	334	331	269	92	334	387,9
	O	5	22	30	35	38	38	38	132	285	440	448	415	168	448	520,3
	SO	5	22	30	35	38	38	38	43	103	214	269	342	168	342	397,3
CLARABÓIA	16	138	320	472	597	662	692	662	597	472	372	138	16	691	804,1	

Fonte: Gabriel Souza, 2020.

2.5.3 Carga térmica devido às pessoas

Quando aumentado o calor latente, sabe-se que pretende aumentar a humidade, pois já foi visto que a humidade do ar nada mais é que vapor superaquecido. Abaixo a Figura 3 mostra valores de calor liberado pelas pessoas.

Figura 34 - Calor liberado pelas pessoas

Temperatura Ambiente		Pessoa Sentada ou em Movimento Lento						Pessoa em Exercício Físico Moderado					
		Calor Sensível		Calor Latente		Calor Total		Calor Sensível		Calor Latente		Calor Total	
°C	°F	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h
29	84,2	45,1	179	54,9	218	100	397	38,1	151	128	508	166,1	659
28	82,4	50,2	199	50,2	199	100	397	45,1	179	121	480	166,1	659
27	80,6	54,9	218	45,1	179	100	397	51,9	206	144,1	572	166,1	659
26	78,8	58	230	42,1	167	100	397	58	230	108,1	429	166,1	659
25	77,0	62	246	38,1	151	100	397	64	254	101,8	404	166,1	659
24	75,2	66	262	34	135	100	397	72,1	286	94	373	166,1	659
23	73,4	69,1	274	31	123	100	397	77,1	306	89	353	166,1	659
22	71,6	72,1	286	28	111	100	397	82,2	326	83,9	333	166,1	659
21	69,8	75,1	298	24,9	99	100	397	88	349	78,1	310	166,1	659

Fonte: Gabriel Souza, 2020.

2.5.4 Carga térmica devido à iluminação

As lâmpadas sendo fontes de calor sensível são utilizadas para realizar os cálculos da carga térmica. Lâmpadas como incandescentes e fluorescentes são fontes de calor sensível, já as lâmpada LED não devem ser consideradas, pela baixa emissão de calor que produzem. Lâmpadas fluorescentes necessitam de um reator para prover a tensão necessária, adicionando-se cerca de 20% de carga. A Figura 4 mostra valores para cálculo.

Figura 45 – Valores recomendados para consumo de energia elétrica para iluminação

<i>Local</i>	<i>Tipos de Iluminação</i>	<i>Nível de Iluminação (lux)</i>	<i>Potência Dissipada W/m²</i>
Escritórios	Fluorescente	1.000	40
Lojas	Fluorescente	1.000	50
Residências	Incandescente	300	30
Supermercados	Fluorescente	1.000	35
Barbearias e Salões de beleza	Fluorescente	500	20
Cinemas e teatros	Incandescente	60	15
Museus e Bibliotecas	Fluorescente	500	45
	Incandescente	500	70
	Fluorescente	150	15
Restaurantes	Incandescente	150	25
Bancos	Fluorescente	1.000	35
Auditórios:			
a) Tribuna	Incandescente	1.000	50
b) Platéia	Incandescente	500	30
c) Sala de espera	Incandescente	150	20
Hotéis:			
a) Banheiros	Incandescente	150	25
b) Corredores	Incandescente	100	15
c) Sala de leitura	Fluorescente	500	45
	Incandescente	500	70
d) Quartos	Incandescente	500	35
e) Salas de reunião			
– Platéia	Incandescente	150	20
– Tablado	Incandescente	500	30
f) Portaria e recepção	Incandescente	250	35

Fonte: Gabriel Souza, 2020.

2.5.5 Carga térmica devido à infiltração

Através das frestas das portas, janelas e outras aberturas, o movimento do ar exterior penetra com maior facilidade no local. Esta penetração adiciona carga térmica sensível e latente. Embora essa carga não possa ser calculada com precisão, há dois métodos que permitem a sua estimativa: o método da troca de ar e o método das frestas (Creder, 2004, p.105).

No método da troca de ar é mais recomendado para pequenos ambientes, supõe-se a troca de ar nos recintos por hora, tendo em consideração o número de janelas, com isso temos o calor do ar do exterior aumentando o do ar do recinto, iremos calcular com as seguintes fórmulas vazão, calor sensível e calor latente. (Souza, 2020). As Figuras 5 e 6 demonstram os valores.

Figura 56 – Troca de ar por hora nos recintos

<i>Janelas Existentes</i>	<i>Trocas por Hora</i>
Nenhuma janela ou porta para o exterior	3/4
Janelas ou portas em 1 parede	1
Janelas ou portas em 2 paredes	1 1/2
Janelas ou portas em 3 paredes	2
Lojas	2

Fonte: Gabriel Souza, 2020.

Figura 67 – Infiltração ar externo

<i>Ar pelas Frestas</i>		
<i>Tipo de Abertura</i>	<i>Observação</i>	<i>m³/h por Metro de Fresta</i>
Janela		
- comum		3,0
- basculante		3,0
- guilhotina c/ caixilho de madeira	Mal ajustada	6,5
	Bem ajustada	2,0
- guilhotina c/ caixilho metálico	Sem vedação	4,5
	Com vedação	1,8
Porta	Mal ajustada	13,0
	Bem ajustada	6,5

<i>Ar pelas Portas</i>		
<i>Local</i>	<i>m³/h por Pessoa Presente no Recinto Condicionado</i>	
	<i>Porta Giratória (1,80 m)</i>	<i>Porta de Vaivém (0,90 m)</i>
Banços	11	14
Barbearias	7	9
Drogarias e farmácias	10	12
Escritórios de corretagem	9	9
Escritórios privados	-	4
Escritórios em geral	-	7
Lojas de cigarros	32	51
Lojas em geral	12	14
Quartos de hospitais	-	7
Restaurantes	3	4
Salas de chá ou café	7	9

Fonte: Gabriel Souza, 2020.

A precisão do método das frestas é maior em relação ao método de trocas de ar no recinto, pois o método de troca de ar nos recintos é empregado em ambientes de médio e grande porte. Quando se tem no ambiente, pressão do ar interior superior a pressão do ar exterior, o ar de fora do recinto não consegue penetrar tornando assim essa parcela desprezível.

2.5.6 Carga térmica devido à ventilação

Já foi dito que o ar insuflado num recinto condicionado retorna ao equipamento de refrigeração, impulsionado pelo ventilador que deve ser dimensionado de modo a vencer todas as perdas de cargas estáticas. (CREDER, 2004). Boa parte desse ar é perdida por aberturas, frestas, exaustores etc. A Figura 7 mostra os valores de vazão por pessoa no local.

Figura 7 – Ar exterior para ventilação

Local	m ³ /h Pessoa		Porcentagem de Pessoas Fumando
	Preferível	Mínima	
Apartamentos	35	25	Baixa
Bancos	25	17	
Barbearias	25	17	
Bar	35	25	30%
Cassinos – grill-room	45	35	80%
Escritório geral	25	17	Baixa
Estúdios	35	25	0
Lojas	48	8	0
Quartos (hospitais)	25	17	Baixa
Quartos (hotéis)	25	17	
Residências	35	25	
Restaurantes	35	25	25%
Salas de diretoria	50	40	100%
Salas de operação (hospitais)	–	–	0
Teatros – cinemas – auditórios	13	10	0
Salas de aula	50	40	0
Salas de reunião	35	25	Baixa
Aplicações gerais			
por pessoa (não fumando)	13	8	
por pessoa (fumando)	50	40	

Fonte: Gabriel Souza, 2007.

2.5.7 Carga térmica total

Tendo-se os resultados das cargas térmicas de insolação, condução, por pessoas, iluminação, e afins, somando valores totais de calor sensível e calor latente a retirar do ambiente, obtém-se o calor total, como medida de segurança é adicionado mais 10% para eventuais penetrações de calor no ambiente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram selecionados 3 (três) salas de aulas da UBM, com objetivo de um redimensionamento do ar-condicionado. As salas de aulas selecionadas foram as 206, 207 e 208, do prédio 3. Com isso, as salas foram dimensionadas tendo suas áreas de 30,88 m² (3,90m x 7,92m), todas contêm ar-condicionado de 18000 BTUs. Segue a seguir a tabela de cálculos para o redimensionamento do ar-condicionado. Cálculos informados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Demonstração dos cálculos carga térmica
Carga térmica total

	Calor sensível (qs)	Calor latente (ql)
Condução	644,77	
insolação	532,68	
iluminação	192,00	
infiltração	19,58	885,43
ventilação	580,00	2623,50
Total	1969,03	3508,93

Carga total (qs+ql)	5477,96
Transformação Kcal/h - BTU	21747,50

Fonte: Autores, 2022.

Ao finalizar as contas pode-se ver que o ar condicionado necessário para cada sala é de 21.747,50 BTU's, aproximadamente 22.000 BTU's, para que assim possa ter um melhor funcionamento de resfriamento no local, e proporcionar um conforto maior para aqueles que o utilizam.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se notar que as salas de aulas estão com seu dimensionamento inadequado em relação à quantidade de pessoas que utilizam o mesmo. Sendo necessária a correção do aparelho, para que assim, tenha um conforto maior para os usuários do local.

REFERÊNCIAS

A HISTÓRIA do ar-condicionado: linha do tempo completa. **Webarcondicionado**, 21 de janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.webarcondicionado.com.br/a-historia-do-ar-condicionado>. Acesso em: 27 maio 2022.

JONES, Jerold W. e Wilbert F. Stoecker. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo: Mcgraw-hill Ltda, 1999.

PÉCORA, Jesus Djalma; SILVA, Ricardo Gariba *et a.* **Unidades métricas correlacionadas à temperatura**, 13 jul. 2005. Disponível em:

SOUZA, Diego Teodoro e outros, **Estudo de adequação de um projeto de condicionamento térmico**. Barra Mansa, 2020.

ANEXOS

- Carga térmica por condução
 $q=A.U.\Delta T$
- Carga térmica por insolação
 $q=A.U ; q=AU[(te-ti)+T'$
- Carga térmica devido à iluminação
 - Para lâmpadas incandescentes:
 $qs=Ni .N lamp$
 - Para lâmpadas fluorescentes:
 $qs=Ni .N lamp .1,2$
- Carga térmica devido à infiltração
 $Q=Lfresta .Qfresta$
 - Calor sensível
 $qs=0,29.Q(te-ti)$
 - Calor latente
 $ql=583.(UE2-UE1)Y.Q$
- Carga térmica devido à ventilação
 $Q=N pess. Q rec$
 - Calor sensível
 $qs=0,29.Q(te-ti)$

- Calor latente
 $q_l = 583 \cdot (U_{E2} - U_{E1}) \cdot Q$
- Carga térmica total
 $Q_t = \sum q_s + \sum q_l$

DISPOSITIVO DE LIMPEZA PARA PLACA SOLAR

CLEANING DEVICE FOR SOLAR BOARD

Alaine Valente¹
Andrezza Oliveira²
Johnatan Soares³
José Nilton Cantarino Gil⁴

RESUMO

O acúmulo de poeira ou objetos levados com o vento nos painéis solares, chuva, fezes de animais e possíveis ventanias pode não apenas prejudicar a captação de energia, como reduzir o desempenho dos eletrodomésticos que contam com a luz do sol para o seu funcionamento, com isso é necessário a manutenção. Ela pode ser feita pelos próprios moradores ou funcionários da sua residência, comércio ou fazenda, e também é possível ser feita a contratação de especialistas para que o processo seja realizado uma vez ao ano, ou a cada 6 meses. Esse processo pode se tornar perigoso já que as placas solares precisam ser instaladas em um local elevado para melhor recebimento de luz solar, como os telhados, podendo trazer risco a pessoa que for realizar a limpeza. Para a melhor segurança, e uma fácil limpeza foi desenvolvido um dispositivo para facilitar esse serviço. Ele se movimenta através de esteiras de movimento sobre as placas solares, contendo esguichos de água e escovas giratórias pra remover poeira e dejetos de animais, além de poder ser controlado através de um celular ou tablet, trazendo conforto para o proprietário e mais segurança.

Palavras-Chave: Solar Fotovoltaica. Limpeza. Sujeira. Segurança

ABSTRACT

The accumulation of dust or objects carried by the wind on the solar panels, rain, animal feces and possible winds can not only impair energy capture, but also reduce the performance of appliances that rely on sunlight for their operation, with this is required maintenance. It can be done by the residents themselves or employees of their residence, business or farm, and it is also possible to hire specialists so that the process is carried out once a year, or every 6 months. This process can become dangerous since the solar panels need to be installed in an elevated place to better receive sunlight, such as roofs, which can pose a risk to the person who is going to carry out the cleaning. For the best safety and easy cleaning, a device was developed to facilitate this service. It moves through motion mats over the solar panels, containing

¹ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: alainevalente@gmail.com

² Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: andrezzaneves.o@hotmail.com

³ Discente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: hanwk41@gmail.com

⁴ Docente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: jnilton@ubm

water squirts and rotating brushes to remove dust and animal waste, in addition to being controlled through a cell phone or tablet, bringing comfort to the owner and more security.

Keywords: Solar Photovoltaic. Cleaning. Dirt. Safety.

1 INTRODUÇÃO

O início da energia elétrica no Brasil começou um pouco depois da invenção de Thomas Edison, que teve sua criação e exibição nos Estados Unidos. Esse evento chamou atenção de D. Pedro II, que logo entrou em contato com o inventor americano para trazer a novidade para o seu país, com a intenção de ser utilizada para fins de iluminação pública. No entanto, a primeira iluminação pública externa foi instalada dois anos depois, em um trecho da atual Praça da República, no Rio de Janeiro e logo após 4 anos da chegada da eletricidade, foi inaugurada em Campos dos Goytacazes, no norte do estado do Rio, o primeiro serviço público de iluminação pública do Brasil e da América do Sul. Nessa época a eletricidade era gerada pelo vapor das caldeiras à lenha.

A Primeira central hidrelétrica no Brasil, começou a operar em 1883 em um afluente do Rio Jequitinhonha para atender serviços de mineração em Diamantina, Minas Gerais. Por sua vez, a primeira usina de grande porte, foi a de Marmelos-Zero, inaugurada em 1889 em Juiz de Fora. No mesmo estado.

A energia elétrica é uma das formas de energia que a humanidade mais utiliza na atualidade e pode ser obtida principalmente através de termoelétricas, usinas hidrelétricas, usinas solares, usinas eólicas e usinas termonucleares. São chamadas de energias de fontes renováveis.

Dentre dessas formas que a energia elétrica pode ser obtida, tem a energia solar fotovoltaica, que teve sua primeira usina solar construída em território brasileiro no sertão do Ceará. Nela quantia uma extensão de 340 km e 4680 painéis fotovoltaicos, tendo a capacidade de gerar 1 megawatt (MW). E sua instalação no Ceará foi escolhido, pois em todo o ano, teve altos índices de radiação solar, já que a energia necessita de luz solar para ser produzida. É uma energia que tem como características um dos custos mais baixos, pois é proveniente de fontes gratuitas e inesgotáveis, um recurso totalmente renovável, não faz nenhum barulho, não polui e tem de diferencial em relação as outras, a utilização residencial.

A Aneel no ano de 2012, fez uma publicação da resolução Normativa nº 482(RN/482), permitindo que o consumidor possa gerar sua própria energia, conectada à rede de distribuição, podendo fazer sistemas de créditos energéticos e estabeleceu critérios necessários para a conexão de sistema à rede, que acontece normalmente hoje em dia, e teve também na mesma época o incentivo do governo, instituindo algumas medidas para o uso de energias renováveis, como isenção de IPI ou ICMS apoio do BNDES e redução do imposto de importação.

Daí em diante, o crescimento do setor veio a disparar, o Brasil pulou para 16ª colocação no ranking mundial de energia fotovoltaica feito pela Internacional Renewable Energy Agency (IRENA) e no ano de 2021, o país estava entre os 15 países líderes em capacidade de instalações de energia solares. E este ano de 2022, essa expansão poderá ser ainda maior, pois em nossa localidade com menos sol, gera mais energia do que o local mais ensolarado da Alemanha, conforme pesquisa feita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Sendo assim, nosso país sendo o que possui mais potencial na criação de energia limpa e renovável.

Para gerar a energia solar fotovoltaica, é necessário a utilização de equipamentos para o seu funcionamento, basicamente como: módulos fotovoltaicos, placas solares, inversor de frequência, medidor bidirecional, caixa de junção, cabeamentos, baterias e sistema de monitoramento. Engana-se quem pensa que esse tipo de transmissão de energia não precisa de manutenção, os painéis solares também precisam para prolongar a sua vida útil e funcionamento. Apesar de necessitarem de baixos cuidados, podendo durar por vários anos, é importante considerar um item obrigatório para mantê-lo ativo: a limpeza desta instalação. O acúmulo de poeira ou objetos levados com o vento nos painéis solares, chuva, animais e possíveis ventanias pode não apenas prejudicar a captação de energia, como reduzir o desempenho dos eletrodomésticos que contam com a luz do sol para o seu funcionamento. O processo de manutenção pode ser feito pelos próprios moradores ou funcionários da sua residência, comércio ou fazenda, e também é possível a contratação de especialistas para que o processo seja feito uma vez ao ano, ou a cada 6 meses. Esse tipo de processo pode trazer alguns riscos se não tiver com equipamentos de segurança, já que os painéis necessitam ficar em uma localização mais alta do imóvel, como no telhado, para uma melhor captação de luz solar, dificultando o acesso para possível limpeza. Devido a essa dificuldade de

manutenção, desenvolvemos um dispositivo no qual limpa os painéis solares, sem precisar de mão de obra, ele desliza por um trilho fazendo a limpeza e pode ser acionado através de um celular.

2 DESENVOLVIMENTO

Para auxiliar tanto os donos de instalações fotovoltaicas quanto os prestadores de serviço de limpeza dessas instalações, iniciamos uma pesquisa de desenvolvimento de um dispositivo, capaz de realizar as atividades de limpeza das placas fotovoltaicas de forma segura, precisa e remota.

O dispositivo possui um formato quadrado de 500mm acompanhado de mais 100 mm de largura de esteira, que utiliza para se locomover. Sua aparência é bastante similar aos tanques de guerra. Possui na parte superior duas alças, para que o dispositivo possa ser transportado, erguido e posicionado sobre as placas para iniciar o processo de limpeza. Além das alças, no topo do dispositivo também podemos encontrar uma haste de conexão móvel com engate rápido para mangueiras d'água, podendo se movimentar 360°, facilitando a locomoção do dispositivo.

Para realizar a limpeza das placas fotovoltaicas o dispositivo é equipado de escovas giratórias com cerdas de nylon sensíveis, que não prejudicam a superfície das mesmas ainda assim conseguem remover sujeiras grossas e pastosas, como fezes de pássaros. Além disso, para auxiliar na remoção de sujeiras, próximo as escovas são instaladas mangueiras com esguichos d'água apontadas contra a superfície das placas para umedecer as sujidades e com a força do jato d'água retirar as sujeiras encrostadas sobre elas.

Para mover o dispositivo sobre as placas fotovoltaicas é utilizado dois motores de corrente contínua para tração, um para cada esteira. E para aumentar a pressão dos esguichos d'água será utilizado uma bomba pressurizadora de pequeno porte, aprimorando assim a limpeza efetiva das placas.

Além desses itens ainda teremos sensores nas extremidades do dispositivo para evitar que o mesmo venha a cair do telhado ou das placas fotovoltaicas. Com a necessidade de controlar e comandar todos esses dispositivos, utilizaremos o microcontrolador ESP32 conectado a uma rede wi-fi para comunicação e também disponibilizaremos de Ponte' H do modelo L298N para controlar o sentido de giro dos motores de tração e a intensidade de pressão da bomba d'água, além também do

acionamento do giro das escovas que também é controlado por um motor.

Para que o operador possa utilizar o dispositivo, ele contará com um Tablet onde poderá:

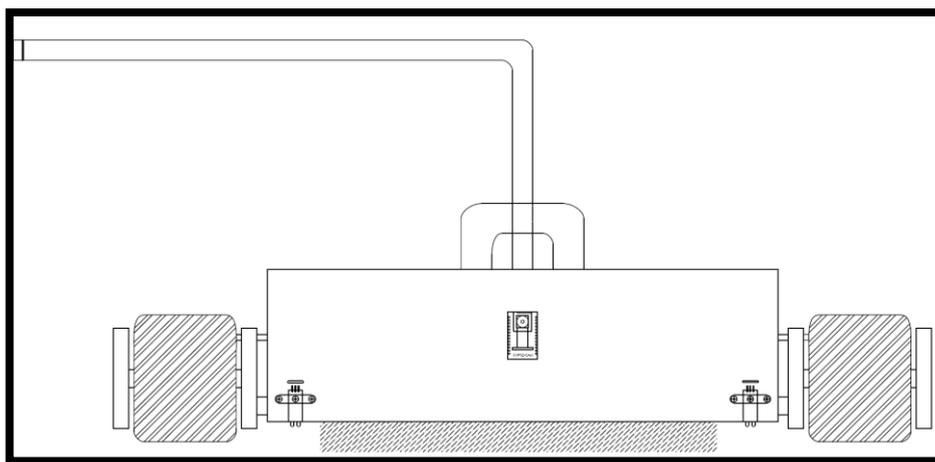
- Movimentar o dispositivo para Frente, Atrás, Esquerda e Direita;
- Ligar as escovas e controlar a velocidade delas;
- Ligar a bomba pressurizadora e controlar a pressão;
- Acesso a câmeras de limpeza.

Este estará conectado diretamente ao dispositivo de limpeza, o qual receberá comandos do operador através do Tablet.

Toda estrutura do dispositivo de limpeza é feita de alumínio, visando maior leveza para transporte e carga de peso sobre as placas fotovoltaicas.

Na parte frontal e traseira do dispositivo de limpeza é possível encontrar o sensor de TCRT5000 de obstáculo para detectar as bordas da placa fotovoltaica, acompanhado do ESP32-CAM que transmite as imagens ao Tablet para auxiliar o operador a realizar o processo de limpeza, como podemos ver na figura 1.

Figura 1 – Vista frontal do dispositivo de limpeza



Fonte: Autoria Própria

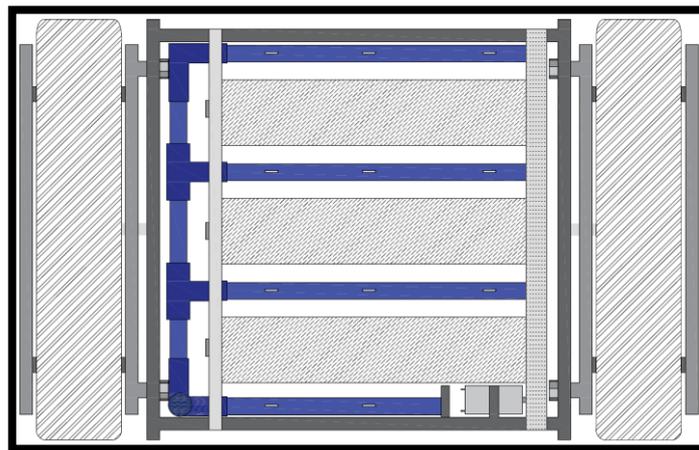
Ainda na figura 1 é possível observar as escovas na parte inferior do dispositivo, que ajudam a remover as sujeiras mais encrustadas.

A haste em 90° presente no topo do dispositivo, é o local onde deve ser conectado a mangueira de água, que será utilizada para lavar a placa e com a pressão remover as sujeiras mais difíceis. Ao lado da haste, é possível encontrar as alças de transporte do dispositivo de limpeza.

O dispositivo ainda conta com um circuito de esguichos d'água, escovas giratórias de cerdas de nylon e um motor responsável por realizar o movimento giratório das escovas.

A transmissão de movimento partindo do eixo motor, será feito utilizando corrente e engrenagens, contando também com um esticador de corrente para auxiliar o tensionamento da mesma evitando folgas e mantendo a transmissão de forma unanime. Na figura 2 é possível observar a plataforma de limpeza que tem contato direto com a placa solar.

Figura 2 - Vista superior da plataforma de limpeza



Fonte: Autoria própria

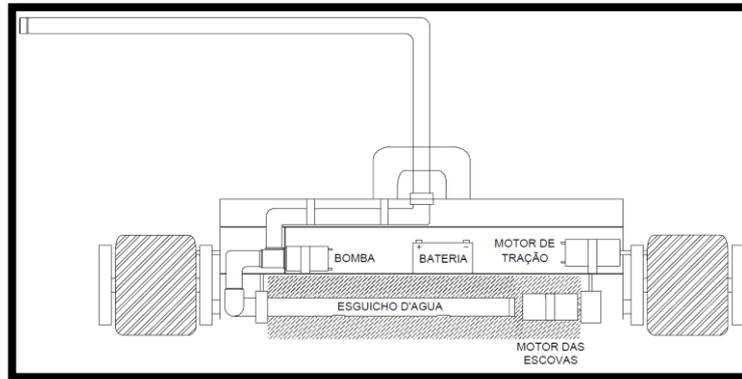
Abaixo citamos os componentes mais importantes para funcionamento do dispositivo de limpeza.

Em um compartimento fechado a prova d'água podemos encontrar:

- Bomba d'água
- Bateria
- Motor de Tração
- Microcontroladores
- Drivers

O motor de tração será o responsável por realizar o movimento do dispositivo de limpeza, o qual conterà dois, um para cada esteira, tanto para esquerda quanto para direita.

Figura 3 – Vista interior frontal do dispositivo de limpeza



Fonte: Autoria própria

Na figura 3 é possível observar a entrada d'água a qual passa pela bomba pressurizadora, que aumenta a pressão dos esguichos d'água facilitando a remoção de sujeiras.

O compartimento fechado fica sobre a plataforma de limpeza onde se encontra as escovas e os esguichos d'água, e seus pontos de fixação fica sobre as peças de suporte das escovas e das engrenagens.

A esteira utilizada no projeto, deve ser feita de borracha com frisos, para permitir que a água escoe por eles, evitando que o dispositivo de limpeza escorregue e caia das placas solares, aumentando assim a fricção em relação a superfície permitindo que o dispositivo percorra o caminho sem patinar, economizando bateria e aumentando a sua duração de uso.

Para controlar todos os componentes e dispositivos do projeto, utilizaremos de microcontroladores que podem ser acessados via wi-fi. Ao total serão 2 modelos de microcontroladores utilizados, sendo eles: ESP-32 e ESP32-CAM.

Em nosso projeto, esse microcontrolador será o nosso servidor, ou seja, todos os dados e comandos passam por ele. Principalmente, será ele quem irá atuar e controlar a velocidade dos motores e bombas além também do seu sentido de giro.

