

**Prêmio GLP de Inovação
e Tecnologia 2020**

IMPLEMENTAÇÃO DE RODAS DENTADAS BIPARTIDAS EM TRANSPORTADORES DE ESTEIRA

CATEGORIA: PROJETO DE INSTALAÇÕES E SAÚDE



SUMÁRIO

1. Autores	2
2. Empresas	3
3. Objetivos e Justificativas.....	4
4. O Equipamento	5
5. Metodologia.....	6
6. Definição do problema	7
7. Mensuração	8
8. Análise e Implementação	11
9. Controle	13
10. Considerações Finais.....	15
11. Referências Bibliográficas	18

1. AUTORES

Igor da Silva Santos

✉ igorsilsantos@hotmail.com | ☎ 71 99257-4393;

Engenheiro Mecânico, formado pela Universidade Estácio de Sá, Igor tem o perfil “Hands on”, e conta com 8 anos de experiência com manutenção e processos industriais, tem também, formação técnica em Mecânica pelo SENAI CIMATEC, e ingressou na Ultragaz no ano de 2017, e desde então desenvolveu e participou de muitos processos de melhoria; em sua carreira, já alcançou feitos expressivos e já atuou em grandes empresas.



Tales Mateus Oliveira dos Santos

✉ taales10@hotmail.com | ☎ 71 99710-9834.

Engenheiro Mecânico, formado pela Universidade Estácio de Sá, tem certificação Lean Six Sigma Green Belt, creditado pelo *COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION*, e atualmente cursa MBA em Gestão da Manutenção, no Centro Universitário SENAI CIMATEC; Tales ingressou na Ultragaz no ano de 2016, como jovem aprendiz, no setor da manutenção e hoje faz parte do corpo técnico da Ultragaz no seguimento domiciliar no Mercado Bahia, Tales conta também com formação Técnica em Mecânica, pelo SENAI CIMATEC.



2. EMPRESAS

2.1 ULTRAGAZ

A Ultragaz é pioneira na distribuição de GLP, engarrafado e a granel no país, é também referência em inovação e na criação de soluções para uso do GLP (gás liquefeito de petróleo), para isso conta com um moderno laboratório de pesquisa e desenvolvimento de **gases especiais** fazendo a diferença na vida de tantas pessoas e negócios.



Com 83 anos de história, ela busca estar cada vez mais presente na rotina dos consumidores, estando presente em 22 estados brasileiros e no Distrito Federal, com uma estrutura de 18 bases de engarrafamento e 25 para estocagem e distribuição. Está presente em mais de 11 milhões de domicílios, e tem 54 mil clientes empresariais, fornecendo 1,7 milhão de toneladas de GLP, em sua cadeia de distribuição dispõe de 5,4 mil revendedores, e 3,6 mil funcionários, a companhia conta com um, e tem utilizado sua energia para mudar a vida das pessoas.

2.2 ABA CORRENTES

Localizada na cidade de Batatais a ABA CORRENTES e Engrenagens Ltda, é especializada na fabricação e distribuição de peças para todos os tipos de máquinas industriais e agrícolas desde 1995. Atua no território nacional com uma equipe de profissionais experientes e competentes que constantemente são treinados para garantir ao cliente a melhor solução de seus problemas.



“Know-how” de mais 30 anos fabricando e garantindo ao cliente a solução dos problemas relacionados ao custo benefício para manutenção mecânica e departamento de suprimentos, a ABA, participou do projeto de melhoria, sendo a responsável por fabricar ideia.

3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

3.1. Objetivo Geral:

Desenvolvimento e implementação de rodas dentadas bipartidas fabricadas em Ferro Fundido Nodular em transportadores de esteiras, substituindo as Rodas Dentadas Inteiriças, a fim de melhorar a manutenibilidade do equipamento (transportador), melhorar a ergonomia e diminuir o esforço do técnico nas atividades, e conseqüentemente redução de custo quando diz respeito a Hora-Homem ou no momento de uma eventual manutenção corretiva durante o processo produtivo, reduzindo todos os impactos causado por uma falha neste componente.

3.2. Objetivo específico:

- Aumentar o indicador de manutenibilidade dos transportadores de esteiras;
- Tornar versátil as permutas das rodas, desprezando o alto passivo de engripamento;
- Diminuir o tempo de execução da atividade de substituição das rodas seja em caso de corretiva ou corretiva programada.
- Melhorar a ergonomia e diminuir o esforço físico do técnico no momento da substituição dessas rodas.