Já o ESP32-CAM, tem as mesmas características do ESP32, com apenas uma diferença de vir de fábrica com um conector para câmeras, o que nos permite tanto gravar vídeos como transmiti-los em tempo real, podendo também tirar fotos.

Como citado anteriormente, o dispositivo contará com um sistema anti-queda, que permitirá que o mesmo se aproxime das bordas com segurança evitando que ele ultrapasse os limites das placas solares. Isso tudo será possível ao utilizarmos o

sensor TCRT5000, que basicamente é composto por led emissor de luz infravermelha e um receptor. Enquanto o dispositivo de limpeza estiver sob a superfície das placas, a luz Infravermelha emitida pelo sensor será refletida pela placa até o receptor de luz infravermelha, gerando um sinal em nosso microcontrolador, o qual será utilizado para criar o sistema anti-queda. Ao total serão 4 sensores posicionados em cada extremidade tanto frontal quanto traseira.

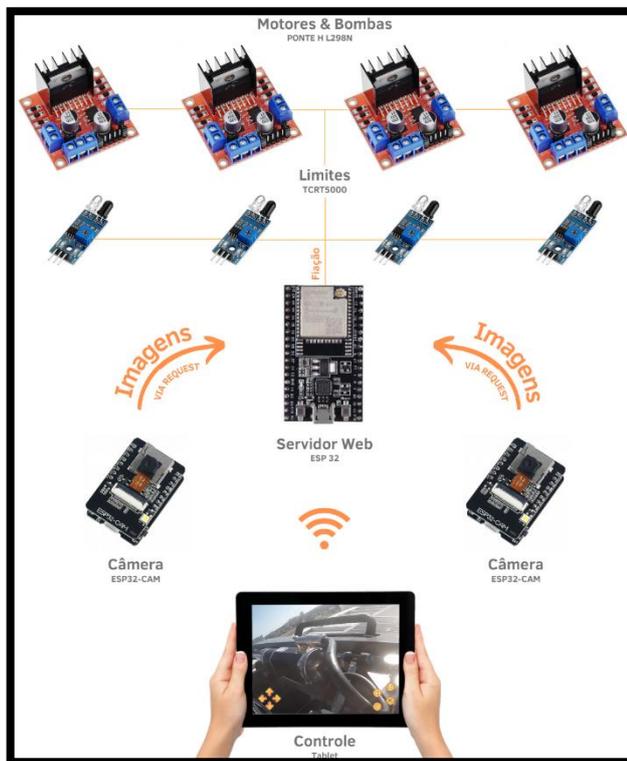
Como citado anteriormente, o dispositivo contará com um sistema anti-queda, que permitirá que o mesmo se aproxime das bordas com segurança evitando que ele ultrapasse os limites das placas solares. Isso tudo será possível ao utilizarmos o sensor TCRT5000, que basicamente é composto por led emissor de luz infravermelha e um receptor. Enquanto o dispositivo de limpeza estiver sob a superfície das placas, a luz Infravermelha emitida pelo sensor será refletida pela placa até o receptor de luz infravermelha, gerando um sinal em nosso microcontrolador, o qual será utilizado para criar o sistema anti-queda. Ao total serão 4 sensores posicionados em cada extremidade tanto frontal quanto traseira.

E para que tudo isso possa ser acessado e controlado, o esp32 irá trabalhar com um web server embutido em si, podendo ser acessado como um AP, ou seja, um ponto de acesso. E dentro desse web server, teremos a disponibilidade de visualizar as duas câmeras e ter acesso as funções de movimentar o dispositivo, ligar escovas e bomba pressurizadora.

E para que possamos ter acesso ao dispositivo de limpeza, visualizar as imagens e atuar os comandos disponíveis remotamente, incrementaremos ao microcontrolador ESP32 uma antena, o que nos permitirá acessar o dispositivo a longas distancias em uma média de 100 ~ 200 metros que podem variar de acordo com o ambiente. Isso também nos traz mais confiança na operação do equipamento pois diminuiu a possibilidade da perda de conexão, entregando maior confiabilidade no processo de limpeza das placas solares.

Na figura 4 é possível observar como todos esses componentes estarão conectados:

Figura 4 – Interligação dos componentes do sistema



Fonte: Autoria própria

Como resultado final, para utilizar o dispositivo de limpeza, o operador só irá precisar se conectar ao AP (Ponto de acesso) ESP32, abrir o navegador e acessar o IP configurado no microcontrolador, a partir daí já será possível usar todos os comandos disponíveis do robô.

Ciente das especificações de cada componente utilizado, montamos a tabela de consumo de carga que o dispositivo irá representar, citando os componentes com maiores consumos, conforme indica o Quadro 1.

Quadro 1 – Tabela de cálculo da carga de consumo

COMPONENTE	QTD.	CORRENTE (A)	CORRENTE TOTAL (A)
ESP 32	1	0,5	0,5
ESP32 - CAM	2	0,18	0,36
Motor de Tração	2	1,7	3,4
Motor das Escovas	1	1	1
Bomba de Pressurização	1	3	3
TOTAL (A)			8,26

Fonte: Autoria própria

Para dimensionarmos qual bateria de lipo irá atender as configurações de nosso projeto, iremos precisar saber qual o consumo de carga nominal do dispositivo, a tensão necessária e qual o tempo de uso contínuo desejado.

Quadro 2 – Tabela de configuração das características necessárias

Alimentação:	12V
Consumo de Carga:	8.26A (8260ma)
Tempo Médio:	1H 30Min
Mah Necessario:	12.390 mah

Fonte: Autoria própria

Com os dados coletados e apresentados no quadro 2 podemos especificar que a bateria necessária deverá ser de 3S (11.1 ~ 12.6) e 12390mah. Porém o custo dessa bateria pode ser alto, e para mitigar e ampliar a área de refrigeração da bateria, dividiremos essa carga em 3 baterias 3S de 4500mah, resultando em uma configuração de 11.1V ~12.6V e 13500mah, fornecendo um tempo de uso médio total de 1 hora e 38 minutos, já que nessa configuração usaremos as 3 baterias em paralelo.

Porém nossos microcontroladores possuem alimentação de 5V e para que seja possível alimentá-los, será necessário diminuir a tensão fornecida pelo conjunto de baterias. E para essa função utilizaremos o modulo Regulador de Tensão LM2596, como demonstra a figura 5 abaixo:

Figura 5 – Demonstrativo do regulador de tensão LM2596

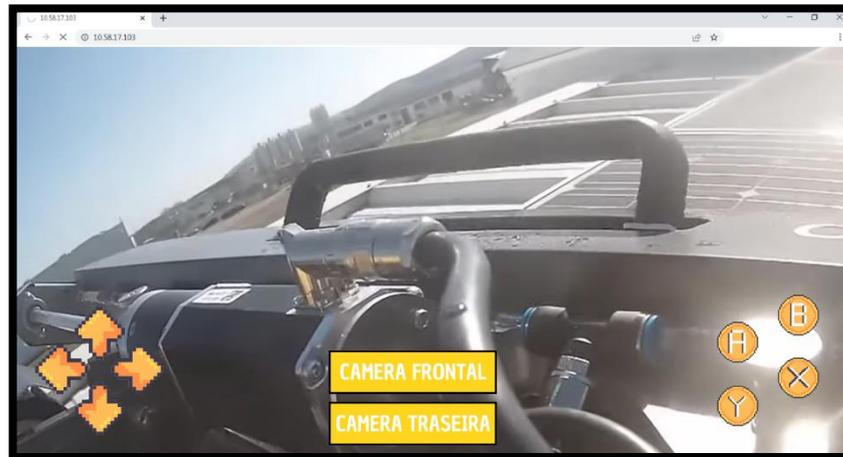


Fonte: Autoria própria

Será utilizado para isso as linguagens de programação C/C++, HTML e JavaScript. O ambiente ideal para programar os microcontroladores ESP 32 e ESP32-CAM, é a IDE Arduino (Integrated Development Environment ou Ambiente de desenvolvimento Integrado) onde possui todas as ferramentas disponíveis para configurar e programar os microcontroladores.

Como citado anteriormente, o dispositivo de limpeza será integralmente controlado pro tablet ou até mesmo celular, se conectando ao ESP 32 via wifi. A tela de funções do dispositivo deve parecer basicamente como mostra a figura 6:

Figura 6 – Demonstrativo de uso da aplicação do dispositivo de limpeza



Fonte: Autoria própria

As setas do quadrante inferior esquerdo, são os botões responsáveis pelo movimento do dispositivo de limpeza, ou seja, são eles que iram ditar a direção desejada sendo para frente, para trás, virar ao lado direito ou esquerdo.

Na parte central da tela, pode se observar duas opções sendo: câmera frontal e Câmera Traseira. Ao selecionar a opção da câmera frontal, a imagem de fundo muda, e exibe as imagens em tempo real do ESP32-CAM instalado na parte da frente do dispositivo de limpeza, e o mesmo ocorre quando é selecionado a câmera traseira, alterando a imagem de fundo para as imagens capturadas em tempo real pelo ESP32-CAM instalado na parte traseira do dispositivo de limpeza.

Os botões presentes no quadrante inferior direito, tem funções importantes a respeito do funcionamento. Abaixo no quadro 3, temos a tabela descritiva destes:

Quadro 3 – Tabela de funções da aplicação do dispositivo

A	Liga/Desliga Bomba Pressurizadora
B	Liga/Desliga Giro das Escovas
Y	Diminui a Velocidade de Movimento do Dispositivo
X	Aumenta a Velocidade de Movimento do Dispositivo

Fonte: Autoria própria

Nota-se que na URL encontra-se um endereço IP (Endereço de Protocolo da Internet), este se refere ao IP do próprio esp32, que é programado e configurado para trabalhar como um servidor WEB, onde organizamos e disponibilizamos os botões e as seleções de câmeras.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização dos painéis solares em residências, é possível observar a sujeira que fica sobre ele. Ela acaba afetando na captação de energia, e prejudicando o proprietário que dela precisa. Por isso é necessária sua manutenção, aonde conta com uma limpeza adequada, com um prazo determinado de acordo com o clima da região onde ela se encontra, podendo ser a cada 6 meses ou 1 vez por ano. Estudando sobre as placas solares foi notório a dificuldade de fazer uma limpeza adequada nelas, devido a localidade que se encontram. Para mais segurança, praticidade e eficiência na hora da manutenção, foi elaborado um projeto de dispositivo de limpeza que atendesse todos esses requisitos, com a sua utilização através de celulares e tablets, deixando o serviço mais eficiente, mais prático para que na sua finalização saiam satisfeitos a equipe que for executar o serviço e o proprietário. A manutenção correta é um fator essencial e que não deve ser dispensado para quem utiliza desse sistema, os equipamentos têm que ser adequados para que não cause nenhum dano na placa e nos outros componentes, podendo durar mais tempo, aumentando sua vida útil. É um projeto em desenvolvimento, sugere-se que seja desenvolvida uma versão onde não seja necessário o acoplamento de uma mangueira d'água no dispositivo acoplando-se um reservatório como exemplo na figura 7, que faça o suprimento de água para a limpeza das placas.

Figura 7 – Container d'água



Fonte: Mercado Livre (2022)

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Danielly Norberto *et al.* Impactos da sujeira e efeitos da limpeza no desempenho de módulos fotovoltaicos. *In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DA ENERGIA SOLAR*. Fortaleza, 2020. **Anais** [...]. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/862> Acesso em: 13 maio 2022.

ARAUJO, Éricka. Como deve ser realizada a limpeza dos painéis solares? **Canal Solar**, 26 jan. 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/como-deve-ser-realizada-a-limpeza-dos-paineis-solares/>. Acesso em: 29 maio 2022.

BARBOSA, Elismar Ramos; FARIA, Merlim dos Santos Ferreira; GONTIJO, Fábio de Brito. Influência da sujeira na geração fotovoltaica. *In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR*. Gramado: 2018. **Anais** [...]. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/655>. Acesso em: 13 mai. 2022.

ELYSIA. Como fazer a limpeza dos painéis solares de forma segura e eficiente?. Disponível em: <https://elysia.com.br/limpeza-dos-paineis-solares/>. Acesso em: 29 maio 2022.

ENERGIA elétrica. *In: WIKIPÉDIA*. 2016. Disponível em: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Energia_el%C3%A9trica. Acesso em: 22 mar. 2022.

ESFERABLOG. **Dos primórdios ao mercado livre**: a história da energia elétrica no Brasil. 2021. Disponível em: <https://esferaenergia.com.br/blog/historia-energia-eletrica-brasil/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

PINELLI, Natasha. Há exatos 137 anos uma lâmpada elétrica foi acesa por Thomas Edison. **Época Negócios**, out. 2016. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/amp/Caminhos-para-o-futuro/Energia/noticia/2016/10/ha-exatos-137-anos-uma-lampada-eletrica-foi-acesa-por-thomas-edison.html>. Acesso em: 22 mar. 2022.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos pública no Brasil**. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2004.

QUAL a importância da limpeza de placas solares regulamentada? Disponível em: <https://djrsolar.com.br/importancia-limpeza-sistemas-solares/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

REZENDE, Vinícius Gouveia S. de; ZILLES, Roberto. Análise das perdas de produtividade em geradores fotovoltaicos por efeito de sujeira. *In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR*. Gramado: 2018. **Anais** [...]. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/181>. Acesso em: 13 maio 2022.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

SOLSTAR. **Como realizar a manutenção de m sistema de energia solar?** 2021. Disponível em: <https://solstar.com.br/central-de-conhecimento/como-realizar-a-manutencao-de-um-sistema-de-energia-solar/Acesso> em: 21 mar. 2022.

BRAGA, Newton C. **Motores DC e caixas de redução (MEC070)**. Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/robotica-e-mecatronica/5168-mec070a.html>. Acesso em: 08 jun. 2022.

SILVEIRA, Cristiano Bertolucci. Motor CC: Saiba como funciona e de que forma especificar. **Citisystems**. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/motor-cc/>. Acesso em: 08 jun. 2022.

ELEVADOR HIDRÁULICO DE SERINGAS

HYDRAULIC SYRINGE LIFT

Alexsander Santana¹
Fernando da Silva Santos²
João Victor Leone Ramos³
Karine Caetano dos Reis⁴
Luana Ellen da Silva Santos⁵
Lucas Toledo Silvério⁶
Victor Alexandre Bastos⁷

RESUMO

O artigo trata de definir e apresentar o Elevador Hidráulico de Seringas, suas características e ligações ao princípio de Pascal. Um dos principais objetivos deste é o conhecimento apurado na área Hidráulica e Gestão de Projetos. Com o domínio destas informações e entendimento sobre, podemos entender o funcionamento detalhado deste equipamento e como resultado um maior conhecimento na disciplina.

Palavras-Chave: Elevador hidráulico. Seringas. Pascal. Projetos.

ABSTRACT

The article tries to define and present the Hydraulic Syringe Elevator, its characteristics, and connections to Pascal's principle. One of the main objectives of this is the knowledge acquired in the area of Hydraulics and Project Management. With the mastery of this information and understanding of it, we can understand the detailed operation of this equipment and as a result a greater knowledge in the discipline.

Keywords: Elevator hydraulic. Syringes. Pascal. Projects.

1 INTRODUÇÃO

Estudos indicam que as grandes pirâmides do Egito podem ter sido erguidas

¹ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

² Docente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: Fernando.santos@ubm.br

³ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁴ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁵ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁶ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁷ Discente - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

com a ajuda de guindastes primitivos baseados em cordas e apoios. O grego Arquimedes desenvolveu vários sistemas de polias e roldanas para erguer cargas, que os romanos aperfeiçoaram.

Porém foi só após a Revolução Industrial, no século XIX, que a máquina a vapor possibilitou a construção de elevadores fixos para transportar materiais e, principalmente, pessoas. Esta criação permitiu o transporte de seres humanos e tornou possível a verticalização das cidades, pois sem elevadores não poderia haver grandes edifícios. De lá para cá, foram sendo inventados sucessivos sistemas de motores, controle e segurança que fizeram do elevador o meio de transporte mais seguro do mundo.

Tendo em vista a dificuldade atual na mobilidade de cadeirantes, idosos, gestantes, pessoas com crianças de colo e cargas, foi desenvolvido um protótipo de elevador em escala reduzida, cujo sistema locomotor é hidráulico.

Utiliza-se esse conceito para adquirirmos maior conhecimento em relação aos princípios da hidrostática e aos comportamentos de materiais.

Figura 1: Ilustração de um dos primeiros Elevadores de Passageiros



Fonte: Do autor.

2 DESENVOLVIMENTO

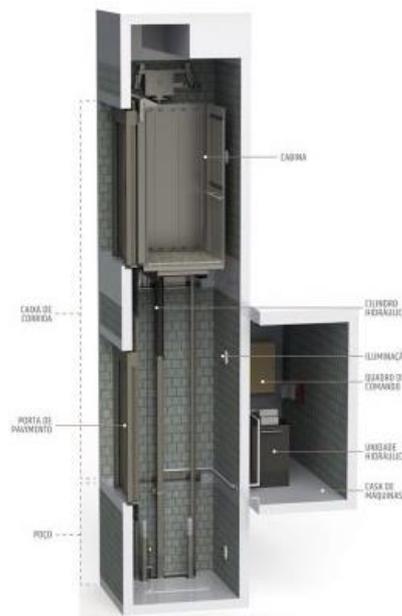
2.1 ELEVADORES HIDRÁULICOS

Elevadores baseados em sistemas hidráulicos geralmente são utilizados para elevar grandes cargas, como exemplo tem-se os elevadores automotivos e veículos de pesados.

Esse sistema é bastante utilizado, por sua maior eficiência ao mover objetos pesados uma vez que utiliza em seu favor o princípio de Pascal, que permite uma pequena quantidade de força deslocar grandes quantidades de massa com um menor esforço, mantendo a quantidade de trabalho realizado.

Neste equipamento se faz uso de um sistema de êmbolos, onde aplicando uma força a uma coluna mais estreita preenchida com um certo tipo de fluido é possível resultar em uma força maior na outra coluna.

Figura 2: Exemplo de um Elevador de Cargas Hidráulico



Fonte: Do Autor.

2.2 PRINCÍPIO DE PASCAL

Em 1652 um jovem cientista francês Blaise Pascal (1623-1662), um grande colaborador nas ciências físicas e matemáticas, através do estudo no comportamento

dos fluidos, enunciou um princípio muito importante na Física, o Princípio de Pascal: "A variação de pressão sofrida por um ponto de um líquido em equilíbrio é transmitida integralmente a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente onde está contido".

O elevador hidráulico é um dos aparelhos que funcionam através deste princípio, transmitindo a pressão exercida sobre uma de suas colunas a todos os pontos do elevador e o resultado final é que aplica-se uma força menor do que realmente necessária para se elevar um objeto.

Pressão é definida pela razão entre a força aplicada e a área da aplicação. Essa grandeza física é medida em Pascal (Pa).

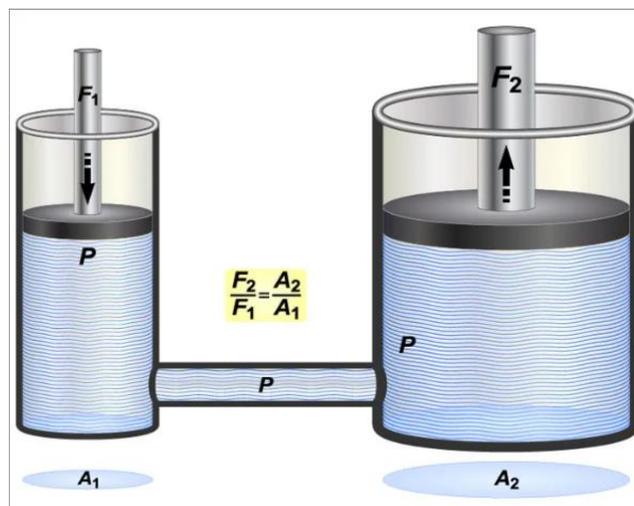
De acordo com o princípio de Pascal, ao aplicar-se uma força sobre um sistema hidráulico, como em um conjunto de pistões, o aumento de pressão sobre o pistão será exercido de maneira uniforme em todos os pontos do fluido.

Além disso, se o fluido estiver em contato com outro pistão de área 10 vezes maior, a força exercida sobre ele será 10 vezes maior do que aquela exercida sobre o primeiro pistão. Dessa forma, o aumento de pressão em cada um dos pistões será igual.

Exemplo: Para elevar um corpo de 100kg força em um pistão de elevação 10 vezes maior do que o pistão de acionamento, é necessário a aplicação de apenas 10kg força (princípio funcionando como uma regra de três).

Na figura a seguir, há dois pistões conectados por um fluido incompressível em equilíbrio estático, exemplificando o princípio de Pascal.

Figura 3: Princípio de Pascal



Fonte: Do autor.

Ao aplicar-se uma força F_1 sobre o pistão 1 de área A_1 , um aumento de pressão é comunicado por todo o fluido. Dessa forma, como a área A_2 do pistão 2 é maior que a área do pistão 1, a força exercida sobre o pistão 2 deverá ser proporcionalmente maior em relação às suas áreas. Portanto, o princípio de Pascal pode ser escrito por meio da seguinte equação: $F_1/A_1 = F_2/A_2$.

Ou seja, a pressão exercida na coluna mais estreita do elevador, onde a seção reta possui área menor, é transmitida a todos os pontos do fluido. Essa pressão é transmitida até o outro extremo, cuja coluna tem seção reta de área A (maior que a). Se essa segunda coluna for usada como a coluna de um elevador hidráulico, vemos que a força que agirá sobre a coluna do elevador deverá ser maior que a força que foi aplicada na primeira coluna.

Outros exemplos da utilização do Princípio de Pascal são as cadeiras de dentistas ou ainda em sistemas como o freio hidráulico de automóveis.

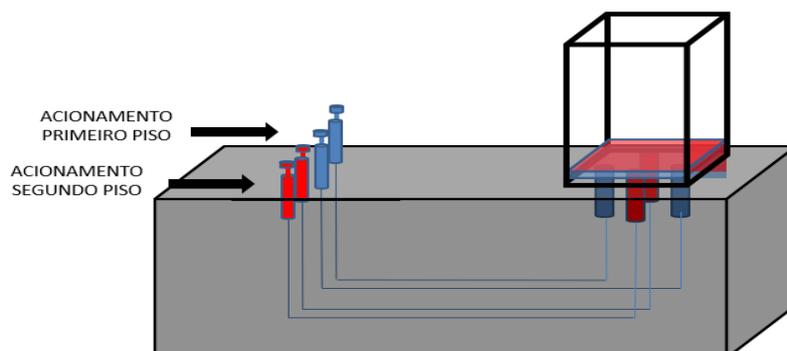
2.3 O PROTÓTIPO

A ideia do protótipo é confeccionar um elevador hidráulico de 2 estágios (andares) acionados por seringas, que seria utilizado na elevação de cargas.

Esse protótipo em escala reduzida, vem para exemplificar o princípio de Pascal no dia a dia.

O princípio do funcionamento deste elevador hidráulico é baseado na transmissão de pressão feita na seringa de área menor (10ml), até a outra seringa de área maior (20ml), elevando um objeto que possui o dobro da força peso empregada no acionamento, em dois estágios (2 andares).

Figura 4: Esquemático do Protótipo

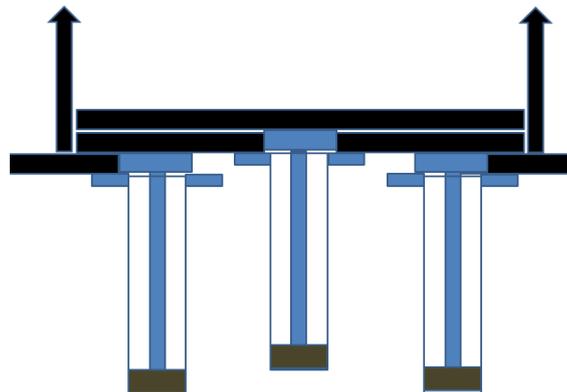


Fonte: Do autor.

Este experimento utiliza dois sistemas de seringas: um com duas seringas de 10ml para **acionamento do primeiro estágio** e duas seringas de 20ml para **elevação da cabine no primeiro estágio** e um com duas seringas de 10ml para **acionamento do segundo estágio** e duas seringas de 20ml para **elevação da cabine no segundo estágio**.

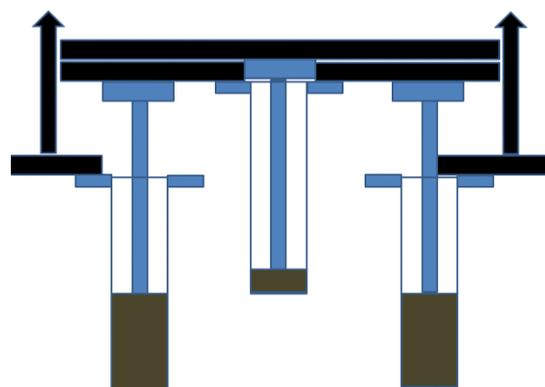
Conforme as ilustrações abaixo, o elevador possui um piso fixo e dois pisos móveis e os travamentos dos êmbolos de elevação são realizados nos pisos anteriores.

Figura 5: Cilindros do Primeiro e Segundo estágio recolhidos. (Piso Térreo)



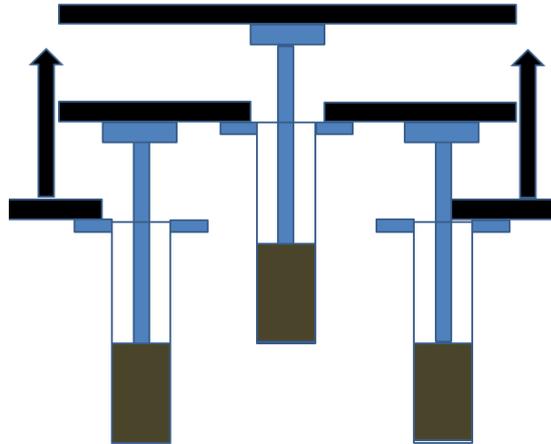
Fonte: Do autor.

Figura 6: Cilindros do Primeiro estágio estendidos e Segundo estágio recolhidos. (Primeiro andar)



Fonte: Do autor.

**Figura 7: Cilindros do Primeiro estágio estendidos e Segundo estágio estendidos.
(Segundo andar)**



Fonte: Do autor.

O primeiro sistema consiste em pressionar dois êmbolos de seringas de 10ml simultaneamente, contendo água, fazendo com que esta eleve a cabine a um primeiro estágio por meio das duas seringas de 20ml. Após fim de curso desse sistema é possível retornar a posição inicial ou seguir para um segundo estágio pressionando os dois embolos restantes.

A força aplicada na seringa de 10ml (cheia) produz uma pressão sobre a água, que é transmitida a outra seringa de 20ml até a sua extremidade, fazendo com que qualquer objeto que possua o dobro da força peso aplicada nos embolos de elevação seja elevado. Isto porque há a multiplicação da força, pois as áreas das seringas são diferentes.

Para os cálculos de Forças e Massas é essencial saber que o diâmetro dos êmbolos das Seringas de 10ml e de 20ml são respectivamente, 14mm e 20mm. Também é necessário informar que os atritos encontrados no projeto são desprezados para os cálculos desenvolvidos.

2.3.1 Exemplificando o Projeto com Cálculos de Força aplicada e Resultante

Para melhor entendimento do projeto, utilizam-se os dados em escala reduzida (do protótipo), massas (cargas) de acionamento simbólicas e despreza-se o atrito encontrado nos êmbolos para o desenvolvimento dos cálculos.

Após o desenvolvimento dos cálculos, obtemos a capacidade de elevação com determinada força de acionamento.

2.3.1.1 Utilizando uma Massa de 250g no acionamento

Princípio de Pascal

Fórmulas:

$$F1/A1 = F2/A2$$

Onde:

F1: Força de Acionamento

A1: Área do Êmbolo da Seringa de 10ml

F2: Força Resultante (Capacidade de Elevação)

A2: Área do Êmbolo da Seringa de 20ml

F1 - Força de Acionamento

Fórmulas:

$$F1 = m \cdot g$$

Onde:

F1 = Força (N)

m = massa (kg) = 0,250kg

g = força gravitacional (10m/s²)

Desenvolvendo:

$$F1 = 0,250 \cdot 10$$

$$F1 = 2,50N$$

A1 - Área do Êmbolo da Seringa de 10ml

Fórmulas:

$$A1 = (3,14 \cdot d^2)/4$$

Onde:

A1= Área do Êmbolo da Seringa de 10ml (m²)

d = diâmetro (m) = 14mm = 0,014m

Desenvolvendo:

$$A1 = (3,14 \cdot 0,014^2)/4$$

$$A1 = 0,153m^2$$

A2 - Área do Êmbolo da Seringa de 20ml

Fórmulas:

$$A_2 = (3,14 \cdot d^2)/4$$

Onde:

A_2 = Área do Êmbolo da Seringa de 20ml (m^2)

d = diâmetro (m) = 20mm = 0,02m

Desenvolvendo:

$$A_2 = (3,14 \cdot 0,02^2)/4$$

$$A_2 = 0,314m^2$$

Aplicando o Princípio de Pascal

Fórmulas:

$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

Desenvolvendo:

$$2,50/0,153 = F_2/0,314$$

$$F_2 = 5,13N$$

Capacidade de Elevação – Massa extraída da F_2 (Força Resultante)

Fórmulas:

$$m = F_2/g$$

Onde:

m = massa (g) – Objetivo do Exemplo

F_2 = Força (N)

g = força gravitacional ($10m/s^2$)

Desenvolvendo:

$$m = 5,13/10$$

$$m = 0,513kg \text{ ou } 513g \text{ de Capacidade de Elevação}$$

Resumindo os cálculos, ao aplicarmos **250g** de massa em cada cilindro de acionamento, conseguiremos elevar **513g de massa em cada cilindro de elevação (o dobro da massa empregada no acionamento)**. Sendo assim, como trabalhamos com 2 cilindros a cada piso do elevador hidráulico, multiplicamos por 2 a capacidade obtida, para finalmente obter a capacidade final do equipamento, neste caso **1,026kg** aplicando 250g de massa no cilindro de acionamento.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos através deste artigo, as características e componentes de Elevadores Hidráulicos, conhecimentos aliados ao princípio de Pascal.

Projetando um protótipo de um elevador de cargas hidráulico atendendo a dois estágios (andares), exemplificando e calculando o princípio de elevação de cargas em pistões de áreas diferentes com cargas de acionamento fictícias.

Foi concluído que o projeto é funcional, conseguindo obter o resultado final de elevação de um objeto com o dobro da massa empregada no acionamento.

A absorção destas informações gera um conhecimento essencial para o profissional de engenharia e manutenção mecânica, atendendo assim o objetivo maior desta disciplina.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, Fernando. Tudo o que você precisa saber. **High & Elevator**, n. 121, 2008

CASSIOLATO, César. O Brasil quebrando as barreiras tecnológicas com a inovação – Transmissores de pressão. **Revista Controle e Instrumentação**, n.106, jul. 2005.

FERNANDES, Mário. Cilindros hidráulicos: características e tecnologias. **Intech Hydraulics**, n. 97, 2013

GUIA para análises hidráulicas. **Pascdraulics**, n. 113, 2006.

PW HIDROPNEUMÁTICA. PH301, PH 302, PH 303 e PH 400.

ESTUDO DA CAPACIDADE DE MICROGERAÇÃO E APLICAÇÃO DE ENERGIA PIEZOELÉTRICA

STUDY OF THE MICROGENERATION CAPABILITY AND APPLICATION OF PIEZOELECTRIC ENERGY

Jean Victor Brion Motta e Silva¹
João Victor Inocêncio Mota²
Rochester Freitas de Carvalho³

RESUMO

Este estudo aborda o estudo da capacidade da microgeração de energia utilizando placas piezoelétricas através de ensaios em laboratório. As placas piezoelétricas possuem a característica de transformar energia mecânica em energia elétrica de acordo com a pressão exercida sobre elas, o que faz com que essa energia seja limpa e sustentável. A tecnologia para a geração de energia limpa por piezoelectricidade já é realidade em outros países como Japão, França, Inglaterra e Israel. Através de fontes científicas juntamente com testes em laboratórios, analisa-se o melhor tipo de base para as placas piezoelétricas para termos uma maior geração de energia. Utilizando a melhor base de acordo com os resultados obtidos, é construído um protótipo de piso com placas piezoelétricas, realizando testes com diferentes tipos de associação das placas para, utilizando um controlador de carga, poder carregar uma bateria de chumbo ácido. O estudo mostra que não é viável utilizar sistema com as placas e o controlador de carga para carregar uma bateria, mas é possível identificar, de acordo com os resultados obtidos, pontos de melhorias para futuras pesquisas.

Palavras-Chave: Geração de energia. Energia sustentável. Piezoelectricidade. Piezoelétrico.

ABSTRACT

This study addresses the improvement of the capability of micro-generation of energy using piezoelectric plates through laboratory tests. Piezoelectric plates have the characteristic of transforming mechanical energy into electrical energy according to the pressure exerted on them, which makes this energy clean and sustainable. The technology for generating clean energy by piezoelectricity is already a reality in other countries such as Japan, France, England and Israel. Through scientific sources

¹ Acadêmico - Curso de Engenharia Elétrica - Centro Universitário de Barra Mansa. E-mail: jean.silva@graduacao.ubm.br.

² Acadêmico - Curso de Engenharia Elétrica - Centro Universitário de Barra Mansa. E-mail: joao.mota@graduacao.ubm.br.

³ Acadêmico - Curso de Engenharia Elétrica - Centro Universitário de Barra Mansa. E-mail: rochester.carvalho@graduacao.ubm.br.

together with laboratory tests, the best type of base for piezoelectric plates is analyzed in order to have a greater energy generation. Using the best base according to the results obtained, a floor prototype is built with piezoelectric plates, carrying out tests with different types of association of the plates to, using a charge controller, be able to charge a lead acid battery. The study shows that it is not feasible to use a system with the plates and the charge controller to charge a battery, but it is possible to identify, according to the results obtained, points of improvement for future research.

Keywords: Power Generation. Sustainable energy. Piezoelectricity. Piezoelectric.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a maior parte da matriz elétrica brasileira é composta por energia proveniente de usinas hidrelétricas, assim sendo majoritariamente renovável. Entretanto, este cenário vem passando por transformações, como a redução da participação das usinas hidrelétricas. (Brasil, 2021)

“As fontes renováveis representam 84,8% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável” (Empresa de Pesquisa Energética, 2021, p.17).

A evolução da geração de energia, conciliada a preservação do meio ambiente, tem sido um tema cada vez mais abordado e um grande desafio da atualidade, pois deve-se gerar energia de modo sustentável, isso é, de forma limpa e renovável, e assim garantir um planeta melhor para as futuras gerações. Devido a tal necessidade, surge a necessidade da busca por fontes alternativas de energia elétrica. Dentre estas fontes desponta a piezoeletricidade, pois tem como principais vantagens os mais variados modos de aplicação e, principalmente, a matéria prima utilizada é o movimento (Matos *et al.*, 2016).

Os materiais que possuem características piezoelétricas são capazes de transformar essa energia mecânica em energia elétrica, logo, quando aplicados em locais estratégicos, podemos obter energia elétrica de modo sustentável. O andar das pessoas, o tráfego de automóveis, o movimento de um amortecedor de um veículo, todos esses movimentos possuem uma característica em comum, eles geram energia mecânica, que resultam de um peso e velocidade sobre uma determinada área. Em muitos países a geração por piezoeletricidade já é testada e aperfeiçoada a alguns anos, no Japão, especificamente em sua capital Tóquio, em 2008 a empresa JR East alimenta letreiros e catracas de uma estação de metrô por meio de um piso com

tecnologia piezoelétrica, a empresa Innowattech, de Israel, também faz experimentos com placas geradoras em estações de metrô, trilhos do trem, pistas de aeroporto e estradas, na Inglaterra na cidade de Gloucester, foi instalado estas placas em um estacionamento de supermercado a alguns anos, na França na cidade de Toulouse, pioneira na utilização de piezoeletricidade nas calçadas, conseguiram produzir 480W de eletricidade em sua região central da cidade (Julião, 2016).

O objetivo do trabalho é analisar o comportamento da geração de energia das placas/pastilhas de piezo (quartzo) instaladas em três bases diferentes, buscando métodos para melhorar sua produção de energia, assim, selecionar o melhor resultado de geração e para a aplicação numa área externa. A piezoeletricidade é uma forma de geração limpa e de reaproveitamento de energia mecânica desperdiçada logo, vem ganhando espaço em artigos científicos, teses, livros, dentre outras mídias. Como a sociedade está em busca de métodos de geração energia limpa, buscamos expor neste trabalho como ocorre a geração energia, uma de suas aplicações e seu custo de implementação.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Luciano (2016), o pensamento com relação a recuperação de energia que seria desperdiçada não é recente, ela foi descoberta por Thomas Seebeck em 1826. No âmbito da eficiência energética tal ideia recebeu o termo colheita de energia traduzido da expressão inglesa, *energy harvesting*. A colheita corresponde ao processo de conversão de uma fonte de energia livre em eletricidade destinada para uma utilização final. Na atualidade, há diversos métodos de recuperação de energia e cada vez mais sendo utilizados em diversos sistemas fotovoltaicos; eólicos; transdutores eletromecânicos e balanças que utilizam o efeito piezoelétrico, dentre outros.

Nos últimos anos diversos países continuam na busca por fontes de energia renováveis e limpas, a piezoeletricidade pode ser um grande manancial de energia limpa (Julião, 2016).

2.1 MATERIAIS PIEZOELÉTRICOS

De acordo com Rezende (2004, p. 473), a piezoeletricidade foi descoberta no final do século XIX por Pierre Curie, ele constatou a presença de cargas de polarização produzidas por uma tensão mecânica aplicada a um material dielétrico, assim, gerando um campo elétrico e constatou também o oposto desse efeito, através da aplicação de um campo elétrico nesse material dielétrico observou-se a deformação mecânica no mesmo.

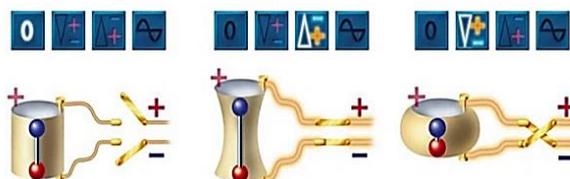
Certos dielétricos possuem a característica de desenvolver uma polarização quando submetidos a uma tensão mecânica e essa polarização cria cargas de polarização e, conseqüentemente, um campo elétrico o que caracteriza o efeito piezoeletrico direto. Do mesmo modo, a aplicação de um campo elétrico em um material dielétrico com as mesmas características mencionadas, cria-se uma deformação mecânica, ou seja, um efeito reverso (Rezende, 2004). Os efeitos piezoeletricos direto e reverso estão sendo ilustrados nas figuras 1 e 2, respectivamente. O termo piezoeletricidade é proveniente do grego *piezein* no qual tem o significado de apertar/pressionar.

Figura 1 - Efeito piezoeletrico direto



Fonte: Disponível em: <https://www.ceramtec.com.br/materiais-ceramicos/piezoceramicos/basicos/>
Acesso em: 21 maio 2022

Figura 2 - Efeito piezoeletrico reverso



Fonte: Disponível em: <https://www.ceramtec.com.br/materiais-ceramicos/piezoceramicos/basicos/>
Acesso em: 21 maio 2022

Segundo Rezende (2004), a polarização em materiais genuinamente piezoeletricos é nula quando não existe tensão mecânica ou campo elétrico externo. As propriedades piezoeletricas não são observadas apenas em materiais dielétricos, também se apresentam em materiais como o sulfeto de cádmio (CdS), óxido de zinco (ZnO) e outros semicondutores. Apenas alguns cristais com propriedades

piezoelétricas são inseridos em aplicações práticas, embora haja aproximadamente mil materiais conhecidos. Os materiais piezoelétricos são muitas das vezes inseridos na construção de transdutores eletromecânicos. Um dos cristais mais utilizados e significativo para certos casos na eletrônica, é o quartzo (SiO_2) com uma constante piezoelétrica de $d_{11} = 2 \times 10^{-12} m/V$. Comumente utilizado para finalidade de gerar ondas de alta frequência por exemplo. Alguns materiais são genuinamente piezoelétricos, mas há outros tipos de materiais, os Ferroelétricos, que também possuem características piezoelétricas. Niobato de Lítio ($LiNbO_3$), Titanato de Bário ($BaTiO_3$) e o Titanato de Chumbo e Zircônio ($Pb_{0,5}Zr_{0,5}TiO_3$), este último conhecido como PZT, são os materiais piezoelétricos e ferroelétricos com maior destaque. O elemento cerâmico PZT tem uma constante dezenas de vezes maior que o quartzo, por volta de $d_{33} = 3,7 \times 10^{-10} m/V$, e devido a este valor é atualmente a cerâmica mais empregada e em transduções eletromecânicas em baixas frequências de ondas elásticas. Diferentemente dos elementos genuinamente piezoelétricos os ferroelétricos possuem na inexistência de campos externos uma polarização espontânea, tal característica tem sua origem no momento de dipolo elétrico devido ao movimento das cargas.

2.2 DIODO

De acordo com Boylestad (2012), os diodos são componentes eletrônicos semicondutores que somente deixam fluir corrente elétrica em um único sentido, determinado pelo seu tipo de construção. Empregado para converter sinais de corrente alternada para sinais de corrente contínua, assim, mantendo apenas um semiciclo da forma de onda senoidal, daí o seu amplo uso como retificador.

2.3 RETIFICADORES

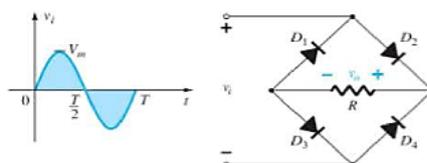
Como a rede elétrica entrega tensão alternada faz-se necessária, a conversão para tensão contínua para que a grande maioria de equipamentos eletrônicos funcionem como desejado. Para tal conversão utiliza-se o circuito retificador (Malvino; Bates, 2016, p.86).

Existem três tipos de retificadores, meia onda, onda completa em ponte e com tomada central. Neste trabalho, será detalhado o retificador em ponte.

2.3.1 Retificador de onda completa em ponte

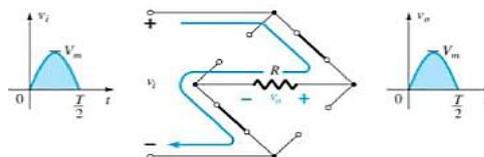
A disposição dos diodos neste outro tipo de retificação encontra-se na figura 3. Este retificador é normalmente utilizado para melhorar o sinal CC. Os diodos ideais D2 e D3 estão em condução no semiciclo positivo (figura 4), e os diodos D1 e D4 estão em condução no semiciclo negativo (figura 5), assim, realizam pulsos positivos na saída do retificador ao decorrer do ciclo completo (Boylestad; Nashelsky, 2013, p. 66).

Figura 3 - Circuito retificador em ponte



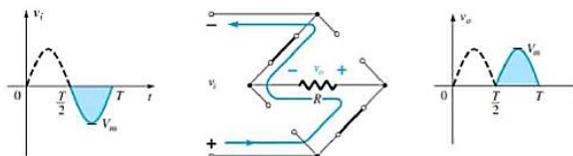
Fonte: Boylestad Nashelsky (2013)

Figura 4 - Condução dos diodos no semiciclo positivo



Fonte: Boylestad ; Nashelsky (2013)

Figura 5 - Condução dos diodos no semiciclo negativo



Fonte: Boylestad; Nashelsky (2013)

Segundo Malvino e Bates (2016), vale ressaltar que a tensão na carga possui a mesma polaridade e a corrente possui o mesmo sentido ao decorrer dos dois semiciclos. Logo, o circuito retifica a entrada CA em uma tensão CC pulsante em sua saída com a mesma amplitude da entrada.

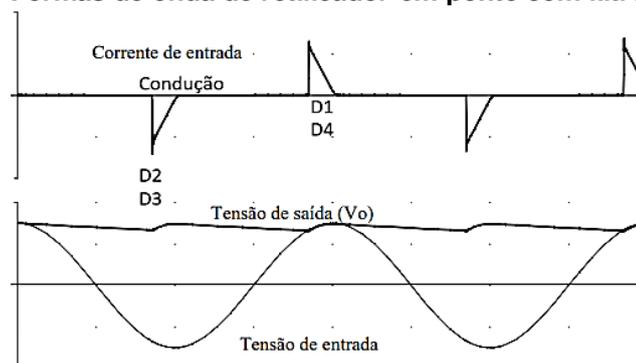
2.4 FILTRO

Ao passar pelo processo de retificação da ponte de diodos a tensão na saída apresenta sinal pulsante fazendo-se necessária a filtragem deste sinal, é comumente utilizada o filtro capacitivo (Malvino; Bates, 2016, p. 103).

De acordo com Boylestad (2012), o capacitor é um dispositivo de dois terminais constituído por duas placas condutoras paralelas separadas por um material isolante que, apenas quando ocorre uma variação na tensão ou na corrente de um circuito, ele exhibe suas verdadeiras características. Existe uma força de atração ou repulsão entre dois corpos carregados. Se as placas estiverem inicialmente descarregadas em um circuito aberto, nenhuma carga será encontrada nelas. Entretanto, quando o circuito é fechado, ocorre um surto de corrente, inicialmente, devido ao valor da resistência presente. Essa corrente diminuirá quando a diferença de potencial entre as placas for igual a tensão da fonte.

O filtro capacitivo suaviza a tensão CC deixando-a com valor médio próximo a tensão de pico da entrada. O capacitor utiliza a valor de tensão de pico da entrada para se carregar a cada ciclo, há um novo recarregamento do capacitor e um pulso de corrente nestes instantes (POMILIO, 2015). Como é ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Formas de onda de retificador em ponte com filtro capacitivo



Fonte: Pomilio (2015)

2.5 CONTROLADOR DE ARGÁ

O controlador de carga, ilustrado na figura 7, tem por sua função receber uma tensão flutuante e manter sempre constante a tensão em sua saída. Muito útil no sistema de armazenamento por baterias evitando sobrecargas e descargas excessivas. Existem dois tipos de controladores de carga: o PWM que significa modulação por largura de pulso, conseguindo manter uma bateria em carga máxima

pela aplicação de pulso de tensão com alta frequência. Com isso, ele analisa os dados da carga da bateria e ajusta os pulsos enviados e o MPPT que significa ponto rastreador de potência máxima, analisa o pico de potência do módulo fazendo com que ele aproveite a maior potência gerada, também monitora a geração de energia e reduz as perdas do sistema (Felipe; Henrique; Lima, 2018).

Figura 7 - Controlador de carga



Fonte: Autores

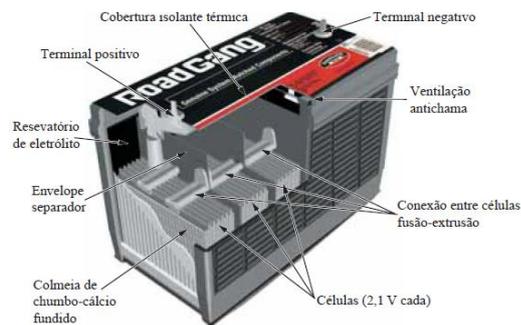
2.6 BATERIA

De acordo com Dias (2022), são dispositivos de armazenamento de energia constituídas por conjunto de pilhas (células) conectadas em série, ou seja, dispositivos eletroquímicos onde ocorrem reações de oxidorredução que resulta uma corrente elétrica.

As células podem ser primárias ou secundárias. A do tipo primária não é recarregável, já a bateria com célula secundária pode ser recarregada, assim, ocorrendo a restauração de sua carga por meio de uma reação química reversível. Todas as células possuem eletrodos positivo e negativo e o eletrólito, que é a substância que completa o circuito e a fonte de íons para a condução entre os terminais no interior da bateria (Boylestad, 2012, p. 31).

As baterias podem ser dos modelos de níquel-cádmio (Ni-Cd), hidreto metálico de níquel (Ni-MH), íons de lítio (Li-Ion), polímeros de lítio (Li-Po) e chumbo-ácido. Este último tem por sua vez a função de oferecer uma quantidade de corrente constante durante um determinado tempo para o consumo futuro. Essas baterias são projetadas para descargas profundas por sua composição de placas de chumbo espessas assim suportando quantidades maiores de ciclos de descarga e carga não prejudicando sua vida útil (Moura, 2019). Utilizaremos em nosso protótipo a bateria de chumbo-ácido estacionária ilustrada pela figura 8.

Figura 8 - Bateria de chumbo-ácido VRLA



Fonte: Boylestad (2012)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o caminho para a criação do protótipo necessita-se de uma base no tamanho de 30cm x 50cm para isso deve-se executar testes em 3 bases diferentes, assim, será analisado o comportamento da deformação das placas/pastilhas piezoelétrica e sua geração. Com isso, serão executados testes no Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), Laboratório Maker no prédio 4. Todos os testes serão feitos com apenas a utilização de 1 (uma) placa/pastilha para que facilite quaisquer mudanças necessárias e que diminua o risco de perdas por danificação. Serão realizados 6 testes em cada base sendo 3 testes em CA (corrente alternada) e 3 testes em CC (corrente contínua) utilizando ponte retificador com diodos 1N4007. Aplicando uma força de 0,93kN calculada a partir da equação 1, referente ao peso de uma pessoa com 95kg como mostra a figura 9 e com o auxílio do instrumento de medição osciloscópio da marca Minipa, ilustrado na figura 10, para obter os valores de tensão e sua forma de onda. Em seguida seleciona-se a base com melhor aproveitamento para a aplicação desejada.

$$P = m \cdot g \quad (1)$$

Onde:

P – Peso (N)

m – Massa (kg)

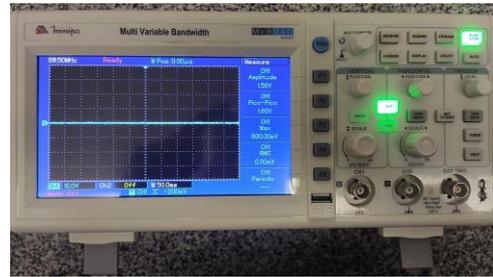
g – Gravidade (m/s^2) $\approx 9,81$

Figura 9 - Aplicação da Força



Fonte: Autores

Figura 10 – Osciloscópio

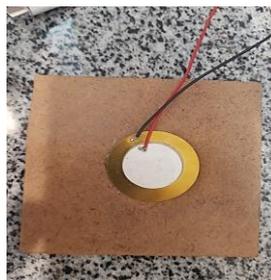


Fonte: Autores

3.1 BASE SÓLIDA

Numa base de madeira MDF com 3mm de espessura, 9cm de largura e 9cm comprimento instala-se a placa utilizando cola termoplástica, como mostra a figura 11. Será executado testes aplicando a força de 0,93kN a partir da passada de uma pessoa, como mostra a figura 9.

Figura 11 - Placa instalada na base de madeira



Fonte: Autores

3.2 BASE SÓLIDA COM FURO

Numa base de madeira MDF com 3mm de espessura, 9 cm de largura e 9 cm comprimento fez-se um corte circular com 28mm de diâmetro e instala-se a placa utilizando cola termoplástica, como mostra a figura 12. Será executado testes aplicando a força de 0,93kN a partir da passada de uma pessoa, como mostra a figura 9.

Figura 12 - Instalação da placa na base de madeira com furo

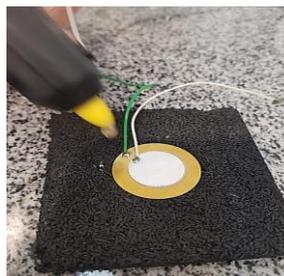


Fonte: Autores

3.3 BASE MALEÁVEL

Numa base de borracha (pneus reciclados) com 10mm de espessura, 9 cm de largura e 9 cm de comprimento instala-se a placa utilizando cola termoplástica, como mostra a figura 13. Será executado testes aplicando a força de 0,93kN a partir da passada de uma pessoa, como mostra a figura 9.

Figura 13 - Placa instalada na base maleável



Fonte: Autores

3.4 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Com todos os testes executados, analisa-se que a geração com um furo aumenta a deformação elástica que ocorre durante a aplicação de uma força mecânica na placa, isso foi um dos pontos que mais colaborou para a geração. Assim, opta-se por fazer o piso utilizando a base maleável de borracha com um rebaixo de 25mm de diâmetro (mesmo diâmetro do cristal instalado no centro de cada pastilha) e 1,5mm de profundidade para que assim as placas não sofram deformações suficientes para ocorrer a ruptura do cristal ou uma deformação plástica.

Na base de borracha de espessura 10mm e com medidas de 30cm x 50cm, foram feitos 45 rebaixos com 25mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade, como mostra a figura 14.

Instala-se as 45 pastilhas de piezo na base de borracha com cola termoplástica, sendo dívidas em 9 colunas x 5 linhas, como mostra a figura 15.