3.3 Justificativa:

O que fomenta o interesse do desenvolvimento desse trabalho é a cultura da manutenção voltada para a confiabilidade e conseqüentemente os impactos na lucratividade da empresa. Executar melhorias, fazer acompanhamentos e pensar na manutenção versátil do equipamento são variáveis fundamentais para ter uma confiabilidade ideal em um determinado equipamento. O Trabalho também é justificado por um fator muito importante que impacta diretamente na produtividade de um técnico de manutenção, a ergonomia, de acordo com a NR 17 problemas ergonômicos são os que mais afastam profissionais de suas atividades, aumentando o absenteísmo e comprometendo o contingente do corpo de manutenção.

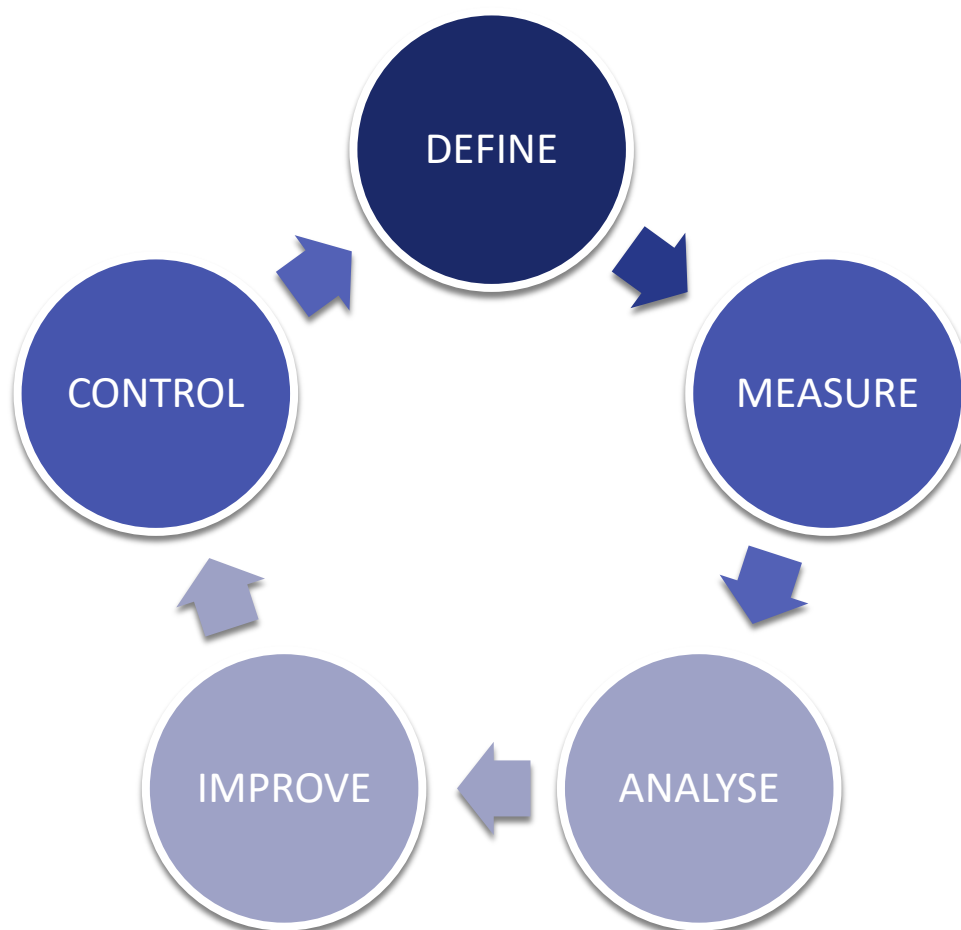
No caso em questão o equipamento é um transportador de corrente, instalado numa planta de envase de GLP (Gás liquefeito de petróleo), sua função é conduzir os botijões por todo processo, desde a chegada, ao descarregar a carreta, passando pelo envase em si, até o carregamento da carreta novamente.