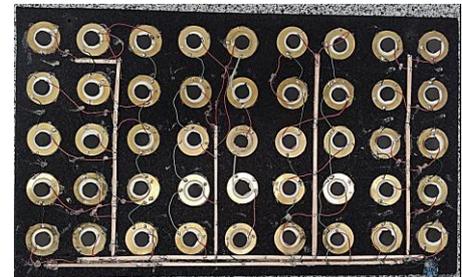
Esses canalizadores foram adicionados ao centro de cada placa como mostra a figura 15, pois uma placa de madeira (compensado de 10mm de espessura) será adicionada à superfície do protótipo, assim, ao aplicar uma força a mesma será direcionada diretamente ao centro das pastilhas aumentando a quantidade de pastilhas acionadas. A manta de borracha, foi instalada por cima da placa de madeira com cola termoplástica com o intuito de proteger a madeira contra a chuva e evitar que possíveis escorregões acidentais aconteçam.

Figura 14 - Base do protótipo



Fonte: Autores

Figura 15 - Circuito Misto



Fonte: Autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os testes feitos, analisou-se os dados obtidos através dos equipamentos de medição, o comportamento das placas em cada circunstância, aplicação de soluções para os problemas encontrados e com esses resultados fazer a aplicação para a montagem do protótipo

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES PARCIAIS

No laboratório Maker, prédio 4 no UBM foi analisado a partir do equipamento de medição osciloscópio. em cada base verificamos sua geração, seus pontos positivos e negativos, afim de encontrar a melhor base para o protótipo. Nesses testes

aplica-se uma força de aproximadamente 0,93kN a partir de uma passada como mostra a figura 9 e com o auxílio do equipamento osciloscópio como mostra a figura 10, obteve-se os dados de tensão pico a pico e rms em CA e CC.

4.1.1 Base sólida

I. Pontos positivos: Geração de tensão em CA entre 1,92 e 2,74V e em CC entre 2,74 e 3,88V, custo-benefício e fácil instalação.

II. Pontos negativos: Como a o local de aplicação para os testes finais serão num local externo, a madeira não é o material ideal para a aplicação desejada, pois com a ação de intempéries faz com que sua vida útil diminua, além de que, com o tempo a umidade faria a madeira de ser uma base isolante.

4.1.2 Base sólida com furo

I. Pontos positivos: Geração de tensão em CA entre 3,22 e 4,9V e em CC entre 4,47 e 6,39V, logo, melhor desempenho que a base sem furo, custo-benefício e fácil instalação

II. Pontos negativos: Como a o local de aplicação para os testes finais seria num local externo, a madeira não é o material ideal para a aplicação desejada, pois com a ação de intempéries faz com que sua vida útil diminua, junto com a umidade deixando não isolante e com o furo de 3mm de profundidade a placa piezoelétrica sofreu deformações plásticas diminuindo a geração nos outros testes, pois fragmentou partes do cristal. Teve-se que substituir as placas para novos testes.

4.1.3 Base maleável

I. Pontos positivos: Geração de tensão em CA entre 10,85 e 11,55V e em CC entre 11,16 e 14,38V, assim, está base obteve melhores condições de implementação. Visto que o material possui boa resistência a deformação mecânica, boa rigidez dielétrica e apto para instalação em áreas internas e externas e alta vida útil.

II. Pontos negativos: O preço da placa de borracha é muito maior do que as placas de madeira.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES FINAIS

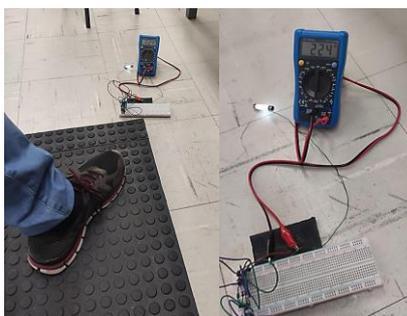
Com o protótipo montado executou-se apenas testes em CC (corrente contínua), pois o próximo objetivo é conectá-lo ao controlador de carga para carregar a bateria devendo estar em corrente contínua. Nesses testes também foi aplicado uma força de aproximadamente 0,93kN a partir de uma passada, com o auxílio do mesmo equipamento ilustrada na figura 10 (osciloscópio), obtivemos os dados de tensão pico a pico e rms em CC como mostra a tabela 1, sendo o último teste feito sem a aplicação da força de uma passada. E de um multímetro da marca Minipa para medir a corrente em CC por passada e corrente máxima em CC, como mostra respectivamente as figuras 16 e 17.

Tabela 1 - Resultados do protótipo em CC

Vpp em CC	Vrms em CC
44,80	34,65
45,60	25,31
47,20	39,06
28,80	14,45

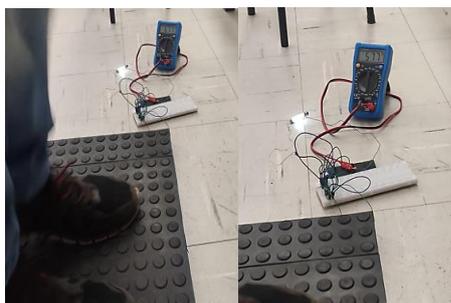
Fonte: Autores

Figura 16 - Resultado da corrente por passada



Fonte: Autores

Figura 17 - Resultado da corrente máxima



Fonte: Autores

De acordo com o manual do controlador de carga, tensão deve estar entre 12 e 24V, como a tensão gerada foi maior do que o controlador suporta, inseriu-se após a ponte retificadora e um capacitor de 16V e 47 μ F.

Com uma corrente média por passada de 200 μ A (0,0002A) como consta na figura 50, analisando hipoteticamente que a faculdade tem um fluxo constante de pessoas de 6 horas por dia, tem-se que a bateria atingirá sua plena com carga em 5834 dias ou 16 anos, calculado a partir da equação 2.

$$T = C \times I \quad (2)$$

Onde:

T = tempo de carga (h)

C = capacidade (Ah)

I = corrente (A)

Para que a bateria consiga se carregar em aproximadamente 7 horas precisaríamos de uma corrente de 1A, para isso será necessárias cerca de 5.000 placas de 30cm x 50cm, cerca de 750m² e com um total de 225.000 pastilhas piezoelétricas. Com isso, a quantidade do material aproximada e valor gasto para essa aplicação teórica está sendo mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Orçamento para aplicação teórica

Produtos	Quantidade por unid. ou metro	Valor	Total de cada produto
Pastilhas piezoelétricas	225.000	R\$ 0,60	R\$ 135.000,00
Placas de borracha	5.000	R\$ 35,00	R\$ 175.000,00
Madeira (1,61 x 1,80m)	30	R\$ 121,00	R\$ 3.630,00
EVA (Centralizador)	5625	R\$ 5,00	R\$ 28.125,00
Bateria	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Manta tipo moeda	5000	R\$ 15,00	R\$ 75.000,00
Parafusos	20000	R\$ 0,80	R\$ 16.000,00
Porcas	20000	R\$ 0,50	R\$ 10.000,00
Controlador de carga	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Diodos	112	R\$ 0,50	R\$ 56,00
Capacitores	30	R\$ 0,80	R\$ 24,00
Cabos (0,5mm ²)	700	R\$ 1,40	R\$ 980,00
Total			R\$ 443.945,00

Fonte: Autores

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo citou um pouco da história dos materiais piezoelétricos, suas características, onde já existem exemplos de aplicações ao redor do globo e sendo assim, mostrou como ele pode se encaixar na matriz de energia elétrica brasileira, por ser uma fonte de energia limpa e sustentável.

Foram realizados diversos testes para analisar a capacidade de geração de energia das pastilhas quando instaladas em três tipos diferentes de base e com isso concluímos que a base mais eficiente foi a base maleável, pois, além de proporcionar o maior valor de tensão obtido, também possui maior resistência à água para ser aplicado em áreas externas por ser feito de borracha.

A base maleável, que apresentou os melhores resultados nos testes, foi utilizada na montagem do protótipo de um piso com as medidas 30cm x 50 cm. Durante a montagem, foi utilizado um canalizador e uma placa de madeira única sobre todo o piso, para direcionar a força aplicada sobre o protótipo diretamente para as pastilhas, garantindo assim que todas as placas fossem acionadas. Também foi adicionado uma manta de borracha, com a finalidade de proteger a placa de madeira e evitar possíveis acidentes.

Durante a montagem do protótipo, foram realizados testes onde obtivemos picos de tensão superior à esperada. Assim, após algumas mudanças na associação das placas piezoelétricas, foi colocado um capacitor para atenuar a oscilação de tensão na entrada do controlador de carga.

Após a montagem do protótipo, foram realizados testes para avaliar a sua capacidade de geração de energia e a se a energia gerada seria capaz de carregar uma bateria de 12V e 7Ah. Após analisar os valores da energia gerada e realizados os cálculos, utilizando como referência o fluxo de pessoas na portaria do UBM nos horários de pico. Logo, concluímos que a energia gerada pelo protótipo não foi capaz de carregar uma bateria dentro de um tempo normal de carga.

REFERÊNCIAS

BOYLESTAD, Robert L. **Análise de circuitos**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2013. p. 64–67.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Energia, Minerais e Combustíveis: entenda como a matriz elétrica brasileira está mudando**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/entenda-como-a-matriz-eletrica-brasileira-esta-mudando>. Acesso em: 28 maio 2022.

DIAS, Diogo Lopes. **Baterias**. c2022. Manual da química. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/baterias.htm>. Acesso em: 17 maio 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Rio de Janeiro: EPE. **Balanço Energético Nacional 2021: ano base 2020**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. p. 17. Acesso em: 28 maio 2022.

FELIPE, Luís; HENRIQUE, Flávio; LIMA, Júlio. Controladores de carga: Diferenças entre as tecnologias MPPT e PWM.: **Minha Casa Solar Blog**. Contagem, 30 de out. 2018. Disponível em: <http://blog.minhacasasolar.com.br/controladores-de-carga/>. Acesso em: 20 maio 2022.

JULIÃO, André. energia limpa sob nossos pés. **Revista Istoé**, 21 jan. 2016. Disponível em: https://istoe.com.br/73214_ENERGIA+LIMPA+SOB+NOSSOS+PES/. Acesso em: 17 maio 2022.

LUCIANO, Benedito Antonio. **Colheita de energia**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2016.

MALVINO, Albert; BATES, David. **Eletrônica**. 8. ed. São Paulo: AMGH, 2016. v.1

MATOS *et al.* Piezoelectricidade: o futuro da energia renovável. *In*: FÓRUM FEPEG, 10. 2016. Minas Gerais. **Anais eletrônico [...]**. Disponível em: <http://www.fepeg2016.unimontes.br/index.php/anais/ver/1532>. Acesso em: 21 maio 2022.

MOURA. Bateria estacionária. **Moura**, 2 jul. 2019. Disponível em: <https://www.moura.com.br/blog/o-que-e-bateria-estacionaria>. Acesso em: 17 maio 2022.

POMILIO, José Antenor (org.). Eletrônica de Potência para Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica: Retificadores. **UNICAMP**. 23 maio 2015. Disponível em: <https://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/it744/cap4.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2022.

REZENDE, Sergio M. **Materiais e dispositivos eletrônicos**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. p. 473-476.

FILTRAÇÃO PARA SISTEMAS HIDRÁULICOS

FILTRATION FOR HYDRAULIC SYSTEMS

André Luis Campos dos Santos¹

Diogo Lima de Carvalho²

Felipe de Carvalho Fabiano³

Fernando da Silva Santos⁴

Renan da Silva⁵

Rodrigo Ramos de Faria⁶

Wallace Wagner⁷

RESUMO

Com o aumento da preocupação econômica e saúde financeira das empresas os equipamentos e ou dispositivos de maquinários, que possuem sistemas hidráulico com objetivo de transmissão de energia e força, merecem maior atenção com seus componentes filtrantes e fluidos hidráulicos. Portanto falhas nestes sistemas podem acarretar perdas significativas para as empresas, com valores muitas vezes não associados a causa raiz do sistema de filtração hidráulico. Com isso, tem grande importância a manutenção preventiva destinando os recursos necessários nos momentos corretos. O processo de manutenção gera resíduo e as dificuldades presentes no seu descarte, contribuindo para postergação das ações de conservação do sistema de filtração hidráulico, com isto entra as manutenções corretivas geralmente mais caras. Verifica-se que as empresas que descartam os resíduos incorretamente, atingem o solo, rios e quando queimados, geram gases que são altamente nocivos causando danos ambientais e alcançando a saúde pública. A empresa é responsável por dar destinação correta e tratamento adequado aos óleos e elementos usados. É importante o princípio de reciclar nos sistemas hidráulicos. Todo óleo e elementos filtrantes usados ou contaminado deve ter destinação final, de modo que não afete o meio ambiente e tenha a máxima recuperação dos constituintes nele contidos para outros fins. Além disso, nos assuntos relacionados ao meio ambiente e seus principais impactos causados; conhecer o resíduo e a tecnologia disponível para tratá-lo é um grande diferencial. A análise e estratégia para com a produção de resíduos podem elevar o nível de sustentabilidade e maximizar os lucros. Por fim o sistema de filtração propicio ao sucesso, está em conciliar produção, gestão de manutenção, gestão ambiental, proporcionando assim um período médio entre falhas (MTBF) maior e uma economia otimizada sustentável. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo e aplicação prática da importância

¹ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

² Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

³ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁴ Professor - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁵ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁶ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁷ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

do controle de contaminantes em sistemas hidráulicos. Foram feitas algumas pesquisas de campo em uma empresa da região, cuja a mesma utiliza de várias formas equipamentos de grande porte hidráulicos. Após terem sido levantadas e consolidadas algumas pesquisas com auxílio de manuais e literaturas e experiência adquirida em campo por meio de profissionais, chegamos uma conclusão que a necessidade da utilização dos elementos filtrantes e para garantir a performance operacional do processo, minimizando os impactos diretos nos sistemas de distribuição e controle de um equipamento hidráulico.

Palavras-chave: Elementos filtrantes. sistemas hidráulicos. Produção. Impactos ambientais. Sustentável.

ABSTRACT

With the increase in economic concern and financial health of companies, equipment and or machinery devices, which have hydraulic systems with the objective of transmitting energy and force, deserve greater attention with their filtering components and hydraulic fluids. Therefore, failures in these systems can cause significant losses for companies, with values often not associated with the root cause of the hydraulic filtration system. Thus, preventive maintenance is of great importance, allocating the necessary resources at the right times. The maintenance process generates waste and the difficulties present in its disposal, contributing to the postponement of conservation actions of the hydraulic filtration system, with this generally more expensive corrective maintenance. It is verified that companies that discard waste incorrectly, reach the ground, rivers and when burned, generate gases that are highly harmful causing environmental damage and reaching public health. The company is responsible for giving the correct destination and proper treatment to used oils and elements. The principle of recycling is important in hydraulic systems. All used or contaminated oil and filter elements must have a final destination, so that they do not affect the environment and have the maximum recovery of the constituents contained therein for other purposes. In addition, in matters related to the environment and its main impacts; knowing the waste and the technology available to treat it is a great differential. Analysis and strategy for waste production can raise the level of sustainability and maximize profits. Finally, the filtration system conducive to success is in reconciling production, maintenance management, environmental management, thus providing a longer Mean Time Between Failures (MTBF) and an optimized sustainable economy. The present work aims to present a study and practical application of the importance of controlling contaminants in hydraulic systems. Some field research was carried out in a company in the region, which uses large hydraulic equipment in various ways. After having collected and consolidated some research with the help of manuals and literature and experience acquired in the field through professionals, we came to a conclusion that the need to use filter elements and to guarantee the operational performance of the process, minimizing the direct impacts on the systems distribution and control of hydraulic equipment.

Keywords: Filter elements. Hydraulic systems. Production. Environmental impacts. Sustainable.

1 INTRODUÇÃO

Fluido hidráulico é um grande grupo de fluidos usados como meio de transmissão de energia em um maquinário hidráulico, sendo equipamentos ou dispositivos que possuem um sistema hidráulico de transmissão de energia e força, suas funções principais são lubrificação das partes móveis internas, transferência / dissipação de calor, vedação de folgas entre partes móveis, evitar desgaste e reduzir atritos.

Conforme Oliveira se qualquer uma dessas funções estiver prejudicada, o sistema hidráulico não funcionará como o projetado. Pior ainda, falha súbita e catastrófica é possível. O tempo de inatividade resultante pode trazer grandes prejuízos financeiros à empresa. Pelo menos 75% de todas as falhas dos sistemas hidráulicos estão relacionadas à contaminação. Essa contaminação provoca, envelhecimento e degradação de fluídos, aumento de folgas dos componentes, redução da eficiência dos componentes hidráulicos, perda de potência e excesso de calor.

Para Oliveira a economia e a proteção de máquinas e equipamentos mais preciosos são fatores que estão diretamente relacionados com a qualidade da filtração. Esses são responsáveis pela eliminação dos materiais estranhos presentes nos fluidos. Em suma, a proteção deste equipamento está associada diretamente à utilização de bons filtros e das melhores práticas de manutenção.

A evolução tecnológica dos equipamentos hidráulicos gerou o aumento da eficiência e confiabilidade operacional, desta forma os elementos filtrantes foram obrigados a se adequarem dentro deste processo trabalhando com maior pressão, rendimento e precisão. Em virtude desta evolução precisamos cuidar cada vez mais do nosso fluido hidráulico. Com isso nosso projeto nos conduziu a garantir uma boa filtração dos sistemas hidráulicos mantendo os níveis de limpeza dentro de valores aceitáveis.

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por finalidade utilizar o estudo de caso do fluido hidráulico para gerar informações e recomendações de manutenção, com detalhamento de toda a metodologia da análise (passo a passo), possibilitando

quando necessário o diagnóstico mais ágil e assertivo de todos os sistemas hidráulicos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este módulo tem como objetivo específico o controle de particulados em um fluido conforme norma ISO4406, logo abordaremos os seguintes pontos vistas:

- *Análise dos níveis de contaminação e contagem de partículas do fluido hidráulico através das normas e conceitos de monitoramento, possibilitando uma rápida interpretação de laudos e medições;

- *Estudo das folgas críticas dos componentes mais sensíveis propondo o controle da contaminação através de elementos filtrantes adequados a cada processo;

- *Análise das fontes de contaminação e os tipos de particulado e quais os efeitos causados por estas partículas no equipamento;

- *Estudo dos conceitos de filtragem absoluta e nominal do elemento filtrante, abordar a estrutura física dos filtros.

- *Projetar um experimento demonstrando a capacidade de retenção de partículas de um elemento filtrante

1.3 JUSTIFICATIVA

Devido ao alto número de falhas em equipamentos hidráulicos dentro da indústria, cerca de 75% são referentes ao fluido. Hoje com a globalização as produções das empresas estão muito elevadas não permitindo falhas constantes dos seus maquinários. Em função deste cenário nosso grupo realizara um estudo com recomendações sobre a importância de manter o fluido hidráulico limpo. Com a implantação deste projeto podemos garantir à disponibilidade de operação do equipamento aumentando o MTBF (período médio entre falhas) prolongando à vida útil dos componentes mais sensíveis a contaminação em contrapartida diminuiu os custos gerais com manutenção e descarte de óleo.

2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1 FLUIDOS HIDRÁULICOS

O fluido hidráulico é o elemento vital de um sistema hidráulico é um meio de transmissão de energia e de transferência de calor se divide em três categorias óleo básico mineral derivado do petróleo cru, suas propriedades dependem da qualidade do óleo básico e do processo de refino, óleo sintético é um fluido sintético produzido pelo homem a partir de diferentes compostos químicos e óleo vegetal este tem que passar por processos especiais de refino dependendo do tipo de semente.

2.2 VISCOSIDADE

Segundo os estudos a viscosidade é um dos itens mais importantes na especificação de óleos lubrificantes e no controle de óleos usados. A alteração dos valores deste parâmetro durante a utilização do lubrificante, em relação aos valores especificados, poderá comprometer seriamente a lubrificação, causando danos.

A viscosidade de um fluido está relacionada à resistência de um líquido e se refere à sua capacidade de se movimentar quando esse é despejado (ASTM D445) já o índice de viscosidade define a relação entre a temperatura e viscosidade (ASTM D2271).

Desta forma podemos concluir que:

Fluído de baixa viscosidade é um fluído que circula com facilidade, também se pode dizer que é fluído fino, que tem pouca consistência.

Fluído de alta viscosidade é um fluído que circula com dificuldade, é grosso e tem muita consistência.

2.3 ADITIVOS

Os aditivos são compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos ou suspensos no óleo, pode representar de 0,1% a 30% do volume de um óleo formulado sua função é melhorar as propriedades existentes nos óleos básicos, suprimir propriedades indesejáveis do óleo, e acrescentar novas propriedades do

óleo básico os principais aditivos para sistemas hidráulicos são: antioxidante, antidesgaste, antiespumante, inibidor de corrosão etc.

2.4 FILTROS

O filtro hidráulico é um equipamento cuja finalidade é a separação de substâncias sólidas contidas no fluido de um sistema hidráulico, para que os outros equipamentos não sejam danificados, muitas vezes o filtro está relacionado ao tamanho da partícula específica que irá passar pelo elemento filtrante.

A ISO 16889 descreve um teste de desempenho de filtração de múltiplas passagens com injeção contínua de contaminante no elemento filtrante, este teste nos permite classificar os filtros como **nominais** e **absolutos** esta classificação é referente à eficiência na capacidade de remoção de partículas sólidas, cujo conceito é baseado na contagem das mesmas antes e após a passagem pelo elemento filtrante.

Filtração Absoluta:

Quando o elemento filtrante possui grau de eficiência em remoção de partículas $\geq 99,5\%$

Filtração Nominal:

Quando o elemento filtrante possui grau de eficiência em remoção de partículas $< 99,5\%$

Eficiência do Filtro (tabela de eficiência):

$E_{\text{filtro}} = (1 - 1/\beta) \times 100\%$ Equação de eficiência dos filtros

$\beta x = 1$: eficiência = 0	Filtração Nominal
$\beta x = 2$: eficiência = 50 %	Filtração Nominal
$\beta x = 5$: eficiência = 80%	Filtração Nominal
$\beta x = 50$: eficiência = 98%	Filtração Nominal
$\beta x = 75$: eficiência = 98,667%	Filtração Nominal
$\beta x = 100$: eficiência = 99%	Filtração Nominal
$\beta x = 200$: eficiência = 99,5%	Filtração Absoluta
$\beta x = 1.000$: eficiência = 99,9%	Filtração Absoluta

Tabela de eficiência

A montagem dos filtros pode ocorrer das seguintes formas em um sistema hidráulico.

Através da linha de pressão:

Esta montagem ocorre quando se requer uma proteção para componentes sensíveis como servo válvulas e válvulas proporcionais esta concepção pode ser dupla, possibilitando 24 horas de operação e possibilita um grau de filtração fino pode ser considerado como filtro mais importante em um sistema;

Através da linha de retorno:

Esta montagem possibilita a filtragem de todo óleo antes de chegar ao reservatório, eliminando grande parte do particulado proveniente de desgaste dos componentes este filtro trabalha com baixa pressão e concepção dupla é recomendado que tenha com a válvula de By Pass incorporada.

Através de um sistema off-line:

Esta montagem é independente do processo de operação e possibilita montagem de filtros com alta capacidade de retenção, o processo não necessita parada para troca do elemento filtrante e permite a montagem de um trocado de calor para manter o sistema conforme temperatura de projeto.

Através da linha de sucção da bomba:

Esta montagem é encontrada na maioria das vezes em projetos antigos são localizados antes da entrada da bomba, com o avanço da tecnologia muito projetista tem abolido esta utilização, pois provoca deficiência de funcionamento das bombas quando utilizados devem possuir baixo poder de retenção e grandes áreas filtrantes.

2.5 TIPOS DE MEIO FILTRANTE

Papel:

Meio filtrante é constituído de fibras orgânicas, cuja eficiência está restrita para filtragem nominal, sua estrutura dotada de poros de papel de celulose pode se desprender da sua estrutura não é recomendada para filtragem exigente devida sua baixa eficiência.

Fibra de Vidro:

Meio filtrante constituído de fibras inorgânicas, possui camadas lisas e arredondadas distribuídas uniformemente e fixadas com adesivos específicos para uma menor resistência ao fluxo e maior capacidade de retenção de contaminantes sólidos.

Fibra Metálica:

Meio filtrante é constituído de fios metálicos com camadas arbitrariamente distribuídas, sintetizadas e calandradas.

Telas Metálicas:

Sua construção é feita com fios (arame) tecidos em um tear sob a forma de malha (mesch). O material utilizado mais comum é o aço inoxidável conforme Tabela de material de elemento filtrante.

Tabela de material de elemento filtrante

Material	Eficiência	Capacidade de retenção	Perda de carga	Custo
Tela	Baixa	Baixa	Baixa	Moderada
Papel	Moderada	Moderada	Alta	Baixo
Fibra de Vidro	Muito Alta	Muito Alta	Moderada	Alto
Fibra Metálica	Alta	Alta	Média	Muito Alto

2.6 FORMA CONSTRUTIVA DOS MEIOS FILTRANTES

Segundo Oliveira a maioria dos filtros (Figura 1) possui os meios filtrantes plissados para aumentar a área de filtração com múltiplas camadas e diferentes micragem, reforçados com telas ou outros materiais para evitar a sobreposição das camadas.



2.7 CONTAMINANTES

O controle de contaminação dos fluidos tem como meta identificar a causa primária do desgaste e da falha do lubrificante, um sistema hidráulico limpo e de suma importância para manter os equipamentos em regime constante de trabalho. Todos os fluidos hidráulicos contêm certa quantidade de contaminantes está contaminação que pode ser motivada por partículas sólidas água e ar.

Para um sistema hidráulico na maioria das vezes as partículas que acabam degradando o sistema são partículas que não conseguimos enxergar, sem medidas preventivas e de condicionamento os efeitos negativos podem causar falha do componente.

2.8 FONTES DE CONTAMINAÇÃO

Um sistema hidráulico é afetado tanto pela contaminação introduzida quanto pela contaminação gerada dentro do sistema. Estas fontes podem ser externas e internas:

Fonte de contaminação externa:

É gerada através do armazenamento inadequado das embalagens abertas de fluidos, pelo respiro do reservatório, componentes de reposição (válvulas, mangueiras, bombas etc) e abastecimento do sistema sem filtragem.

Fonte de contaminação interna:

É gerada através do desgaste abrasivo com movimentação de superfícies sólidas desgaste por cavitação, desgaste por fadiga, desgaste por erosão e desgaste adesivo.

2.9 TIPOS DE PARTICULADO

Partículas sólidas:

São partículas provenientes de desgaste de componentes e abastecimento inadequado essas partículas causam danos no sistema impedindo seu funcionamento adequado.

Água:

Entre os contaminantes líquidos a água é o mais comum, seu comportamento varia de sistema para sistema podendo formar uma emulsão com o fluido ou pode ir para o fundo em função da densidade. Sua infiltração no sistema se deve através falhas de manutenção nos trocadores de calor, ambientes úmidos, geração interna etc.

Sua concentração máxima permitida no fluido hidráulico é de 300 PPM.

Ar:

A contaminação pelo ar é causada por vazamentos internos, aeração das bombas, turbulência do fluido no reservatório quando um fluido contém ar pode haver alterações de pressão, aumento da temperatura, presença de espuma no fluido etc.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho mostra a importância da filtragem hidráulica em diferentes processos industriais. Os conjuntos de elementos hidráulicos são destrinchados mostrando os fundamentos e teorias da filtração, contemplando normas específicas e detalhes técnicos dos elementos filtrantes. O uso correto de elementos filtrantes pode melhorar o desempenho e proporciona uma vida útil operacional maior, diminuindo os custos operacionais que afetam diretamente a sustentabilidade da empresa. A filtragem pode ser vista como divisor de águas nos processos industriais. A filtragem hidráulica ocupa um lugar importante entre os principais processos industriais pelo seu papel essencial no bom funcionamento dos equipamentos e tem constante evolução devido aos avanços tecnológicos da indústria de suporte. “A filtragem é uma etapa extremamente importante nos processos. Além do ato de filtrar, o processo também é capaz de dar proteção aos componentes para que estes tenham vida útil prolongada”, explana Marcos Gomes de Oliveira, autor do livro Manual da Filtração Industrial. O mercado de filtros e sistemas de filtração brasileiro responde por cerca de 15% do mercado internacional. Um mercado com expressão dentro da economia, entretanto que carece de informações mais profundas acerca de seu funcionalismo. “Essa carência existe tanto na falta de literatura adequada como no ensino. Não existe nenhuma faculdade que trate de filtragem diretamente. Essa etapa é tratada simplesmente como um item de uma disciplina específica com o

agravante de que não é abrangente”, cita Oliveira. Acontece então uma lacuna sobre o tema; em mais abordagem sobre os desdobramentos de como aprimorar os sistemas da filtragem hidráulica e os gestores de como o assunto pode ser de suma importância para os lucros das empresas. Pois o processo de filtragem proporciona ganhos importantíssimos na proteção dos componentes e a devido alcance da vida útil para a qual foi destinada.

A seguir mostraremos um teste efetuado em um sistema hidráulico, que apresentam nível de contaminação elevado e cujas ações de manutenção não foram eficazes na redução dos alarmes de contaminação ocasionando paradas no equipamento e aumento de gasto com mão de obra especializada.

Através deste teste iremos comprovar a eficiência dos elementos filtrantes no sistema hidráulico citado, atingindo o nível de contaminação conforme a norma ISO4406:1999 (18/16/15-NAS7) durante o período de aproximadamente 4 meses.

O controle de contaminação será realizado pelo departamento de engenharia, e pela empresa candidata. Durante o período de teste, a medição será feita “periodicamente”, cujos resultados serão avaliados, documentados e comparados.

Após terem sido elaborados todos os procedimentos de teste, editou-se um documento relatando o histórico da condição inicial da contaminação do óleo hidráulico – anterior à instalação dos elementos filtrantes, e da evolução da descontaminação através do resultado da eficiência dos elementos filtrantes aplicados durante todo o período de teste.

3.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE HIDRÁULICA

A unidade hidráulica é composta pela unidade de conversão de energia primária, pela unidade de distribuição e controle (com 10 blocos de banco de válvulas) e pela unidade de conversão de energia secundária (com os seus respectivos atuadores descritos anteriormente).

3.1.1 Unidade de Conversão de Energia Primária

Essa unidade, que converte energia elétrica em hidráulica, é composta por:
1 Reservatório de 4000 litros com óleo VG46, contendo: 2 transdutores de nível

para alarme e parada, 1 transdutor de temperatura para desarme do sistema com 60°C, 1 sensor óptico para visualizar nível e temperatura do óleo.

- Unidade de potência P1: 02 bombas de pistões axiais EATON PVH-74 de 130l/min a 100bar que alimenta a maior parte dos atuadores do sistema (08 bancos de válvulas e, conseqüentemente, 30 atuadores, sendo 27 cilindros e 03 motores), com 1 motor elétrico SIEMENS de 35kw a 1780rpm, 1 manômetro, 1 válvula direcional para ligação do sistema sem carga, e 1 válvula de alívio ajustada para 140bar.

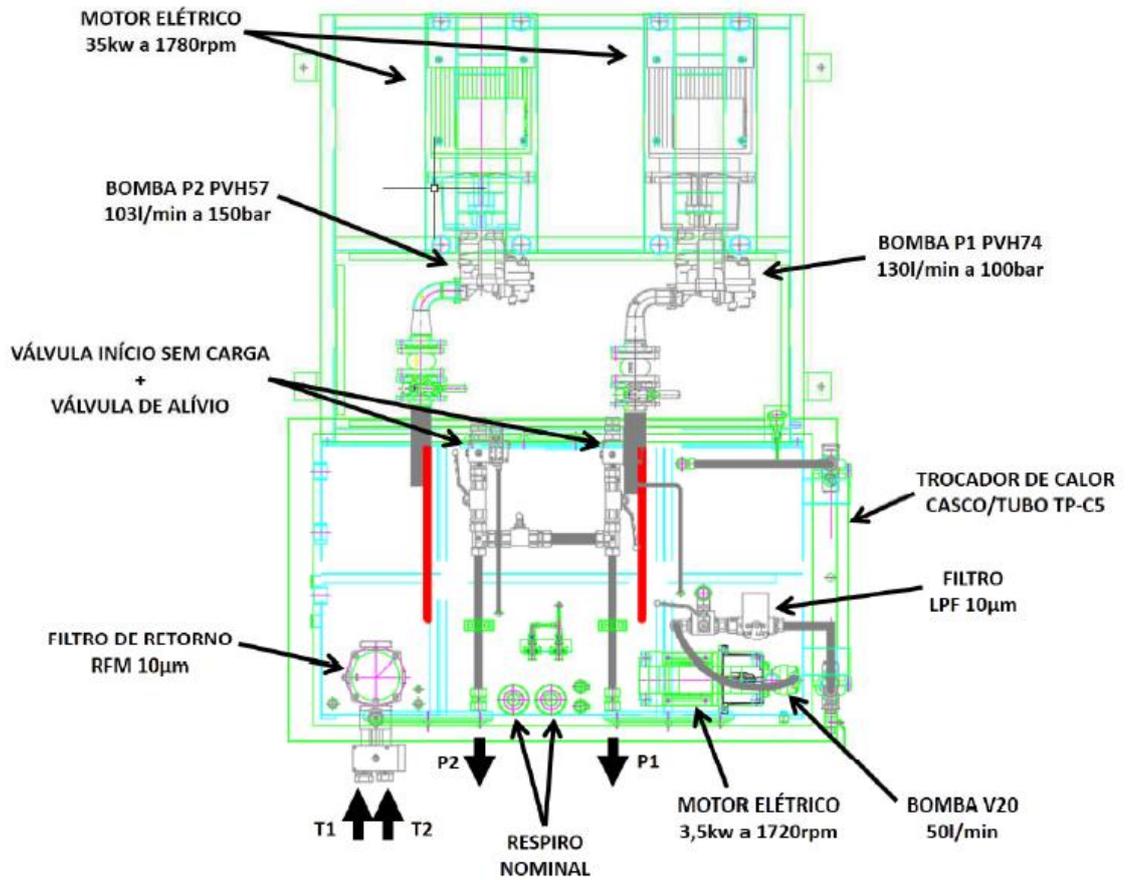
3.1.2 Unidade de Distribuição e Controle

Essa unidade, consiste de 10 blocos, em que cada um deles possui um arranjo diferente de válvulas em seu banco, além dos tomadores de pressão e dos pressostatos. O que sempre existirá em todos os blocos de comando será uma válvula direcional, podendo ser: convencional ou servo. Para cada aplicação o tamanho das válvulas também será distinto, variando de TN6 para TN10.

3.1.3 Unidade de Conversão de Energia Secundária

Essa unidade, que converte energia hidráulica em mecânica, consiste de 30 atuadores hidráulicos sendo 27 cilindros e 03 motores. Existem aplicados no sistema cilindros rotativos (motores hidráulicos) e cilindros lineares, tanto os lineares rotativos (acionamento da enroladeira e desenroladeira) quanto os lineares não rotativos (existindo os de haste dupla e simples, e com características de dupla ação), variando os tipos de montagem.

Figura 2 – Vista Superior da Unidade Hidráulica



Sistema hidráulico antes da implementação da Filtragem



Fig. 3 – Reservatório sem respiro



Fig. 4 – Unidade Hidráulica de Filtragem – Filtro inadequado

Sistema Hidráulico fase da implementação dos filtros.



Fig. 5 – Reservatório - com respiro adequado.



Fig. 6 – Unidade de Recirculação e Filtragem – Filtro Adequado

Acompanhamento das amostras em ordem cronológica

A 1ª amostra para análise foi retirada no dia 17/12/2018, antes da partida do sistema hidráulico – sem filtragem absoluta, se encontrando a linha em Manutenção Preventiva com o status de contaminação 23/21/18 (NAS 12).

Figura 7 – Laudo do Lubrificante M3300X



Relatório de Análise de Óleo Lubrificante

Sistema: SISTEMA HIDRÁULICO DE ENTRADA Cliente Seo.: LEE#4 **CRÍTICO**

Produto: M-300X

Laudo nº: FQ310119001 Resp. pela Coleta: Matheus Data da Coleta: 30/01/2019 Data de Análise: 11/01/2019

DIAGNÓSTICO:
SISTEMA COM VÁLVULA DIRECIONAL (CLASSIFICAÇÃO DE PARTICULAS) A amostra apresentou classificação 20 da norma ISO4406:1999, para partículas maiores que 5 micra, que corresponde a faixa de 5.001 a 10.000 partículas/ml - A condição normal é classificação menor ou igual que 17 (641 a 1.300 partículas/ml). **CONDIÇÃO: CRÍTICO**

AÇÃO:
Acompanhar eficiência do elemento filtrante instalado pela Bosch Rexrooth, através das próximas análises.

Início do teste no dia 21/12/2018, tendo sido substituído o primeiro elemento filtrante por sinalização do indicador de sujidade mecânica em 26/12/2018.

A 2ª amostra para análise foi retirada no dia 18/01/2019 com o status de contaminação 21/19/16 (NAS 10).

Figura 8 – Laudo do Lubrificante M3300X



Relatório de Análise de Óleo Lubrificante

Sistema: SISTEMA HIDRÁULICO LEE# Cliente Seo.: LZC#2 **ALERTA**

Produto: M-300X

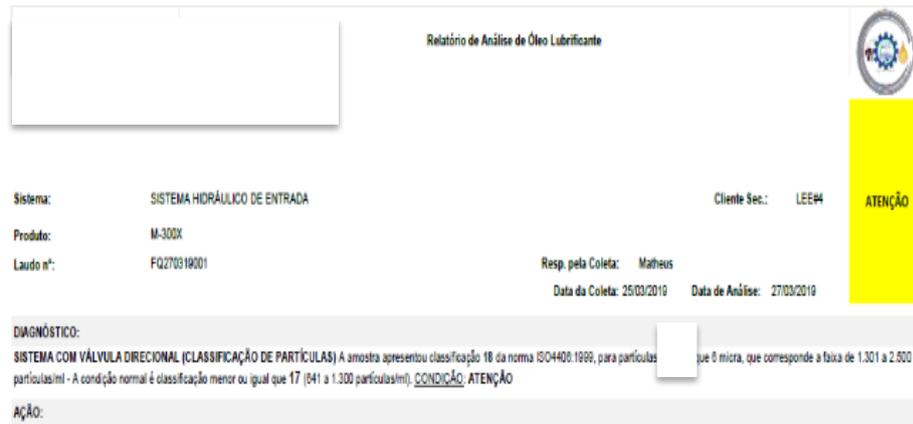
Laudo nº: FQ280219002 Resp. pela Coleta: Nuno Data da Coleta: 18/02/2019 Data de Análise: 28/02/2019

DIAGNÓSTICO:
SISTEMA COM SERVO VÁLVULA (CLASSIFICAÇÃO DE PARTICULAS) A amostra apresentou classificação 18 da norma ISO4406:1999, para partículas maiores que 4 micra, que corresponde a faixa de 2.501 a 5.000 partículas/ml - A condição normal é classificação menor ou igual que 16 (320 a 640 partículas/ml). **CONDIÇÃO: ALERTA**

AÇÃO:

A 3º amostra para análise foi retirada no dia 18/02/2019 com o status de contaminação: 19/17/14 (NAS 08).

Figura 9 – Laudo do Lubrificante M3300X



Relatório de Análise de Óleo Lubrificante

Sistema: SISTEMA HIDRÁULICO DE ENTRADA Cliente Sec: LEE#4

Produto: M-300X

Laudo nº: FQ270319001 Resp. pela Coleta: Matheus Data da Coleta: 25/03/2019 Data de Análise: 27/03/2019

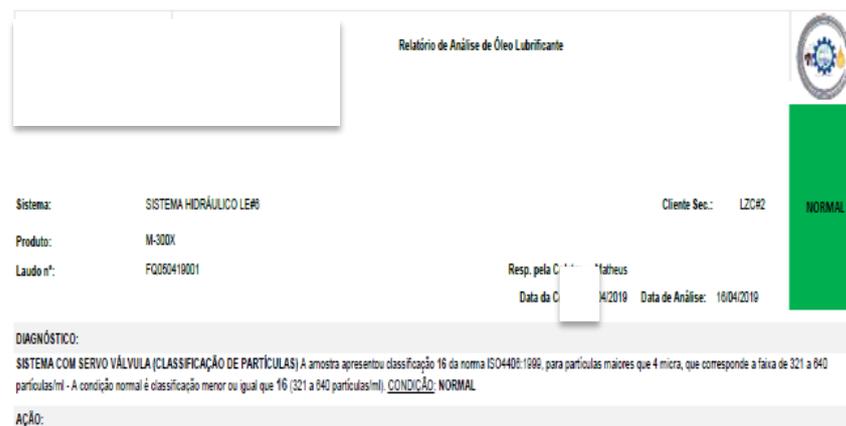
ATENÇÃO

DIAGNÓSTICO:
SISTEMA COM VÁLVULA DIRECIONAL (CLASSIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS) A amostra apresentou classificação 18 da norma ISO4406:1999, para partículas maiores que 6 micra, que corresponde a faixa de 1.301 a 2.500 partículas/ml - A condição normal é classificação menor ou igual que 17 (841 a 1.300 partículas/ml). CONDIÇÃO: ATENÇÃO

AÇÃO:

A 4º amostra para análise foi retirada no dia 18/03/2019 com o status de contaminação:14/13/10 (NAS 4).

Figura 10 – Laudo do Lubrificante M3300X



Relatório de Análise de Óleo Lubrificante

Sistema: SISTEMA HIDRÁULICO LEE# Cliente Sec: LZC#2

Produto: M-300X

Laudo nº: FQ050419001 Resp. pela Coleta: Matheus Data da Coleta: 14/03/2019 Data de Análise: 18/04/2019

NORMAL

DIAGNÓSTICO:
SISTEMA COM SERVO VÁLVULA (CLASSIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS) A amostra apresentou classificação 16 da norma ISO4406:1999, para partículas maiores que 4 micra, que corresponde a faixa de 321 a 640 partículas/ml - A condição normal é classificação menor ou igual que 16 (321 a 640 partículas/ml). CONDIÇÃO: NORMAL

AÇÃO:

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o nosso experimento ficou evidente que o filtro é um equipamento de grande importância dentro dos sistemas hidráulicos eliminando

as partículas que podem causar uma parada de máquina. Notamos que mesmo nosso filtro sendo de uma filtragem nominal conseguimos reter uma grande quantidade de particulado.

REFERÊNCIAS

GUIA Rápida. Pall Corporation.

ISO 4021. **Hydraulic fluid power**. Particulate contamination analysis – Extraction of fluid samples from lines of an operating system. 1942.

ISO 4406. **Hydraulic fluid power** - Fluids - Method for coding the level of contamination by solid particles. 2. ed. Genebra, 1999.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Ventilação Industrial e controle de poluição**.

OLIVEIRA, Marcos Gomes de. Manual da filtração industrial. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2013.

THE HANDBOOK of Hydraulic Filtration. Parker Hidráulica

MODERNIZAÇÃO DE PAINEL PARA CAMBAMENTO DE CARROS TORPEDO

PANEL MODERNIZATION FOR TORPEDO CAR CAMBER

José Nilton Cantarino Gil¹
Luiz Guilherme Vieira de Barros²
Mateus Paulo Monteiro³
Wilson da Silva Fernandes⁴

RESUMO

A otimização de processos e a redução de custos são tópicos interligados fundamentais para a sobrevivência de qualquer empresa. O carro torpedo, tem um papel importante: transportar o ferro gusa, obtido na fase de redução, para a aciaria. Ou seja, é ele quem garante a continuidade da produção. Com base nisso, este trabalho propõe modificações que aumentam a confiabilidade e disponibilidade do painel para cambamento de carros torpedos. Essas modificações incluem a troca dos contatores de potência em CC (corrente contínua), troca do banco de resistências, troca dos disjuntores de alimentação e relés de proteção. Serão implementados novos componentes que nos permitirão executar a mesma função com mais confiabilidade e um maior intervalo entre as manutenções. Neste estudo, utilizaremos conhecimentos da eletrônica de potência para sugerir uma modernização do painel.

Palavras-Chave: Controle. Motores. Conversor. Modernização.

ABSTRACT

The Process optimization and cost reduction are interconnected topics fundamental to the survival of any company. The torpedo car has an important role: transporting the pig iron, obtained in the reduction phase, to the steel shop. In other words, it is he who guarantees the continuity of production. Based on this, this work proposes modifications that increase the reliability and availability of the panel for cambering torpedo cars. These modifications include replacing the DC (direct current) power contactors, replacing the resistor bank, replacing the power circuit breakers and protection relays. New components will be implemented that will allow us to perform the same function more reliably and with a longer interval between maintenance. In this study, we will use knowledge of power electronics to suggest a panel modernization.

¹ Docente – Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: jnilton@ubm.br

² Discente - Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: lgvdb180@gmail.com.

³ Discente - Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: mateusm.96@hotmail.com

⁴ Discente - Curso de Engenharia Elétrica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: wilsondasilvafernandes@hotmail.com

Keywords: Control. Engines. Converter. Modernization.

1 INTRODUÇÃO

É denominado ferro gusa a redução do minério de ferro, coque e outros produtos químicos. A produção do ferro gusa é uma atividade do setor siderúrgico de extrema importância econômica pelo fato de corresponder à grande parte do custo da produção do aço.

O carro torpedo é uma peça fundamental no processo de fabricação do aço justamente por transportar o ferro gusa dos Altos Fornos para a área da Aciaria, onde o mesmo passa do estado líquido para o sólido.

Sua estrutura robusta é feita em aço especial e possui revestimento refratário no seu interior, para proteger sua carcaça durante o transporte do metal líquido.

De tempos em tempos, precisa passar por inspeções e manutenções periódicas nas oficinas para garantir a segurança, confiabilidade e continuidade operacional.

O termo cambamento sugere a rotação do carro torpedo em 180 graus para despejar o ferro gusa, por isso necessita de um painel adequado e funcional para que não haja paradas no meio do processo.

Muitas empresas ainda possuem painéis obsoletos e robustos para realização do cambamento dos carros torpedo, que geram alto custo de manutenção, baixa confiabilidade e perdas de produção devido à demora no reestabelecimento de seu funcionamento após uma falha.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA

Podemos classificar os motores de corrente contínua de acordo com o modo de conexão do indutor e das bobinas induzidas, sendo classificados como motor série, motor paralelo, motor composto e motor de excitação independente (Mattede, 2014), onde:

2.1.1 Motores série

O motor em série possui esta definição pois os enrolamentos do indutor e da armadura são ligados em série, se destacando por conter um alto torque e rápida aceleração. Devido às suas características o motor série é muito usado em aplicações onde é necessário maior tração como por exemplo, trens elétricos, bondes elétricos e guinchos elétricos. A figura 1 demonstra o seu esquema de ligação.

2.1.2 Motores paralelos

Também conhecido como motor de derivação ou motor shunt, o motor paralelo este nome porque o indutor e os enrolamentos induzidos são ligados em paralelo. Ele tem como característica a fácil regulagem de sua velocidade e é um tipo de motor muito utilizado em máquinas, ferramentas, elevadores, esteiras etc. A figura 2 demonstra o seu esquema de ligação.

2.1.3 Motores compostos

Conhecido por alguns como motor misto, o motor composto apresenta as características dos motores série e dos motores paralelos. Ele possui dois enrolamentos de indutor, um em série com o enrolamento induzido e o outro em paralelo.

Este motor tem como característica manter firme a sua velocidade ao operar com carga, por isso o motor composto é muito usado em acionamento de máquinas que são submetidas às bruscas variações de cargas, como prensas e tesouras mecânicas.

2.1.4 Motores de excitação independente

O motor de excitação independente recebe este nome pelo fato do seu indutor e a sua armadura serem alimentados por duas fontes de energia independentes. Os motores CC com excitação independente são utilizados normalmente em acionamentos de máquinas operatrizes como por exemplo, ferramentas de avanço, bombas a pistão, compressores, entre outras aplicações que é necessário um torque constante em toda a faixa de rotação. A figura 3 demonstra o seu esquema de ligação.

2.2 CONVERSORES DE POTÊNCIA

O conversor estático de potência é um dispositivo que realiza a transformação de uma corrente em outro tipo, e também realiza transformação de frequência. Ele é responsável por tratar e controlar a energia elétrica entre dois ou mais sistemas. É constituído basicamente por elementos ativos e passivos como por exemplo MOSFET, IGBT, resistores, capacitores e indutores. Os conversores também podem possuir dispositivos auxiliares tais como os transformadores e reguladores de tensão. (Mattede, 2014)

2.2.1 Tipos de Conversor de Potência

Para suas muitas e específicas funções, os conversores estáticos de potência são classificados de acordo com a entrada e saída de energia com que trabalham. Podendo variar entre conversores CC-CA, CA-CC, CC-CC e CA-CA.

2.2.1.1 Conversor CC/CA

Mais conhecidos como inversores, esse conversor recebe tensão contínua e libera tensão alternada com controle de amplitude e frequência. Os inversores podem ser usados em circuitos de painéis solares, nobreak, permite o comando de um motor de indução por uma bateria, entre outros.

2.2.1.2 Conversor CA/CC

Conhecidos como retificadores, esse conversor recebe tensão alternada e fornece tensão contínua, podem ser monofásicos, trifásicos ou n-fásicos. Entre as suas aplicações podem ser citadas a soldagem elétrica, o interfaceamento de sistemas de energia alternativa com energia elétrica, o acionamento a velocidades ajustáveis e outros.

2.2.1.3 Conversor CC/CC

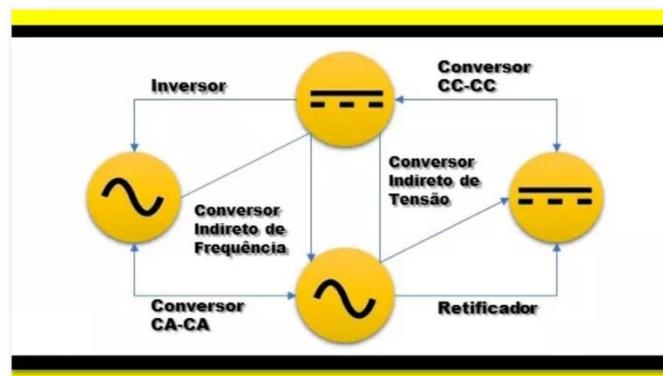
Também chamados de Chopper, são conversores que recebem corrente contínua e liberam outra corrente contínua com amplitude maior ou menor. Pode ser considerado como o equivalente a um transformador CA com uma relação de espiras

continuamente variável. É usado muitas vezes em controle de velocidade de motores CC, carregadores de bateria, aplicações veiculares, energias alternativas e etc.

2.2.1.4 Conversor CA/CA

Estes conversores recebem corrente alternada e liberam corrente alternada com frequência e amplitude maior ou menor, que podem ser controlados. Quando se altera apenas o valor da tensão, se tem os variadores de tensão, mas caso produza frequência distinta da frequência da entrada, se tem os ciclos conversores. Entre as suas muitas aplicações, são exemplos o controle de intensidade de iluminação, de temperatura, de velocidade, a estabilização de tensão, o seu uso como economia de energia, entre outros. A figura 1 ilustra como são denominados os conversores de potência conforme sua especificação.

Figura 1 – Classificação de Conversores estáticos de potência.



Fonte: Mundo da elétrica.

2.3 FONTE CHAVEADA

Uma fonte de alimentação chaveada é uma unidade de um equipamento utilizado para alimentar cargas elétricas que agrupa um regulador chaveado. Isso quer dizer, em outras palavras, um circuito controlador interno capaz de chavear a corrente. A ideia é manter a tensão de entrada e saída bastante estabilizada. Esse é um dispositivo que é facilmente utilizado na substituição de fontes de energia linear quando há a necessidade de um equipamento com maior eficiência, maior leveza e menor tamanho. No entanto, sua composição é um pouco mais complexa e, por isso,

devem ser usados em projetos mais elaborados e seus cuidados devem sempre ser feitos por profissionais capacitados. (Kaletec Automação, 2022)

2.3.1 Função de uma fonte chaveada

A fonte chaveada é responsável por converter e estabilizar a energia CA em energia CC. Isso é possível devido a um circuito interno e integrado. O termo chaveado deriva do “Switched Mode Power Supply (SMPS) e funciona abrindo e fechando um circuito comutador milhares de vezes por segundo, em geral 100Khz. O resultado é uma energia CC contínua que garante maior proteção e estabilidade aos projetos industriais. (Kaletec Automação, 2022)

2.4 REATÂNCIA

A reatância é uma forma de oposição que os componentes eletrônicos exibem à passagem de corrente alternada (corrente alternada) por causa da capacitância ou indutância. Em alguns aspectos, a reatância é como uma contraparte AC da resistência DC (corrente contínua). Mas os dois fenômenos são diferentes em aspectos importantes e podem variar independentemente um do outro. A resistência e a reatância se combinam para formar a impedância, que é definida em termos de quantidades bidimensionais conhecidas como número complexo (Reatância [...]).