O tipo construtivo deste transportador consiste em um conjunto acionador, com motor acoplado a um redutor que é responsável por proporcionar um determinado torque ao eixo principal, que por sua vez é suportado por dois mancais de rolamentos. Sob o eixo principal também são montadas duas rodas dentadas, fixadas através de chavetas, e que contam com espaçadores que as-limitam em um possível deslocamento axial, no geral, o modelo das rodas é o SM-1200, e função deste elemento é estar em contato direto com a corrente SM-1200 (Corrente transportadora).

Com essas características de montagem, observa-se que em caso de falha potencial ou falha funcional, faz-se necessário desmontar todo o equipamento, visto que todos os elementos são montados no sentido axial e sequencialmente no eixo.



Para implementar a melhoria, os autores utilizaram a metodologia DMAIC, que consiste em um ciclo de 5 etapas, sendo estas: Define - Definição do problema ou processo a melhorar, Measure - medição dos fenômenos associados ao problema, Analyse - análise de dos fenômenos e análise de soluções, Improve - implementação da melhoria, e Control - controle de resultados comprando com o medido na fase de mensuração.



Fonte: Autores

6. Definição do Problema

A unidade de envase está localizada em região litorânea, nessas condições o processo de oxidação é acelerado, por esse motivo, mesmo adotando precauções de montagens, como: instalação dos componentes com folgas máximas admissíveis. A equipe de manutenção deste terminal sempre encontra problemas na hora de realizar manutenção nessa máquina,



especificamente para substituir as rodas SM-1200, sempre há engripamento entre as rodas e o eixo, tornando mais árduo e demorado a atividade.

Também, deve-se levar em consideração, a possibilidade de situações adversas que façam com que estas rodas quebrem repentinamente, e haja a necessidade de realizar uma corretiva não programada, nestes casos, os impactos para a empresa são bem maiores, pois toda a subárea onde aconteceu esse evento deverá ser paralisada, para que o técnico faça a permuta dessas rodas com segurança, garantindo que em caso de centelhamento não corra o risco de acontecer um incêndio. Com essa paralisação a empresa entra num período de lucro cessante, ou seja, é extremamente prejudicial a companhia.

O Peso do conjunto (eixo e rodas) acaba se tornando mais um agravante, o que caracteriza as atividades de montagem e desmontagem deste conjunto como atividade insalubre a saúde do colaborador, por isso, tais atividades têm que ser obrigatoriamente realizadas por mais de um Técnico.

7.1 Comprovações das Consequências

Para demonstrar as consequências do problema, serão analisadas as duas piores situações/cenários. A primeira, uma corretiva programada, pois, geralmente é feito todo um planejamento para a atividade ser feita em um momento oportuno, e a segunda situação, uma corretiva não programada, quando uma das rodas quebrou repentinamente em momento de produção.

7.1.1 Corretiva programada

Para a realização desta atividade o planejador de manutenção do terminal fez a seguinte programação

Tabela 1: Planejamento da Atividade (corretiva programada)

Atividade	Responsável	Tempo em Horas
Bloqueio Elétrico do equipamento	Eletricista, Mecânicos e Técnico de Segurança	0,25
Medição do nível de explosividade	Técnico de segurança	0,1
Desmontagem a roda antiga	Mecânicos	3,9
Montagem da roda nova	Mecânicos	0,8
Desbloqueio	Eletricista, Mecânicos e Técnico de Segurança	0,25
Testes operacionais	Mecânicos	0,2
Tempo total para execução		5,5

Fonte: Autores

Tabela 2: Planejamento de recurso humano (corretiva programada)

Recursos	Qtd	H.H	Horas paradas
Mecânico	2	5,5	0
Eletricista	1	5,5	Quantidade não envasada
Técnico de Seg.do Trabalho	1	5,5	
Brigadista	2	5,5	0
			Lucro cessante
			0

Fonte: Autores

7. Mensuração

7.1.2 Corretiva não programada

Com foco em resolver imediatamente a situação, a equipe se empenhou e após a liberação foi gerado um relatório de serviço, no qual foi possível extrair as seguintes informações:

Tabela 3: Planejamento da Atividade (corretiva não programada)

Atividade	Responsável	Tempo em Horas
Solicitação e emissão de APT	Mecânico e Téc. Segurança	0,5
Bloqueio Elétrico do equipamento	Eletricista, Mecânicos e Técnico de Segurança e Líder de prod.	0,25
Interrupção da operação na subárea	Líder de produção	0,1
Medição do nível de explosividade	Técnico de segurança	0,1
Desmontagem a roda antiga	Mecânicos	3,9
Montagem da roda nova	Mecânicos	0,8
Desbloqueio	Eletricista, Mecânicos e Técnico de Segurança	0,25
Testes operacionais	Mecânicos	0,2
Retomada na produção	Líder de produção	0,25
Tempo total para execução		6,35
Tempo total inoperante		5,6