Quando a corrente alternada passa por um componente que contém reatância, a energia é alternadamente armazenada e liberada de um campo magnético ou elétrico. No caso de um campo magnético, a reatância é indutiva. No caso de um campo elétrico, a reatância é capacitiva. A reatância indutiva é atribuída a valores numéricos imaginários positivos. A reatância capacitiva é atribuída a valores de números imaginários negativos (Reatância [...]).

2.5 PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO

O painel novo propõe automatização do sistema de acionamento e proteção, com a substituição de todos os componentes, tendo como principais no painel atual o banco de resistências, contadores CC, relés térmicos, disjuntores CC e relés temporizados e os principais componentes do painel novo serão os disjuntores CA, contadores CA, conversores CA/CC, fusíveis e micro CLP.

Não será mais necessário ir na área realizar aferições com tacômetro manual na ponta de eixo do motor para medição da velocidade, pois no painel novo teremos mostrador de velocidade na tela da IHM do conversor que fará medição através da FCEM em tempo real.

A periodicidade de manutenção preventiva do painel novo será maior do que a do painel atual. Poderá ser alterada de semanal para mensal devido a substituição principalmente dos contatores de corrente contínua que necessitam ter seus contatos lixados com maior frequência por conversores que necessitam apenas de limpeza e reaperto, diminuindo assim os gastos com mão de obra para realização das atividades.

O projeto contará com uma mesa de comandos nova que será alimentada com 24 V (extra-baixa tensão), em vez de 230VCC, gerando maior segurança para os operadores.

Essa proposta de modernização, tem como objetivo mostrar como os novos componentes foram especificados a partir dos dados de placa do motor de uma siderurgia, criação de lista de materiais para compra de sobressalentes e viabilidade econômica de implantação (custo x benefício).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a elaboração do projeto, geramos uma lista de material que foi utilizada para estimativa de custo x benefício do projeto e criamos uma lista dos principais componentes do painel atual que estão ilustrados nas tabelas 8 e 9.

Tabela 1 – Lista de materiais do painel atual

Lista de materiais para painel atual			
Quantidade	Descrição	Valor Aproximado	Valor Total
7	Contator CC 150A	R\$ 21.000,00	R\$ 147.000,00
2	Contator CC 10A	R\$ 10.000,00	R\$ 20.000,00
2	Relé térmico 150A	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00
1	Disjuntor CC 300A	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
1	Disjuntor CC 20A	R\$ 500,00	R\$ 500,00
4	Relé temporizador	R\$ 100,00	R\$ 400,00
2	Relé monitor de corrente	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
2	Banco de resistências	R\$ 10.000,00	R\$ 20.000,00
1	Manete de acionamento CC	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
		LM Painel Atual	
		R\$	198.900,00

Fonte: Autores do estudo.

Como informado pela tabela 1, o custo das peças do painel antigo fica em torno de R\$198.900,00.

Tabela 2 – Lista de materiais da proposta de modernização.

Lista de materiais para painel novo			
Quantidade	Descrição	Valor Aproximado	Valor Total
2	Conversor 125A	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00
2	Reatores	R\$ 5.000,00	R\$ 10.000,00
1	Fonte 24V/10A	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
2	Transformador 1,5kVa	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
2	Transformador 1kVa	R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00
2	Disjuntor 3p 125A	R\$ 600,00	R\$ 1.200,00
1	Disjuntor 3p 16A	R\$ 50,00	R\$ 50,00
2	Disjuntor 2p 16A	R\$ 40,00	R\$ 80,00
1	Disjuntor 2p 10A	R\$ 30,00	R\$ 30,00
1	Fonte para os freios	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
2	Amperímetro armadura + shunt	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
2	Amperímetro campo + shunt	R\$ 200,00	R\$ 400,00
1	Amperímetro freios + shunt	R\$ 200,00	R\$ 200,00
2	Voltímetro armadura	R\$ 400,00	R\$ 800,00
2	Voltímetro campo	R\$ 300,00	R\$ 600,00
1	Botão de emergência	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2	Sinaleira verde	R\$ 100,00	R\$ 200,00
1	Sinaleira vermelha	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2	Sinaleira amarela	R\$ 100,00	R\$ 200,00
2	Botão verde	R\$ 100,00	R\$ 200,00
1	Botão vermelho	R\$ 100,00	R\$ 100,00
1	Botão amarelo	R\$ 100,00	R\$ 100,00
2	Contator AC3 150A	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
3	Contator AC3 16A	R\$ 200,00	R\$ 600,00
1	MicroClp	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
1	Manete de acionamento CA	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
4	Fusível 200A	R\$ 200,00	R\$ 800,00
6	Fusível 160A	R\$ 150,00	R\$ 900,00
8	Fusível 20A	R\$ 50,00	R\$ 400,00
		LM Painel novo	
		R\$	116.060,00

Fonte: Autores do estudo.

Como informado pela tabela 2, o custo estimado das peças do painel novo fica em torno de R\$ 116.060,00.

Além do custo, nos fornece também equipamentos novos e mais sofisticados, nos oferecendo muito mais confiabilidade e garantias de funcionamento.

Observando-se as tabelas 1 e 2, conclui-se que é viável a troca do painel visando que o custo é inferior ao custo de reparo até mesmo sem levar em consideração outros fatores como: aumento da disponibilidade do painel e do carro torpedo, menores gastos com manutenção preventiva e corretiva, maior segurança e confiabilidade.

REFERÊNCIAS

KALETEC AUTOMAÇÃO. **Fontes chaveadas**. 2022. Disponível em: <https://www.kalatec.com.br/fonte-chaveada/>. Acesso em 17 jun. 2022

MATTEDE, Henrique. Motor de corrente contínua, características e aplicações. **Mundo da Elétrica**, 2014. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/motor-de-corrente-continua-caracteristicas-e-aplicacoes/>. Acesso em: 13 set. 2021.

MATTEDE, Henrique. Conversores de potência, tipos e aplicações. **Mundo da Elétrica**, 2014. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com/conversores-de-potencia-tipos-aplicacoes/>. Acesso em: 04 jun. 2022.

MATTEDE. Henrique. Tipos de fusíveis – Características e aplicações. **Mundo da Elétrica**, 2014. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/tipos-de-fusiveis-caracteristicas-aplicacoes/>. Acesso em: 12 nov. 2021.

REATÂNCIA. *In*: WIKIPEDIA. . Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Reatancia>. Acesso em: 12 nov. 2021.

OS IMPACTOS DA APLICAÇÃO DA LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS - LGPL

THE IMPACTS OF THE APPLICATION OF THE GENERAL DATA PROTECTION LAW – GDPL

**Profa. Me. Sonia de Oliveira Morcerf¹
Prof. Dr. Dener Martins dos Santos²
Beatriz Campos Machado da Costa³
Maria Letícia da Costa Reis⁴
Rogério Clynton Ribeiro⁵**

RESUMO

Em vista da demanda mundial pelo consumo de tecnologia da informação e a utilização cada vez mais maciça dos recursos tecnológicos, percebeu-se a necessidade da criação e regulamentação de normas para atender o setor. A criação da LGPL (Lei Geral de Proteção de Dados) atende aos anseios da sociedade para a proteção dos seus dados de forma a impedir que sua privacidade seja violada. Este trabalho que é resultado de pesquisa bibliográfica apresenta detalhes sobre essa lei, os setores onde ela se aplica e os deveres dos envolvidos. Para atender as determinações se faz necessário o entendimento de um ponto específico sobre a TI (Tecnologia da Informação) que se refere à segurança da informação, conforme é explanado no decorrer do resultado da pesquisa.

Palavras-Chave: Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. Tecnologia da informação. Agência Nacional de Proteção de Dados.

ABSTRACT

In view of the global demand for the consumption of information technology and the increasingly massive use of technological resources, the need for the creation and regulation of standards to serve the sector was perceived. The creation of the GDPL (General Data Protection Law) meets society's wishes for the protection of its data in order to prevent its privacy from being violated. This work, which is the result of bibliographic research, presents details about this law, the sectors where it applies and

¹ Professora – Centro Universitário de Barra Mansa – UBM. Email: sonia.morcerf@ubm.br

² Professor - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM) e Prof. Associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Email: dener.martins@ubm.br

³ Acadêmica - Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa. Email: bicacosta_bm@hotmail.com

⁴ Acadêmica – Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa. E-mail: marialele.costa@hotmail.com

⁵ Acadêmico - Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa. Email: clyntonribeior@gmail.com

the duties of those involved. To meet the determinations, it is necessary to understand a specific point about IT (Information Technology) that refers to information security, as explained in the course of the research result.

Keywords: General Personal Data Protection Law. Information technology. National Data Protection Agency.

1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 13.709/2018, popularmente conhecida como LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) atinge todas as instituições sem distinções entre as públicas e as privadas que precisam amplamente se adaptarem ao regulamento para atendimento da demanda de proteção dos direitos fundamentais de liberdade e privacidade dos cidadãos brasileiros. Devido a abrangência do tema, serão apresentados os pontos mais relevantes e de forma sintetizada, uma vez que envolve alguns segmentos da TI (Tecnologia da Informação) que ora não se faz necessário a explicitação. Para os profissionais do setor de TI não há nenhuma grande novidade, pois, a lei apenas determina regras e padrões de tratamento de informações pessoais e cabem as organizações usufruírem de seus recursos humanos e tecnológicos para a aplicação da LGPD, amparadas pelas normas técnicas internacionais que regem o setor.

Donda (2020) apresenta os pilares da segurança da informação para sustentar a importância da adequação por parte das organizações em implantar a LGPD bem como PINHEIRO (2020) expõe os motivos que levaram a regulamentação da proteção de dados pessoais e outros autores cada um dentro da sua área específica mostram os pontos mais relevantes sobre a LGPD, tanto para a pessoa natural, quanto para a pessoa jurídica.

1.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar os principais conceitos da LGPD no âmbito global e sua conexão com outras nações, sem desprezar os impactos que sua aplicação promove tanto para a pessoa natural quanto para a pessoa jurídica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Demonstrar as peculiaridades de cada setor entre público e privado para adequação das determinações da ANPD, tendo como base as normas técnicas que

regem o setor de TI. Levar informação principalmente para a pessoa natural de forma que haja um entendimento simples com um vocabulário menos técnico, já que para a pessoa jurídica há um órgão fiscalizador que é a ANPD (Agência Nacional de Proteção de Dados). Esclarecer os deveres das organizações no que tange a proteção dos dados pessoais. Especificar o impacto financeiro para criação ou reestruturação do setor de TI. Apresentar as sanções que podem ser aplicadas mediante o descumprimento da determinação da lei.

1.3 JUSTIFICATIVA

Na medida em que o mundo evolui as tecnologias também evoluem e em se tratando de tecnologia da informação, assim como ela evolui, evoluem também as formas de cometer crimes com furtos e sequestros de dados invadindo banco de dados, essas invasões podem ocorrer para a venda de dados pessoais ou para requisitar pagamentos que vem sendo solicitados em criptomoedas em caso de sequestros.

Através das normas técnicas internacionais são estabelecidos padrões que determinam como as organizações devem trabalhar em cada setor, além dessas normas, as federações tem suas próprias leis e dispositivos que complementam tanto as normas técnicas quanto a demanda mundial.

Embora a TI seja vasta, a LGPD toca num ponto específico que é a proteção dos dados da pessoa natural, pois, há o entendimento de que se os dados não forem protegidos o indivíduo está exposto à violação de privacidade e conseqüentemente vulnerável a criminosos que podem chantagear mediante ao acesso de dados pessoais, solicitado a pagar o resgate de tais dados em caso de sequestro ou ainda simplesmente ter a sua privacidade exposta.

2 ASPECTOS GERAIS DE VENDAS ESPECIAIS

2.1 SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO

Segundo DONDA (2020), a segurança da informação deve garantir: confidencialidade, integridade, disponibilidade, autenticidade e legalidade. Com foco na LGPD, é ainda mais fácil entender onde cada um desses pilares se encaixa, figura 1.

Figura 1: Pilares da Segurança da Informação



Fonte: NEOWAY (2020)

2.1.1 Confidencialidade

Para Donda (2020), a confidencialidade garante que somente as pessoas autorizadas tenham acesso à informação e, nesse caso, aos dados pessoais ou dados pessoais sensíveis, e isso é possível por meio de aplicações de controle como: permissões de acesso ao banco de dados, permissão NTFS e de compartilhamento, criptografia (no melhor sentido de confidencialidade, e vale para dados em descanso ou em trânsito), por exemplo, sistemas de arquivos, de banco de dados, de comunicação e permissões de acesso a recursos online (*Sharepoint, OneDrive, Teams, etc.*).

2.1.2 Integridade

Donda (2020) salienta que a integridade é a garantia de que a informação não será manipulada nem alterada e de que é possível confiar nela, por estar íntegra. E, do mesmo modo, quando se pensa na LGPD, considera-se: a integridade dos logs armazenados, a integridade das informações armazenadas e em trânsito (vale também para produção ou backup) e a integridade dos mecanismos de proteção.

2.1.3 Disponibilidade

Donda (2020) evidencia ainda que a disponibilidade é a garantia de que a informação estará acessível sempre que necessário e seguindo os pilares de Confidencialidade e Integridade. Isso é importante em vários cenários, principalmente

na implantação de sistemas (alta disponibilidade) como clusters, no plano de recuperação de desastre, e no plano de continuidade de negócios.

2.1.4 Autenticidade

Também conforme Donda (2020), a autenticidade é de extrema importância agora com a LGPD, pois, é o que garante o não repúdio pela identidade. A autenticidade garante que as pessoas envolvidas em determinadas ações relacionadas a dados pessoais sejam identificadas de maneira incontestável por meio de mecanismos como assinatura digital ou biometria. Para alcançar com sucesso a autenticidade, podem ser implementados mecanismos como soluções de gerenciamento de identidade infraestrutura de chaves públicas e privadas.

2.1.5 Legalidade

Ainda de acordo com Donda (2020), a legalidade é o principal foco, pois, tudo relacionado ao tratamento de dados pessoais e dados pessoais sensíveis deve seguir as leis vigentes do local ou país e, neste caso, a LGPD.

2.2 PANORAMA INTERNACIONAL DA PRIVACIDADE E PROTEÇÃO DE DADOS PESSOAIS

Conforme Pinheiro (2020), o motivo que inspirou o surgimento de regulamentações de proteção de dados pessoais de forma mais consistente e consolidada a partir dos anos 1990 está diretamente relacionado ao próprio desenvolvimento do modelo de negócios da economia digital, que passou a ter uma dependência muito maior dos fluxos internacionais de bases de dados, especialmente os relacionados às pessoas, viabilizados pelos avanços tecnológicos e pela globalização, figura 2. Desse modo, houve a necessidade de resgatar e repactuar o compromisso das instituições com os indivíduos, cidadãos desta atual sociedade digital, no tocante à proteção e à garantia dos direitos humanos fundamentais, como o da privacidade, já celebrados desde a Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) de 1948.

Figura 2: Proteção de Dados



Fonte: RDSTATION (2022)

Ainda de acordo com Pinheiro (2020), a base desse pacto é a liberdade, mas o fiel da balança é a transparência. Sendo assim, as leis sobre proteção de dados pessoais têm uma característica muito peculiar de redação principiológica e de amarração com indicadores mais assertivos, de ordem técnica, que permitam auferir de forma auditável se o compromisso está sendo cumprido, por meio de análise de trilhas de auditoria e da implementação de uma série de itens de controle para uma melhor governança dos dados pessoais.

2.3 LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS

Donda (2020) afirma que a LGPD não é uma lei muito extensa e tampouco de difícil entendimento. Ela é dividida em dez capítulos e seções, detalhados a seguir:

- Capítulo I – Disposições Preliminares
- Capítulo II – Do Tratamento de Dados Pessoais
 - Seção I – Dos Requisitos para o Tratamento de Dados Pessoais
 - Seção II – Do Tratamento de Dados Pessoais Sensíveis
 - Seção III – Do tratamento de Dados Pessoais de Crianças e de Adolescentes
 - Seção IV – Do Término do Tratamento de Dados
- Capítulo III – Dos Direitos do Titular
- Capítulo IV – Do Tratamento de Dados Pessoais pelo Poder Público

- Seção I – Das Regras
- Seção II – Da Responsabilidade
- Capítulo V – Da Transferência Internacional de Dados
- Capítulo VI – Dos Agentes de Tratamento de Dados Pessoais
 - Seção I – Do Controlador e do Operador
 - Seção II – Do Encarregado pelo Tratamento de Dados Pessoais
 - Seção III – Da Responsabilidade e do Ressarcimento de Danos
- Capítulo VII – Da Segurança e das Boas Práticas
 - Seção I – Da Segurança e do Sigilo de Dados
 - Seção II – Das Boas Práticas e da Governança
- Capítulo VIII – Da Fiscalização
 - Seção I – Das Sanções Administrativas
- Capítulo IX – Da Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD) e do Conselho Nacional de Proteção de Dados Pessoais e da Privacidade
 - Seção I – Da Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD)
 - Seção II – Do Conselho Nacional de Proteção de Dados Pessoais e da Privacidade
- Capítulo X – Disposições Finais e Transitórias

Donda (2020) salienta também que a tratativa é diretamente de melhores práticas de segurança da informação, a lei trata de dados pessoais e dados pessoais sensíveis, inclusive nos meios digitais, figura 3.

Figura 3: Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais



Fonte: CONTABEIS (2020)

2.4 LGPD E CARTÓRIOS

Segundo Lima *et al.* (2022), levando em consideração que a adequação à LGPD nada mais é que a implementação de um programa de *compliance*, é interessante refletir sobre a pertinência desse tipo de mecanismo de governança corporativa nos cartórios. Muito se fala em *compliance* atualmente e, por mais que todos digam ser algo necessário, é importante saber exatamente o porquê disso. Ainda mais considerando que a maioria dos conteúdos a respeito direciona-se a empresas, cujo regime jurídico não é o mesmo que dos cartórios.

Ainda em concordância com Lima *et al.* (2022), *Compliance* nada mais é que cumprir seus deveres de maneira planejada e harmônica. Implementar um programa de *compliance* é estruturar mecanismos simples e eficazes para garantir o cumprimento de normas éticas e jurídicas e a qualidade do serviço prestado. Essa atitude evita responsabilizações, salvaguarda a imagem da organização, melhora a produtividade e cria um ambiente onde todos se sentem mais motivados ao trabalho. O *compliance* abarca dois grandes ramos. Por um lado, existem programas direcionados à gestão e à qualidade dos serviços, cuja temática tende à área da administração corporativa; nesse setor, os padrões ISSO e da ABNT são as principais fontes de referência. Por outro lado, existe o *compliance* jurídico, que é focado em medidas que garantem a conformidade com o Direito; nesse caso, as referências não são as normas jurídicas incidentes sobre a atividade. Evidentemente, as áreas não são estanques, mas se conectam em três aspectos:

2.4.1 Benefício mútuo

Lima *et al.* (2022) ressalta que uma gestão de qualidade evita fraudes e ilícitos, ao passo que o respeito ao Direito sempre acarreta a melhoria nos processos operacionais da organização;

2.4.2 Referências complementares

Lima *et al.* (2022) aponta ainda que mesmo que o enfoque seja em padrões de gestão ou em normas jurídicas, ambas as fontes de orientação de conduta sempre são importantes. Para citar um exemplo: A LGPD é uma norma jurídica, mas seu art. 50 alude a padrões de boas práticas;

2.4.3 Ética como fundamento

Lima *et al.* (2022) frisa também que seja focado na qualidade ou na juridicidade, o *compliance* sempre busca criar uma cultura de integridade, o que apenas se faz pela ética. Isso garante que o programa de *compliance* não seja superficial nem ineficiente.

2.5 LGPD PARA CONTRATOS

Lima *et al.* (2022) destaca que, o contrato é a materialização de um negócio jurídico, ou seja, quando o ser humano usa de sua manifestação de vontade com a intenção precípua de gerar efeitos jurídicos, a expressão dessa vontade constitui-se em um negócio jurídico. Ao interpretar ou elaborar um contrato com normas de proteção de dados, é imprescindível cumprir com as normas gerais de contratos, sendo que as regras gerais do direito contratual são as mesmas para todos os negócios jurídicos. O Código Civil é um norte de interpretação jurídica nas relações contratuais que envolvam a proteção de dados pessoais; em verdade, a Lei nº 13.709/2018 – LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais) possui lacunas a respeito de alguns conceitos.

Lima *et al.* (2022) enfatiza ainda que, além disso, toda manifestação de vontade nos contratos deverá acompanhar a necessária responsabilidade na atuação do contratante, derivada do respeito a normas superiores de convivência, com assento na própria Constituição da República. Em uma perspectiva civil-constitucional, devemos ter em conta que o contrato apenas se afirma socialmente se interpretado com diversas outras normas.

2.6 RESPONSÁVEL PELA PROTEÇÃO DE DADOS DENTRO DA EMPRESA

Lima *et al.* (2020) aponta que, o encarregado, também chamado de DPO (*Data Protection Officer*), é o responsável pela proteção de dados dentro da empresa e pela comunicação entre o controlador, os titulares dos dados e a ANPD (Autoridade Nacional de Proteção de Dados). O encarregado, de acordo com a lei, deve ter a identidade e as informações de contato divulgadas publicamente de forma clara e objetiva, de preferência no site da empresa a respeito das práticas a serem tomadas em relação à proteção de dados pessoais, entre outras responsabilidades.

Lima *et al.* (2020) salienta que, conforme já apontado, a LGPD não pretende atravancar o desenvolvimento econômico, tecnológico e a inovação, e sim permitir que tais atividades sejam realizadas com respeito aos demais fundamentos e princípios destacados, conferindo a segurança jurídica e econômica esperada para que haja um ambiente mais propício para o desenvolvimento esperado.

2.7 AGENTES DE TRATAMENTO

De acordo com Amormino Júnior (2019), o legislador destacou a importância dos papéis das entidades (físicas ou jurídicas, públicas ou privadas) que tratam os dados pessoais, são os chamados Controladores dos Dados (a quem compete o poder de decisão do uso dos dados) e os Operadores de Dados (meros processadores das informações, agindo em nome dos Controladores). Ainda, por ato de delegação, o controlador e o operador devem indicar um responsável ou Encarregado, cujos dados serão tratados, para realizar a interlocução com os titulares dos dados, bem como, com a ANPD (Autoridade Nacional de Proteção de Dados).

Amormino Júnior (2019) frisa ainda que, cabe destacar que, para efeitos de Responsabilidade Civil Objetiva, aquela cujo dano causado não considera a culpa do agente causador do dano, o controlador dos dados protegidos transfere a operação ou o processamento dos dados, não transferindo, contudo, a responsabilidade administrativa, civil ou criminal por violações cometidas. Ainda, aponta o diploma legal de proteção de dados, a responsabilidade solidária pela segurança da informação, por qualquer pessoa que intervenha no processo de tratamento de dados protegidos, mesmo após o término da relação negocial ou do tratamento, propriamente dito.

2.8 QUEM PODE SER PENALIZADO

Oliveira (2021) evidencia que, na esfera administrativa, nem sempre quem comete a infração é de fato que será penalizado. Na aplicação de sanções é possível estabelecer o responsável pela infração, independentemente se a infração foi praticada por sujeito distinto, como é o caso da multa de trânsito, na qual o proprietário do veículo é presumidamente o responsável pela infração. Para a LGPD, são dois os personagens que podem ser apenados por suas sanções, ou seja, o controlador e o operador, assim considerado o primeiro como pessoa natural ou jurídica, de direito

público ou privado, a quem competem as decisões referentes ao tratamento de dados pessoais e o segundo como pessoa natural ou jurídica, de direito público ou privado, que realiza o tratamento de dados pessoais em nome do controlador, nos termos do artigo 5º, inciso VI e VII. Segundo o artigo 52, a delimitação é clara no sentido de que terceiros que não participem do tratamento de dados pessoais não são destinatários das sanções, como poderia ser considerado, por exemplo, a empresa que licencia software, mas não tem acesso ou gestão sobre os dados nele imputados. No caso de vazamento de dados, se tal empresa não tratou os dados, poderá até ser penalizada de outra forma, mas não por meio das sanções previstas no artigo 52.

Ainda de acordo com Oliveira (2021), de igual forma, o encarregado não poderia ser apenado com as referidas sanções, pois, não é um agente de dados pessoais nos termos da lei, assim como os empregados do controlador e do operador. Nesse sentido, foi esclarecedor o que constou no Guia Orientativo Para Definições dos Agentes de Tratamento de Dados Pessoais e do Encarregado, publicado pela ANPD em maio de 2021.

2.9 SANÇÕES ADMINISTRATIVAS

Garcia *et al.* (2020) ressalta que, os Capítulos VIII e IX da LGPD determinam as responsabilidades da ANPD e do CNPDPP (Conselho Nacional de Proteção de Dados Pessoais e da Privacidade), ou seja, são capítulos complementares. As sanções administrativas seguem uma gradação: advertência, multa simples, multa diária, bloqueio dos dados, eliminação dos dados, suspensão do funcionário do banco de dados, suspensão do exercício do tratamento de dados e proibição parcial ou total do exercício de atividades que se relacionem com o tratamento de dados. Além dessas sanções, há também a possibilidade de dar ampla publicidade à infração, e, em todos os casos, é preciso notificar o motivo do problema e as medidas corretivas planejadas e executadas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a LGPD em conformidade com a demanda global pela proteção de dados pessoais determina padrões na tratativa desses dados, indicando

em detalhes o que se considera como dados pessoais para todos os segmentos da sociedade bem como a adequação ao regulamento.

Acompanhando a metamorfose do mundo, surgiu a demanda pela criação de normas e leis para que as organizações se adequem a atual realidade no que diz respeito à aquisição de dados pessoais, mas, sobretudo a forma correta de tratar esses dados afim de punir aqueles que não cumprirem as determinações e tão relevante quanto, chegar a criminosos que furtam e sequestram dados da pessoa natural e da pessoa física para fins de extorsões, chantagens e solicitações de pagamentos para resgate de dados.

Para algumas organizações, a reestruturação para atendimento das determinações da LGPD se trata apenas de treinamento de pessoal para que haja o amplo entendimento do que é a lei, onde e a quem se aplica e não menos importante, as sanções aplicadas ao descumprimento de tais determinações, enquanto que, para outras organizações se trata de um investimento maciço no que tange as peculiaridades ao parque tecnológico com a compra de equipamentos, ferramentas digitais e criação de setores apropriados.

É relevante ressaltar que um ponto determinante para o sucesso da aplicação das normas da LGPD é a mudança cultural, que para este caso envolve a mudança na cultura organizacional bem como a mudança da cultura do indivíduo, pois, há de se ter conhecimento da lei para entender as abordagens quando houver solicitações de dados pessoais e saber como responder.