Fonte: Autores

Tabela 4: Planejamento de recurso humano (corretiva não programada)

Recursos	Qtd	H.H	Horas paradas
Mecânico	2	6,35	5,6
Eletricista	1	6,35	Quantidade não envasada
Técnico de Seg.do Trabalho	1	6,35	14000 Vasilhames
Brigadista	2	6,35	Lucro cessante
			14000*VB
Valor total da atividade			14000*VB

Fonte: Autores

O VB (valor que o botijão) sai da envasadora para a revenda é uma informação confidencial, e que também varia de região para região, portanto, não há como ter uma informação precisa, quanto ao lucro cessante da empresa no caso de uma falha de uma roda do transportador. Em caráter hipotético, caso o valor médio seja de R\$ 38,50 por botijão, chegamos a um custo total desta atividade de: R\$ 540.000,00 (Quinhentos e quarenta mil quinhentos e setenta e oito reais).

8. Análise e Implementação

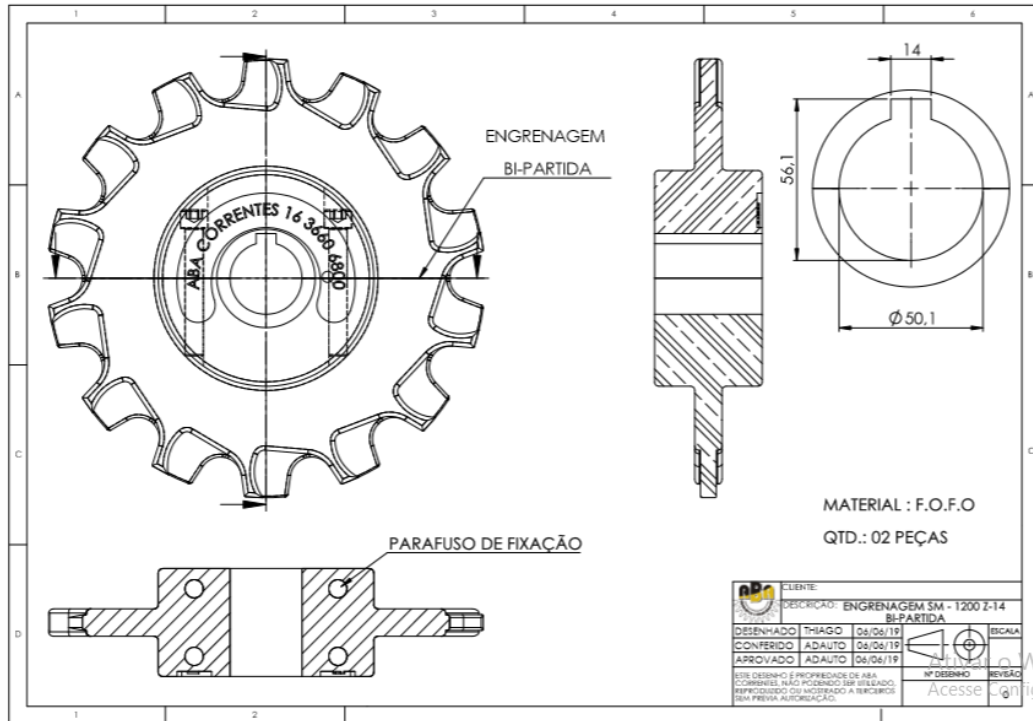
Conhecendo a criticidade do problema e suas consequências, é notório a necessidade da implementação de uma melhoria no equipamento, a fim de reduzir custo por meio da diminuição do lucro cessante da empresa. Dessa forma foi desenvolvida uma melhoria nas rodas dentadas principais, com finalidade de tornar mais prático a permuta as mesmas, de tal forma que o engripamento entre eixo e esse elemento de transmissão seja desprezado, e para melhorar também ergonomicamente a atividade. Sendo assim, após implementação, a melhoria reduz consideravelmente o tempo total da atividade. Partindo dessa necessidade, foi desenvolvida uma roda bipartida, com intuito de substituir as rodas inteiriças, que são as convencionais para transportadores de esteiras de correntes.