REFERÊNCIAS

AMORMINO JÚNIOR, Maurício. **Manual de implementação da Lei Geral de Proteção de Dados**. São Paulo: Via Ética, 2019.

DONDA, Daniel; **Guia prático de implementação da LGPD: tudo o que sua empresa precisa saber para estar em conformidade**. São Paulo: Labrador, 2020.

GARCIA, Lara R.; FERNANDES, Edson A.; GONÇALVES, Rafael A. M. *et. al.* **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD): guia de implantação**. São Paulo: Blucher, 2020, 128 p.

LIMA, Adrienne C. de; ANDRADE, Aline R. de; MAIA, Ana L. O. de O. *et al.*; **LGPD e Cartórios: implementação e questões práticas**. São Paulo: Saraiva Educação, 2021, 352 p.

LIMA, Ana P. M. C. de; ALMEIDA, Dionice de. **LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados: sua empresa está preparada?** São Paulo: Literare Books International, 2020.

175

LIMA, Adriane; MARTINELLI, Anielle; MONTES, Damarys *et. al.* **LGPD para contratos: Adequando contratos e documentos à Lei Geral de Proteção de Dados.** São Paulo – Saraiva Educação, 2022.

PINHEIRO, Patricia P.; **Proteção de dados pessoais: comentários à Lei nº 13.709/2018 (LGPD).** 2. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.

NEOWAY. **Conheça os impactos da Segurança da Informação nas empresas e como implementá-la para garantir a continuidade dos negócios.** Disponível em: <https://blog.neoway.com.br/seguranca-da-informacao/>. Acesso em: 20 out. 2022.

RD STATION. **Central de Proteção de Dados.** Disponível em: <https://www.rdstation.com/protacao-de-dados/> Acesso em: 20 out. 2022.

CONTÁBEIS. **Como fica a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais aplicada ao setor contábil.** Disponível em: <https://www.contabeis.com.br/artigos/6355/como-fica-a-lei-geral-de-protacao-de-dados-pessoais-aplicada-ao-setor-contabil/>. Acesso em: 20 out. 2022.

PROTÓTIPO DE BRAÇO HIDRÁULICO HYDRAULIC ARM PROTOTYPE

Alexandra Júdice¹
Aline Oliveira²
Fernando da Silva Santo³
Hellen Castillo⁴
Mirieli Inácio⁵
Rodrigo Ataydes⁶
Willian Andrade⁷

RESUMO

A meta do projeto é mostrar ao leitor como é feita e quais são os princípios do braço mecânico hidráulico através de um protótipo simples, passível de aperfeiçoamento. A idealização do mesmo se baseou em máquinas industriais que melhoram a produtividade, e diminuem o esforço físico dos trabalhadores com a ajuda de mecanismos hidráulicos. Este relatório apresenta do modo mais detalhado possível o desenvolvimento do projeto para que outras pessoas possam replicá-lo.

Palavras – chave: Braço hidráulico. Robôs. Mecanismo hidráulico.

ABSTRACT

The project's goal is to show the reader how it is made and what are the principles of the hydraulic mechanical arm through a simple prototype, subject to improvement. The idealization of the same was based on industrial machines that improve productivity, and reduce the physical effort of workers with the help of hydraulic mechanisms. This report presents the development of the project in the most detailed way possible so that others can replicate it.

Keywords: Hydraulic arm. Robots. Hydraulic mechanism.

1 INTRODUÇÃO

A hidráulica é o estudo do movimento por meio de fluidos incompressíveis. Os pistões possuem um diafragma com uma haste no interior de seu cilindro, o que

¹ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

² Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

³ Professor - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁴ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁵ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁶ Acadêmico - Curso de Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ.

⁷ V

impede a fuga de fluido; é por onde se introduz uma determinada pressão sobre o fluido, o que empurra ou puxa a haste com uma determinada força, fato explicado pela Lei de Pascal que diz: a pressão aplicada em um ponto do fluido em repouso transmite-se a todos os pontos do fluido, o que amplia a força através da pressão aplicada sobre uma determinada área. Todo robô possui uma estrutura chamada efetuator, que tem a função de atuar sobre o objeto a ser manejado. A proposta baseia-se no uso de um braço mecânico hidráulico como forma de aplicar aprendizado na área da mecânica. Após revisão bibliográfica, decidiu-se utilizar para controle do braço seringas como base no Princípio de Pascal. Com esse princípio é possível desenvolver mecanismos capazes de levantar muito peso sem exercer muita força.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo, demonstrar o funcionamento de um braço hidráulico, apresentar os cálculos/dimensionamentos usados para sua montagem, verificar a lei de Pascal, e reduzir o esforço físico nas atividades industriais.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Trata-se da demonstração da funcionalidade de um protótipo de um braço hidráulico onde o mesmo foi criado com materiais de baixo custo.

2 METODOLOGIA

Há vestígios da hidráulica desde 4000 a 3000 a.C em vários países da Europa, Oriente Médio e Ásia, embora não houvesse estudos relativos à hidráulica, que só começaram por volta do século III a.C. (ABIMAQ, 2006).

A hidráulica possui como pioneiros grandes nomes da história mundial, como Arquimedes, e Blaise Pascal.

Hoje a hidráulica é utilizada em diversas áreas, e de formas diferentes, como na indústria automotiva, que utiliza os braços robóticos, os quais são controlados por automação robótica, que praticam movimento articulado como o Braço Hidráulico. O presente projeto, de igual maneira, objetiva de mover objetos, diferindo apenas no modo de comando, já que se utiliza a hidráulica como forma de manipulação.

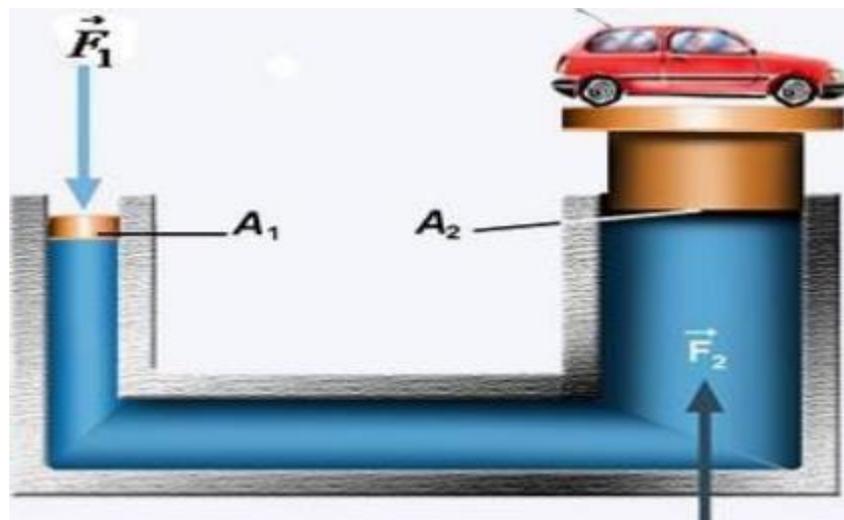
Além disso, o braço hidráulico possui similaridade, com uma escavadeira hidráulica, que possui o mesmo sistema de comando e até o mesmo formato, diferenciando apenas do fato que em escavadeiras é utilizado uma caçamba em sua extremidade.

Pode-se dizer que o Braço Hidráulico, não possui determinada origem histórica, pois se trata na verdade da composição de outras máquinas. Desde as primeiras máquinas hidráulica sendo a primeira roda de água que apareceram no início do segundo milênio a.C, tais máquinas vivem em constante evolução, sempre visando à diminuição do esforço humano e proporcionando melhores resultados industriais.

2.1 PRINCÍPIO DE PASCAL

Blaise Pascal (1623-1662) foi um físico Frances que, em um de seus estudos desenvolveu um dos mais importantes princípios físicos sobre a hidráulica. O princípio de Pascal diz que: O acréscimo de pressão produzido num líquido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido (PUCCI, 2009). A prensa hidráulica é um exemplo de aplicação desse princípio, com uma força Newton (F_1) maior exercida sobre o cilindro (A_1) a força (F_2) fica proporcional a área e assim o líquido é pressionado para outro êmbolo (A_2). A figura 1 apresenta melhor detalhamento.

Figura 8 - Prensa hidráulica



Fonte: Brasil Escola - 2016

3 PESQUISA DE MATERIAL

Segue abaixo o quadro de preços, materiais e quantidades utilizadas no projeto.

Tabela 1 - Materiais utilizados e seus respectivos valores

Pesquisa de Material		
Materiais	Quantidade	Preço (unidade)
MDF (pedaços)	16	R\$ 0,00
Aglomerado 55 x 32	01	R\$ 0,00
Seringa 10 ml	04	R\$ 1,00
Seringa 20 ml	04	R\$ 1,80
Dobradiça	05	R\$ 0,50
Cano PVC	08	R\$ 0,00
Parafuso cabeça chata 5,0 x 40	05	R\$ 0,00
Água	-	R\$ 0,00
Mangueiras de soro de hospital 1m	04	R\$ 2,00
Eixo de parafuso	01	R\$ 0,50
Rolamento	03	R\$ 0,00
Corrente de bicicleta	01	R\$ 0,00
Porca auto travante	05	R\$ 0,25

Fonte: Alunos

Depois da aquisição dos materiais listados no Quadro 1, obteve-se o custo de R\$23,45 (os objetos que estão sem valor, foram reciclados de uma marcenaria). Os preços citados na tabela podem variar de preço de acordo com a região que o projeto é desenvolvido. Observa, porém, que o projeto é viável pelo baixo custo.

3.1 PLANEJAMENTO E PROJETO

Nesse tópico será descrito e ilustrado toda a execução do projeto. Com o detalhamento de medidas, materiais e instrumentos usados.

Tabela 2 - Detalhamento

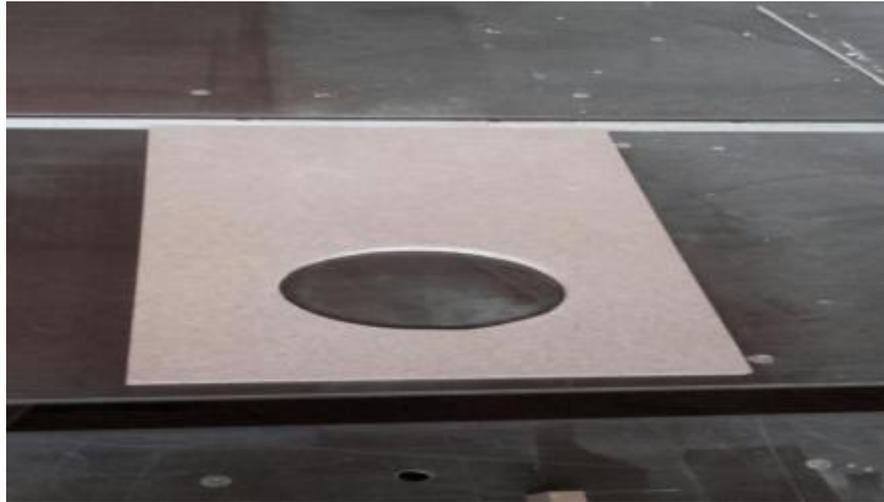
Detalhe	Denominação	Quantidade	Material
01	Braço	02	Madeira
02	Seringa 20 ml	04	Plástico
03	Seringa 10 ml	04	Plástico
04	Base	01	Madeira
05	Garra	01	Metal
06	Mangueira de Soro 1m	08	PVC
07	Corrente de bicicleta 20cm	01	Ferro
08	Parafuso cabeça chata 5,0 x 40 mm	40	Latão
09	Porca travante	05	Aço
10	Suporte	01	Madeira
11	Apoio de seringa	02	Madeira
12	Eixo	01	Metal
13	Rolamento	03	Aço
14	Antebraço	02	Madeira
15	Eixo de Parafuso	01	Aço
16	Painel	01	Madeira
17	Alavancas	04	Madeira
18	Cano 2,2 x 3,5 cm	04	PVC
19	Dobradiça	05	Metal
20	Cano 2,5 x 7 cm	04	PVC

Fonte: Alunos

3.2 BASE E SUPORTE

O suporte do braço mecânico foi feito com o intuito de fixar o restante do projeto. Utilizou-se, MDF e aglomerado, possuindo medidas finais de 55 cm de comprimento, 32 cm de largura e 15 mm de espessura.

Figura 9 - Circulo da base



Fonte: Autores.

A base giratória, necessária para que o braço possa girar 180 Graus, foi parafusada no suporte. O movimento giratório acontece a partir de um corte na madeira da base, de forma que servisse de trilho para que a corrente pudesse girar em torno de três rolamentos.

Figura 10 - Corte e furos na base



Fonte: Autores.

Em seguida, fixou-se seringas ao sistema, de modo que o seu deslocamento provocasse um movimento giratório de 180 Graus no braço.

Figura 11 - Base montada



Fonte: Autores

As dimensões da base que suporta o projeto completo são 16cm de diâmetro e 10mm de espessura.

Figura 12 - Base



Fonte: Autores

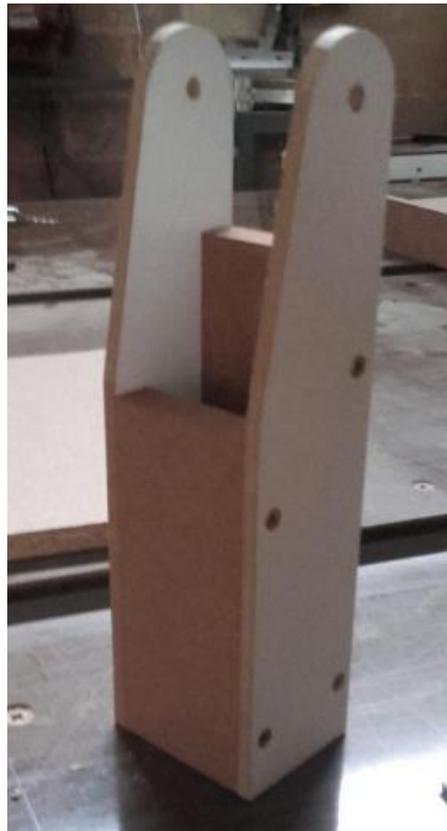
3.3 ESTRUTURA DO BRAÇO

Com as peças cortadas e dimensionadas foi construída a estrutura do braço hidráulico. As peças foram parafusadas com o parafuso cabeça chata 5,0 x 40 na base.

O braço possui uma base e é dividido em 3 partes.

- Uma torre fixa que não se movimenta de 26cm de altura e 6cm de largura.

Figura 13 - estrutura fixa do braço



Fonte: Autores

- Outra parte do braço que é ligada por eixos, sendo colocada deitada e possuindo 28cm de comprimento e 6cm de largura.

Figura 14 - Primeira parte móvel



Fonte: Autores

- A terceira parte do braço é colocada da mesma forma, com 18 cm de comprimento e 5 cm de largura.

Figura 15 - segunda parte móvel do braço



Fonte: Autores

3.4 CONFECÇÃO DA GARRA

A garra foi confeccionada com chapas de metal, cortadas no esmeril sendo furadas e parafusadas, utilizando arruelas, porcas normais e porcas auto travantes.

Figura 16 - Garra finalizada



Fonte: Autores

3.5 MECANISMO DAS SERINGAS

As seringas e mangueiras foram enchidas por meio de tentativa e erro, não se pode calcular exatamente o volume contido nelas. As mangueiras devem ser posicionadas debaixo de uma torneira com água corrente até que estejam completamente cheias e sem ar, em seguidas elas devem ser encaixadas nas seringas. O quadro a seguir mostra as funções das seringas.

Tabela 3 - Seringas

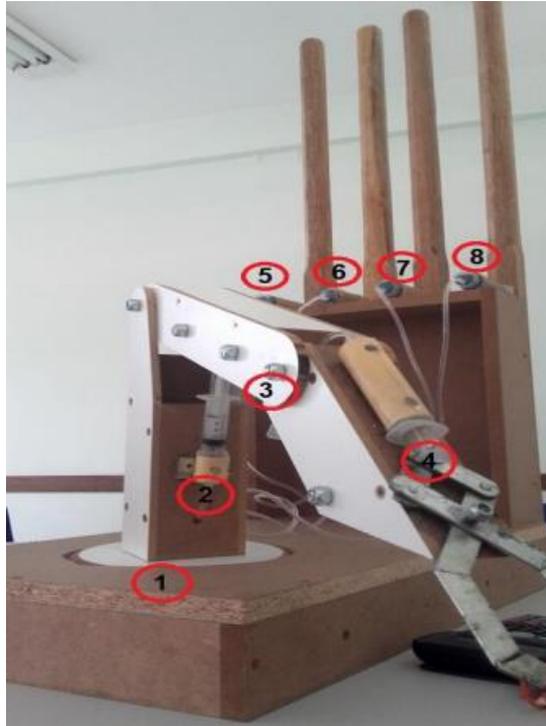
Seringas	Tipo	Função
Seringa 1	10 ml	Girar a base
Seringa 2	10 ml	Elevar o braço
Seringa 3	10 ml	Elevar a base da garra
Seringa 4	10 ml	Abrir/ fechar garra

Fonte: Autores

A seringa 1 por obter uma maior tração (o êmbolo da outra ponta é fixado na base giratória) é encarregada do movimento de rotação de 180 graus. A seringa 2 faz a função de elevar o primeiro apoio do braço, também tendo uma maior tração. A seringa 3 tem a função de elevar levemente o segundo apoio do braço. A seringa 4 é posicionada em cima da garra fazendo-a abrir após o êmbolo avançar e fechar quando

ele retornar. As demais seringas 5, 7, 6 e 8 fazem o controle das seringas 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

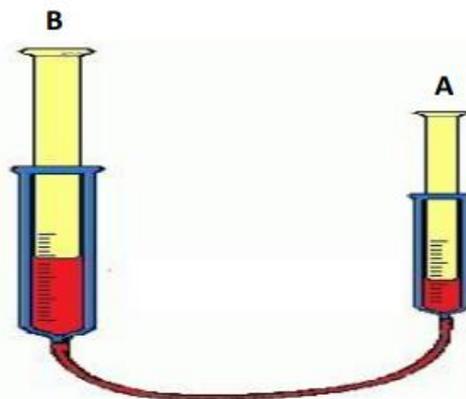
Figura 17 - Croqui posicionamento das seringas



Fonte: Autores

Ao apertar o êmbolo da seringa A, a pressão atmosférica da seringa B é menor, tendo assim como resultado o avanço do êmbolo B, e ao puxar o êmbolo A, o êmbolo da seringa B também retorna. Segue abaixo a imagem das seringas:

Figura 18 - Êmbolo



Fonte: BS – Eng. Mecânica – 20

4 FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

Depois de finalizado o trabalho, foi confirmado o Teorema de Pascal, através da pressão do líquido na seringa.

Quando uma alavanca é puxada ou pressionada, é ativado o efeito contrário dela (se a alavanca é puxada, a outra seringa que está conectada por meio de uma mangueira de soro é pressionada, e vice versa), fazendo assim, ela se movimentar de acordo com o movimento necessário no momento em questão.

De acordo com a manipulação do mecanismo hidráulico que consiste basicamente em gerar movimento ou força através da pressurização de um fluido, resultando no que chamamos de força mecânica. (Souza; Andrade; Silva, 2005). Devido a esse mecanismo o braço desenvolveu adequadamente movimentos verticais e horizontais. Seguindo também esse mecanismo, a garra abre e fecha, pegando objetos e transferindo-os de lugar, como mostra a Figura 17:

Figura 19 - Protótipo finalizado



Fonte: Autores

A corrente colocada na base, ampliou a o ângulo de giro da base. Aumentando a possibilidade de pegar objetos mais distantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui – se, com o projeto do braço mecânico hidráulico controlado por seringas, que além da sua enorme utilidade na indústria, os resultados obtidos fizeram com que os integrantes entendessem mais sobre o mecanismo hidráulico, e suas possíveis aplicações na engenharia mecânica. Durante a execução do projeto algumas dificuldades foram observadas, tais como: dimensionamento das peças, que foram resolvidos fazendo moldes de diversos tamanhos até encontrar o ideal; para encontrar o material correto para o corpo do projeto foram feitos testes e pesquisas até chegar no mais adequado; Para possíveis trabalhos futuros, sugere-se o aprimoramento deste dispositivo, desenvolvendo outro tipo de controle, para que ele deixe de ser manual, além de considerar dimensionamentos mais aprimorados, a partir do avanço do curso e o estudo de disciplinas mais complexas. Além disso, pode ser utilizado óleo hidráulico no lugar da água.

REFERÊNCIAS

USINAGEM BRASIL. “**A história das máquinas**” conta os 70 anos da ABIMAQ. Disponível em: <https://www.usinagem-brasil.com.br/2934-a-historia-das-maquinas-conta-os-70-anos-da-abimaq/> Acesso em: 18 abr. 2022.

JACOB, Ana Carolina Pitzer. A engenharia hidr[áulica no Brasil. Disponível em: <https://www.aquafluxus.com.br/a-engenharia-hidraulica-no-brasil/?lang=en>. Acesso em: 17 abr. 2022.

ANJOS, Talita Alves dos. Corpos rígidos. **Brasil Escola**. Disponível em: <http://brasilescola.uol.com.br/fisica/corpos-rigidios.htm>. Acesso em: 17 abr. 2022.

ANJOS, T. A. Grandezas físicas. Mundo Educação. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/grandezas-fisicas.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

MARQUES, G. C.; UETA, N. **Mecânica (Básico)**: composição do movimento, movimento em duas dimensões. São Paulo. 2008. Disponível em: <http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/composicao/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

PUCCI, Luís Fabio S. Princípio de Pascal: teoria e aplicações. **Pedagogia e Comunicação**, 23 mar. 2009. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/principio-de-pascal-teoria-e-aplicacoes.htm>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. Pressão. **Brasil Escola**. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/pressao.htm>. Acesso em 15 abr. 2022.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. Princípio de Pascal. **Brasil Escola**. Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/principio-de-pascal.htm>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Momento de uma força. **Brasil Escola**. Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/momento-uma-forca.htm>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SOUZA, Ivam H.; ANDRADE, Eunice M.; SILVA, Elio L. Avaliação hidráulica de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software “Bubblers” **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.264-271, jan./abr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n1/24893.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2022.

VENDAS ESPECIAIS: LUCRATIVIDADE ADVINDA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS

SPECIAL SALES: PROFITABILITY FROM RECYCLABLE WASTE

Profa. Me. Sonia de Oliveira Morcerf¹

Prof. Dr. Dener Martins dos Santos²

Beatriz Campos Machado da Costa³

Maria Letícia da Costa Reis⁴

Rogério Clynton Ribeiro⁵

RESUMO

Vendas Especiais é uma das terminologias utilizadas para um setor que tem papel importante na cadeia de gestão de resíduos. Em busca do entendimento dessa cadeia foi realizada uma pesquisa de campo numa organização que opera com esse setor com o objetivo de apontar onde se aplicam as políticas voltadas para a sustentabilidade que é um dos grandes anseios da sociedade na atualidade, associado aos benefícios para a organização e implantação. O resultado da pesquisa apresentou que não se tratava apenas do cumprimento das determinações dos órgãos fiscalizadores, mas sim de uma reestruturação que abrangeria mudança cultural organizacional, descarte correto dos resíduos não recicláveis em aterros sanitários. No caso daqueles recicláveis ora denominados de co-produtos, o beneficiamento para outras organizações como matéria-prima, aumentariam a satisfação financeira dos *shareholders*.

Palavras-Chave: Vendas especiais. Sustentabilidade. Co-produto.

ABSTRACT

Special Sales is one of the terminologies used for a sector that plays an important role in the waste management chain. In search of understanding this chain, field research was carried out in an organization that operates with this sector in order to point out where the policies aimed at sustainability are applied, which is one of the great desires of society today, associated with the benefits for the organization. and deployment. The result of the research showed that it was not just about complying with the determinations of Organs supervisory bodies, but a restructuring that would cover organizational cultural change, correct disposal of non-recyclable waste in sanitary landfills. In the case of those recyclables now called co-products, the processing for

¹ Professora – Centro Universitário de Barra Mansa – UBM. Email: sonia.morcerf@ubm.br

² Professor - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM) e Prof. Associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Email: dener.martins@ubm.br

³ Acadêmica - Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa. Email: bicacosta_bm@hotmail.com

⁴ Acadêmica – Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa. E-mail: marialele.costa@hotmail.com

⁵ Acadêmico - Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa. Email: clyntonribeior@gmail.com

other organizations as raw material would increase the financial satisfaction of shareholders.

Keywords: Special sales. Sustainability. Co-product.

1 INTRODUÇÃO

Numa busca permanente por dispositivos e ferramentas que colocadas em prática garantem o cumprimento de leis e normas que tem como objeto principal a preservação do meio ambiente, as organizações vislumbram a criação de setores que façam a gestão ambiental que ora está focada no descarte correto dos resíduos gerados no processo produtivo e na prestação de serviços. Para os resíduos recicláveis se coloca em prática a economia circular, pois, o que é resíduo para uma organização para outra é matéria prima, já os resíduos não recicláveis são destinados a aterros sanitários. No que tange a realização de um projeto dessa natureza se faz necessário a conscientização de todos os colaboradores, já que existe a responsabilidade individual para o descarte seletivo. Logo, o setor de Vendas Especiais desses resíduos recicláveis possuiria locais apropriados e estes seriam armazenados e ofertados para outras organizações. Essa prática é interessante tanto para os *stakeholders*, quanto para os *shareholders*, pois, além da boa imagem da organização frente a demanda por sustentabilidade, agrega lucro.

Weetman (2019) apresenta os pilares da economia circular que colocados em prática garantirão êxito para os *shareholders*, já que a organização precisa ser inovadora para se manter ativa no mercado e gerar lucros, além de atender a crescente demanda por sustentabilidade frente aos *stakeholders*. Campos (2017) explicita a importância da logística reversa que tem um papel importante na aplicabilidade de Vendas Especiais. Entre outros autores que apontam a importância de outros setores relevantes para a implantação de uma gerência dedicada aos resíduos gerados em todo o parque industrial, seja na fabricação de produtos ou prestação de serviços.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a importância da criação do setor de Vendas Especiais que envolve a organização no todo e a conecta com outras organizações inclusive de outras nações para receberem seus resíduos recicláveis que ora servirão de matérias-primas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar os pontos mais relevantes relativos a Vendas Especiais e onde são aplicados. Avaliar os benefícios da implantação desse setor para os *stakeholders* e os *shareholders* e se depende do abarcamento de todos os colaboradores.

Averiguar se é possível fabricar produtos e prestar serviços com qualidade, agredindo cada vez menos a natureza e gerando lucros. Investigar a importância do descarte e da coleta seletiva para o sucesso do setor.

1.3 JUSTIFICATIVA

A população cada vez maior e mais consumista propicia o aumento da demanda por produtos cada vez melhores e ecologicamente corretos. A natureza sofre enormes impactos com as extrações de matérias-primas e descartes incorretos de resíduos e nessa direção há o aprimoramento de políticas que garantem a fabricação de produtos e prestação de serviços que atendam os anseios da sociedade para a sustentabilidade. Nos últimos tempos muito se relata a respeito da economia circular que além de colocar em prática a sustentabilidade amplamente, gera lucros para as organizações.

Algumas organizações estão criando setores como o de Vendas Especiais com o objetivo de gerenciar principalmente a coleta e o descarte seletivo de forma a atender tal demanda gerando lucros. É preciso explicitar tanto para os *stakeholders* quanto para os *shareholders* que o benefício vem de colocar em prática as políticas de responsabilidade ambiental, econômica e social com a geração de renda diante a prática da economia circular e isso se dá com a venda dos resíduos recicláveis gerados durante o processo produtivo ou prestação de serviços.

2 ASPECTOS GERAIS DE VENDAS ESPECIAIS

2.1 SUSTENTABILIDADE

Segundo BARBOSA (2018), em qualquer segmento de negócio, uma organização existe para gerar valor. Ele deve estar muito claro para todos os *stakeholders*, pois, é o responsável pela longevidade da organização e base para a definição de toda a estratégia a ser adotada. O valor é diretamente influenciado pelos impactos positivos e negativos (riscos e oportunidades) que a organização produz com suas atividades, produtos e serviços, nos ambientes interno e externo a ela. Os

impactos podem afetar outros capitais que não o econômico/financeiro e, por isso, devem ser mapeados no gerenciamento de riscos, associados aos processos de governança. Neste contexto, a sustentabilidade contribui fortemente, e de forma imprescindível, para que a organização continue existindo em um mundo cheio de incertezas. É necessário entender que ser sustentável não é simplesmente: Plantar árvores... e, muito menos abraça-las, isso é amar a natureza. Apagar as luzes todas as vezes que sai de um ambiente, isso é fazer economia de energia. Fechar a torneira, a cada vez que se escovam os dentes ou se toma banho sem estar usando a água corrente, isso é fazer economia de água. Separar lixo, sem considera-los resíduos que podem ser insumos importantes em uma cadeia produtiva e, muito menos, sem conhecer se a sua destinação será correta, isso pode ser somente um trabalho inútil. Sustentabilidade é muito mais do que isso. Todos esses exemplos podem contribuir para que a organização se torne sustentável, mas não necessariamente isso acontecerá somente com ações isoladas. É necessário ter conhecimento estruturado dos reais impactos sociais, ambientais e/ou econômicos, positivos e negativos, criados. Os dicionários costumam definir sustentabilidade como a característica ou condição do que é sustentável. Resumindo os inúmeros significados para o verbo sustentar e aplicando-os para o mundo corporativo, pode-se reconhecer que tornar uma organização sustentável quer dizer: Evitar sua queda, manter o seu equilíbrio, ajudá-la a lutar, resistir, aguentar e se proteger de incertezas, impedir sua ruína e mantê-la firme. Garantir e fornecer os meios necessários à sua sobrevivência, seu fortalecimento, sua conservação, continuação ou manutenção, por um tempo maior do que o normal.

Alves (2019) frisa que, as questões ambientais têm sido debatidas em vários países, especialmente assuntos referentes às mudanças climáticas, proteção das espécies da fauna e flora, produção de alimentos orgânicos, poluição e reciclagem de produtos. O consumo verde pode ser considerado uma função da prosperidade de um país ou de um povo, pois, o interesse pelas questões ambientais surge quando as necessidades básicas do indivíduo, como moradia, alimentação e emprego tiverem sido satisfeitas. Essa afirmação é corroborada pelo fato de que o consumo verde atingiu seu nível mais elevado em países desenvolvidos como a Suécia e a Alemanha. A decisão do consumidor tem grande impacto sobre o meio ambiente e a sociedade. Produtos oriundos de atividades agrícolas e pecuárias que provocam desmatamento,

por exemplo, só conseguem se estabelecer no mercado porque existe uma demanda de consumidores dispostos a comprar tais produtos, sem se preocuparem com a sua procedência responsável. Nesse contexto, nota-se que a sustentabilidade ambiental é um assunto complexo e que pode ser analisada de diferentes perspectivas. Está relacionada à produção das empresas e ao comportamento de consumidores e governos, por isso aspectos como descarte, reutilização e reciclagem de produtos e embalagens devem ser considerados. Também merecem destaque o uso de energias mais limpas em detrimento daquelas advindas de combustíveis fósseis, o que terá impacto direto nas formas de mobilidade urbana e também nos diversos tipos de meio de transporte mais sustentáveis como transporte público elétrico, figura 1.

Figura 1: Transporte Público Elétrico



Fonte: ARAUJO, Amanda. Segundo ônibus elétrico de Bauru já irá rodar pelas ruas da cidade! **Social Bauru**, 21 nov. 2018. Disponível em: <https://www.socialbauru.com.br/2018/11/21/segundo-onibus-eletrico-de-bauru/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

2.2 ECONOMIA CIRCULAR

De acordo com Weetman (2019), a estrutura da economia circular está basicamente dividida em seis blocos: Inputs circulares, design do produto, design do processo, fluxos circulares (figura 2), modelos de negócio e, finalmente, capacitadores e aceleradores. Esses blocos são descritos sucintamente.

Figura 2: Fluxo Circular



Fonte: AUGUSTO, Caio. Economia circular: por que importa? E onde nos levará? **Terraço Econômico**, 23 jul. 2020. Disponível em: <https://terracoeconomico.com.br/economia-circular-por-que-importa-e-onde-nos-levara/>. Acesso em: 12 ago. 2022

2.2.1 Inputs Circulares

Segundo Weetman (2019), significa projetar o produto para usar recursos sustentáveis em sua lista de materiais. Estes devem ser seguros, não tóxicos, renováveis e, de preferência, reciclados. A especificação de materiais substitutos potenciais pode reduzir o risco de possíveis faltas de suprimentos, melhorando a segurança do fornecimento.

2.2.2 Design do Produto

Weetman (2019) salienta que, o bom design poderia promover a longevidade, possibilitando que o produto dure mais, na primeira “vida” (ou ciclo) e nas subsequentes, de modo a ser usado sucessivas vezes, por mais tempo. É fácil desmontá-lo e repará-lo? O design deve capacitar e encorajar fluxos circulares, para manter o produto, as partes e os materiais circulando, com o maior valor possível, em sucessivos ciclos, os mais longos possíveis? O design deve simplificar a desmontagem ao fim de cada ciclo de uso, para permitir acesso fácil aos recursos futuros.

2.2.3 Design do Processo

Weetman (2019) evidencia ainda que, o processo de manufatura deve incluir o planejamento de fluxos circulares, de modo a preservar “nutrientes” para o uso futuro. Também precisam minimizar o uso de recursos, tanto de materiais quanto de inputs de processo, como energia, água e outros adjuvantes, que se transformam em recursos incorporados no produto. Você pode criar ou desenvolver subprodutos e coprodutos? Você é capaz de remanufaturar ou renovar produtos para novos ciclos de uso? Você conseguiria desenvolver fluxos simbióticos, de ida e volta, com outros setores de atividade, benéficos para todas as partes?

2.2.4 Fluxos Circulares

Também de acordo com Weetman (2019), como você recuperará os produtos, partes ou materiais, sem perder valor nos fluxos reversos? Qual seria a melhor maneira de estabelecer fluxos circulares, ou de “recuperação de saída” (*output recovery*)?: Opções de reutilização, em que o produto é revendido ou compartilhado. Remanufatura, para que o desempenho do produto seja compatível com o outro “novo”, numa segunda vida. Reciclagem, para que os materiais ou componentes sejam usados em outro produto.

2.2.5 Modelos de Negócio

Ainda de acordo com Weetman (2019), os modelos de negócio e as estruturas comerciais podem promover a circulação do produto, partes ou materiais. Isso inclui modelos de serviço para substituir a propriedade, como *pay-per-use*, *lease and hire* (*leasing* e aluguel), compartilhamento, e sistemas de troca. Reparos, manufatura, reciclagem ou revenda também podem formar a base do modelo de negócio.

2.2.6 Capacitadores e Aceleradores

Weetman (2019) afirma ainda que, É possível se beneficiar com “Capacitadores” e “Aceleradores”, ao longo de toda a cadeia de valor. Os Capacitadores incluem “química verde”, para melhorar a escolha de material ou ajudar no desenvolvimento de subprodutos; abordagens de biomimética, para o design de

produtos e seleção de materiais; código aberto e abordagens de pensamento sistêmico. A tecnologia abrange computação na nuvem (*cloud computing*), internet das coisas (*Internet of Things – IoT*) e tecnologia de sensores (*sensor technologies*), big data, impressão 3D, *apps* móveis (*mobile apps*) e plataformas de compartilhamento e internet móvel (*mobile internet*). As abordagens de *stewardship* do produto estão ajudando a acelerar a transição. Os exemplos incluem avaliações do ciclo de vida (*life-cycle assessments*) do produto, padrões éticos e certificações, e melhor compreensão das pegadas de recursos e das fontes de material sustentável. Iniciativas da indústria colaborativa, como Round Table on Responsible Palm Oil, ou Better Cotton Initiative, podem ajudar a acelerar a disponibilidade de recursos renováveis mais sustentáveis. Políticas públicas e legislação também são úteis, com o governo regulando e tributando o *stewardship* do produto ou responsabilidade estendida do produtor, e induzindo as empresas a assumirem os custos externalizados, como poluição. O enfoque da economia circular é apoiado por conceitos baseados em eficiência dos recursos, ou ecoeficiência, sustentabilidade, responsabilidade social da empresa (RSE) (*corporate social responsibility – CSR*) triplo resultado (*triple bottom line*); mas essas visões mais restritas não são tão sistêmicas e amplas quanto a da economia circular, e podem ser classificadas como estratégias encorajadores, que são “menos ruins”, em vez de fazerem “mais bem”.

2.3 GESTÃO AMBIENTAL

De acordo com Dal Forno (2017), entende-se que a gestão ambiental tem se mostrado uma importante ferramenta de competitividade para as organizações produtivas de diversos setores, e essas preocupações ambientais têm acarretado mudanças produtivas, de comercialização e consumo. Nesse sentido, emerge uma demanda pela construção de procedimentos sistemáticos, a fim de gerenciar e controlar as ações sobre o meio ambiente. Um desses procedimentos constitui-se como Sistema de Gestão Ambiental (SGA), caracterizado por um conjunto de ações, visando o planejamento, a organização, o controle e a minimização dos impactos ambientais causados pelos processos produtivos. A preocupação global com a conservação da natureza decorre da necessidade de protegê-la. Responsabilizar-se pelo ambiente significa também cuidar da espécie humana. Diante disso, cresce uma nova consciência ambiental, que surge a partir das transformações culturais.

Para Borger (2020), a responsabilidade social das empresas tem-se tornado um dos temas de gestão empresarial mais debatidos e propagados, constituindo uma variável importante na estratégia competitiva das empresas e na avaliação do seu desempenho. As empresas estão tendo de competir num ambiente de negócio cada vez mais complexo, no qual não é mais suficiente oferecer qualidade e preço competitivo, não é mais suficiente obedecer às leis e pagar impostos. As companhias de sucesso serão cada vez mais pressionadas para olhar intensamente o impacto das suas operações dentro e fora de suas paredes institucionais e, cuidadosamente, verificar os impactos de suas políticas e ações em seus empregados, clientes, comunidades e na sociedade como um todo. Nos últimos anos, as questões ambientais invadiram os negócios e mostraram a capacidade de criar valor para clientes, acionistas e outras partes interessadas. As forças de globalização levaram empresas a incorporar a dimensão socioambiental na gestão. Essas forças ampliaram a preocupação pública e dos governos com questões como mudança climática, poluição industrial, segurança alimentar, degradação dos recursos naturais, direitos humanos, entre várias outras. Consumidores estão exigindo produtos e serviços de empresas socialmente responsáveis, governos estão estabelecendo políticas e regulamentações mais restritivas, e os investidores também estão estimando os riscos ambientais e sociais dos investimentos. Ainda é raro encontrar a questão ambiental tratada de fato como integrante da responsabilidade social, sendo essa uma boa razão para empregar o termo responsabilidade socioambiental para esclarecer que as questões socioambientais são indissociáveis.

2.4 LOGÍSTICA REVERSA

De acordo com Campos (2017), a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas entre os agentes envolvidos. Trata-se de importadores, fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Seu principal objetivo é minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados e também a redução dos impactos causados às pessoas e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. A PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) considera a logística reversa um dos instrumentos para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, que é

considerada um instrumento de desenvolvimento econômico e social. Caracteriza-se por diversas ações e procedimentos em busca da viabilização da coleta e da restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial. O objetivo é uma destinação final ambientalmente adequada desses resíduos por meio de seu reaproveitamento tanto em seu ciclo como em outros ciclos produtivos.

Ainda de acordo com Campos (2017), logística reversa é a área da logística que atua de modo a gerenciar bens e materiais após sua venda e consumo, retornando estes a sua origem, agregando valor. Economicamente, ambientalmente e socialmente, essa ferramenta tem tamanha contribuição com relação ao reaproveitamento de material e até mesmo produtos acabados, assim contribuindo com a diminuição da necessidade de matéria-prima em alguns casos. A gestão da logística reversa pode ser definida como *Gestão de Recuperação de Produtos* (PRM – Product Recovery Management), pois, cuida dos produtos e dos materiais após seu uso. Algumas das atividades da logística reversa funcionam, de certa forma, não apenas como as que acontecem no caso de devolução de itens defeituosos ou que sofrem avarias, mas a logística reversa se refere a todos os processos de recolher, desmontar e processar produtos usados, partes de produtos e/ou materiais para garantir uma recuperação total ou parcial, o que traz benefícios ao meio ambiente, figura 3.

Figura 3: Ciclo da Logística Reversa



Fonte: VOCÊ sabe quais são os principais tipos de logística reversa? Maplink, 01 out. 2019. Disponível em: <https://maplink.global/blog/tipos-logistica-reversa/>. Acesso em: 12 ago. 2022

2.5. ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND CORPORATE GOVERNANCE

Segundo Cruz (2022), ultimamente tem se falado muito em ESG, seja referindo-se a empresas que o adotam como estratégia, seja nominando fundos de investimento. A sigla significa *Environmental, Social and Governance*; traduzindo: Meio ambiente, social e governança corporativa. Em janeiro de 2020, no Fórum Econômico Mundial, em Davos, Suíça, empresários concluíram que chegou a vez de as empresas olharem mais para os interesses das pessoas que são afetadas e que afetam seus negócios, os chamados *stakeholders*, do que para os interesses dos acionistas (*shareholders*). A isso deram o nome de *capitalismo dos stakeholders*, ou seja, o foco não está mais na distribuição dos lucros, mas sim no que a empresa pode fazer para tornar o mundo melhor, claro que sem deixar de ganhar dinheiro com a venda de seus produtos ou serviços. A desigualdade social, o racismo estrutural, as mudanças climáticas, o avanço da inteligência artificial e mesmo a pandemia do novo coronavírus são apenas alguns dos muitos problemas urgentes com que todos precisam lidar, e as empresas têm sido cobradas por seus *stakeholders* a ter um posicionamento sobre esses males e apresentar ações para mitigá-los.

Ainda de acordo com Cruz (2022), os consumidores querem produtos melhores, mas ao mesmo tempo exigem que as empresas deixem um impacto positivo sobre o planeta. Isso também precisa ser internalizado por aqueles que divulgarão produtos e serviços de seus clientes. A geração dos *millennials* preocupa-se sobremaneira com os impactos ambientais e sociais de suas ações e está ingressando no mercado de trabalho, realizando investimentos e decidindo o que e como consumir. Para essa geração, propósito é muito mais relevante do que salário quando da escolha de um trabalho; ao consumir, quer produtos que sejam socioambientalmente corretos e, ao investir, quer fazê-lo em empresas que respeitem seus *stakeholders* e o meio ambiente e assumam uma postura clara contra as injustiças sociais. Também é possível utilizar-se o ESG para mensurar riscos. Assim, além de analisar a governança, o mercado financeiro passa a verificar questões relacionadas ao meio ambiente e ao social. Ao estabelecer o ESG como parâmetro para a gestão de riscos, temas como vazamento de óleo e produtos químicos, uso de trabalho infantil na cadeia de fornecedores, discriminação e preconceito são fatores que entram na lupa da agenda ESG. Uma empresa que adere às boas práticas em ESG revela que procura minimizar seus impactos no meio ambiente; cuidar melhor das pessoas de seu

entorno, respeitando diferenças, promovendo diversidade, igualdade e inclusão e se posicionando sobre questões relevantes para a sociedade; implementar políticas e ações que evidenciem transparência, prestação de contas, equidade e responsabilidade. E, claro, conseguirá atrair e reter talentos e chamará a atenção dos consumidores.

3 ANÁLISE DE VENDAS ESPECIAIS

Foi realizada uma pesquisa de campo de forma a constatar a aplicabilidade de políticas como sustentabilidade e economia circular, por exemplo. Vendas especiais é uma das nomenclaturas que podem ser usadas pelas organizações para a criação de setores dedicados ao descarte de resíduos e que envolve outros setores da própria organização. Com uma crescente demanda por preservação do meio-ambiente as organizações colocam em prática as políticas que atendem aos anseios da sociedade mundial de forma a não provocar impactos negativos para os *shareholders*, já que cuidar do meio ambiente passa a não ser visto apenas como consciência ambiental, mas também uma forma de gerar lucros.

Seja no processo de fabricação de produtos ou prestação de serviços, são gerados resíduos que se dividem em recicláveis e não recicláveis, os recicláveis são gerados nos mais diversos tipos de segmentos produtivos como: farmacêutico, agronegócio, química fina, siderurgia, mineração, metalurgia, entre outros em âmbito global. Verificou-se um fluxo pré-estabelecido entre a geração dos resíduos não recicláveis e a venda conforme demonstrado na tabela 1.

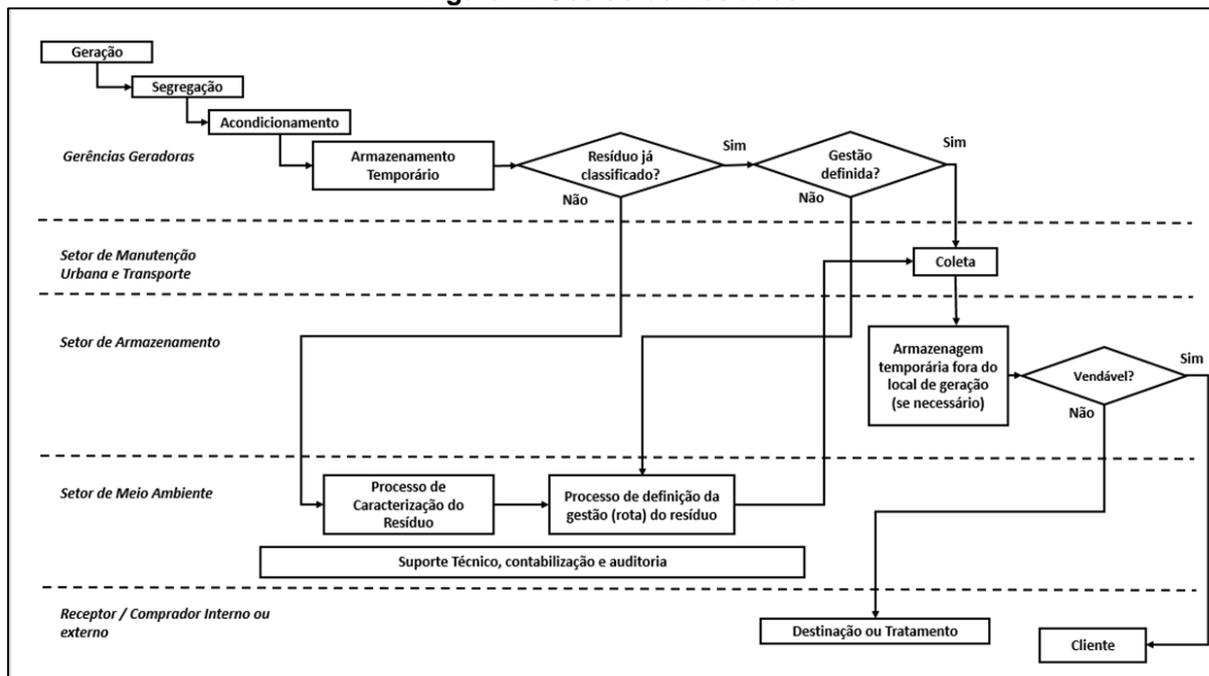
Tabela 1: Fluxo das atividades na coleta seletiva

Fase	Atividade	Responsável	Como
01	Geração de resíduos: Recicláveis e não recicláveis	Área Geradora	Durante as atividades e rotinas
02	Segregação e disposição de resíduos nos coletores da Coleta Seletiva	Todos os colaboradores	Manualmente, antes do descarte
03	Recolhimento dos resíduos dispostos nos coletores, identificação dos sacos e disposição no local de armazenamento temporário (Gaiola de Coleta Seletiva)	Contratada responsável pela limpeza social	Resíduos recicláveis (Coletores vermelho, azul, amarelo e verde) são colocados na gaiola para serem enviados ao Posto de Recicláveis. Rejeitos não recicláveis (coletores cinza e marrom) são colocados na caçamba de lixo social para disposição em Aterro Sanitário
04	Recolhimento dos resíduos recicláveis na gaiola e envio para o Posto de Recicláveis	Gerência de Transporte	Através de veículo adequado Os rejeitos são recolhidos na caçamba de lixo social por empresa contratada e enviados para disposição em Aterro Sanitário
05	Recebimento de resíduos recicláveis no Posto	Posto de Recicláveis	Recebimento, pesagem, apontamento dos sacos, triagem conforme cada tipo de resíduo, nova pesagem, armazenamento Rejeitos e/ou resíduos recicláveis contaminados são descartados em caçamba de lixo social Elaboração de indicador de Coleta Seletiva
06	Venda de materiais recicláveis	Gerência de Vendas	Através de leilão de clientes prospectados

Fonte: Autores (2022).

Verificou-se ainda o fluxo na gestão desses resíduos separando por setores responsáveis de acordo com a Figura 4.

Figura 4: Gestão de Resíduos.



Fonte: Autores (2022).

Com a criação do setor de Vendas Especiais, além de colocar em prática as políticas de preservação do meio ambiente, há um grande trabalho de conscientização

aos colaboradores e uma prática rentável para os *shareholders*, além de melhorar a imagem da organização frente aos *stakeholders*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste trabalho foi averiguar a base de sustentação para a criação do setor de Vendas Especiais, alicerçado por revisão bibliográfica e analisar os impactos da reestruturação para que não seja apenas um cumprimento de leis e normas, mas sim uma forma de cumprir as determinações dos órgãos fiscalizadores no que tange a gestão de resíduos e beneficiando os *shareholders*, por consequência.

De posse da compreensão da escassez de algumas matérias-primas e os impactos provocados na natureza pela extração de outras, com o agravante do descarte incorreto dos resíduos gerados durante a fabricação de produtos e prestação de serviços, as organizações investem maciçamente para se adaptarem as demandas mundiais no que tangem as necessidades da preservação do meio ambiente e a minimização dos impactos promovidos pelas suas ações. Esse investimento não se relaciona somente com pesquisas, substituição de equipamentos do parque produtivo ou para prestação de serviços, muito se tem investido no desenvolvimento de políticas e recursos humanos para colocar em prática essas políticas.

As organizações existem para dar lucros para seus donos e/ou acionistas, quando se fala em economia circular, por exemplo, é um mecanismo que coloca em prática amplamente a sustentabilidade, agregando lucro para a organização. Devido à rapidez e qualidade que as informações são veiculadas atualmente, traz benefício como uma boa imagem da organização que preza por valores de responsabilidade ambiental, econômica e social, o uso de dispositivos como o ESG evidencia o quão possível é oferecer produtos e serviços com preços acessíveis, agredindo menos a natureza e ampliando a satisfação dos *shareholders*.

Com a implantação do setor de Vendas Especiais a organização atende os anseios da sociedade por produtos de qualidade obedecendo as normas internacionais de sustentabilidade e divulgando as ferramentas que são referências para gerenciamento ambiental. Toda mudança é um processo e todo processo é constituído de etapas e para as organizações isso se torna complexo no sentido de precisar fazer uma reestruturação cultural, já que não envolve apenas o alto escalão, mas sim todos os colaboradores e essa etapa tem um papel importante que é a

conscientização individual de que ações simples como o descarte seletivo, contribui muito para a implantação de algo relevante como é o setor de Vendas Especiais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Ricardo R.; **Sustentabilidade empresarial e mercado verde: a transformação do mundo em que vivemos.** Rio de Janeiro: Vozes, 2019. 208 p.
- ARAUJO, Amanda. Segundo ônibus elétrico de Bauru já irá rodar pelas ruas da cidade! **Social Bauru**, 21 nov. 2018. Disponível em: <https://www.socialbauru.com.br/2018/11/21/segundo-onibus-eletrico-de-bauru/>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- AUGUSTO, Caio. Economia circular: por que importa? E onde nos levará? **Terraço Econômico**, 23 jul. 2020. Disponível em: <https://terracoeconomico.com.br/economia-circular-por-que-importa-e-onde-nos-levara/>. Acesso em: 12 ago. 2022
- BARBOSA, Christina; LOPES, Sonia. **Sustentabilidade: gestão estratégica na prática.** Rio de Janeiro: Brasport, 2018. 232 p.
- BORGER, Fernanda G. *et. al.* **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações.** São Paulo: SENAC, 2020. 358 p.
- CAMPOS, Alexandre de; GOULART, Verci D. G. **Logística reversa integrada: sistemas de responsabilidade pós-consumo aplicados ao ciclo de vida dos produtos.** São Paulo: Érica, 2017. 184 p.
- CRUZ, Augusto. **Introdução ao ESG: meio ambiente, social e governança corporativa.** São Paulo: Scortecci, 2022. 160 p.
- DAL FORNO, Marlise A. R. **Fundamentos em gestão ambiental.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017. 86 p.
- VOCÊ sabe quais são os principais tipos de logística reversa? **Maplink**, 01 out. 2019. Acesso em: Disponível em: <https://maplink.global/blog/tipos-logistica-reversa/>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- WEETMAN, Catherine. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa.** São Paulo: Autêntica Business, 2019. 603 p.