Para modificação foram levados em consideração fatores importantes, sendo os principais:

- Atendimento as exigências de melhoria para resolução do problema;
- Praticidade para fabricação;
- Custo de Fabricação;
- Tempo para Fabricação.
- Compatibilidade com estrutura de fabricação da roda já comercializada;

Todos esses fatores impactam diretamente no custo de venda do elemento, por isso, foi decidido utilizar a roda que normalmente é instalada, leva-la para um processo de usinagem, partindo-a ao meio através de uma máquina de corte plasma, em seguida executando o acabamento superficial das faces através de uma fresadora, as partes não são identificadas, pois uma delas terá quatro furos parciais com rosca de $\frac{1}{2}$ " 13 fios e a outra terá quatro furos passantes. Ambas as partes os furos são feitos na posição radial da roda. Os parafusos de fixação foram dimensionados e definidos em $\frac{1}{2}$ " x 4" 13 fios rosca parcial fabricado em aço SAE 1045 com classe de resistência de 8.8.

Figura 8: Desenho técnico das vistas do projeto da implementação



Fonte: ABA Correntes.

Com essa modificação, é nítido que o processo de troca dessas rodas será muito prático. Quando inteiriças, existia a necessidade de desmontar todo o conjunto, que demandava muito tempo por conta das etapas, e principalmente por existir o fator engripamento entre roda e eixo, que aumentava significativamente a dificuldade de extração dessas rodas. Outro fator é a péssima ergonomia na execução da atividade, as rodas inteiriças pesam em média 15 kg e na maioria das vezes por questão de projeto os transportadores tem uma baixa elevação que torna árduo e desgastante a atividade.

As rodas bipartidas, otimizam o tempo e melhorar a ergonomia, pois a desmontagem do conjunto é parcial. Com o sistema de fixação através de parafusos que o engripamento entre eixo e roda é desprezível, pois uma vez retirando os parafusos de fixação as partes das rodas ficam soltas.

9. Controle

A roda bipartida estará submetida às mesmas condições de trabalho da roda antiga, por esse ponto de vista, pode-se imaginar que o cenário de falhas citado acima continuará acontecendo, entretanto, as ações para retomada do estado funcional do equipamento serão mais rápidas, tornando o processo mais produtivo, com mínimo de perdas produtivas.

9.1.1 Caso da corretiva programada após melhoria

Assumindo o novo modelo de conjunto acionador, o planejador de manutenção da unidade, programa a substituição da roda, com o seguinte escopo:

Tabela 5: Planejamento de Atividade (Corretiva programada) pós-melhoria

Atividade	Responsável	Tempo em Horas
Bloqueio Elétrico do equipamento	Eletricista, Mecânicos	0,1
Desmontagem a roda danificada	Mecânicos	0,2
Montagem da roda nova	Mecânicos	0,2
Desbloqueio	Eletricista, Mecânicos	0,1
Testes operacionais	Mecânicos	0,1
Tempo total para execução		0,7
Tempo total inoperante		0

Fonte: Autores

Tabela 6: Planejamento do Recurso Humano (Corretiva programada) pós-melhoria

Recursos	Qtd	H.H	Horas paradas
Mecânico	1	0,5	0
Eletricista	1	0,1	Quantidade não envasada
Técnico de Seg.do Trabalho	0	0	0
Brigadista	0	0	Lucro cessante
			0

Fonte: Autores

9. Controle

9.1.2 Caso da corretiva não programada após melhoria.

Com a finalidade de conhecer o tempo exato para liberação do equipamento, o corpo técnico decidiu simular uma falha no equipamento, para substituir as rodas.

Tabela 7: Planejamento de Atividade (Corretiva não programada) pós-melhoria

Atividade	Responsável	Tempo em Horas
Bloqueio Elétrico do equipamento	Eletricista, Mecânico	0,1
Desmontagem a roda danificada	Mecânico	0,2
Montagem da roda nova	Mecânico	0,2
Desbloqueio	Eletricista, Mecânicos	0,1
Testes operacionais	Mecânico	0,1
	Tempo total para execução	0,7
	Tempo total inoperante	0,7

Fonte: Autores

Tabela 8: Planejamento do Recurso Humano (Corretiva não programada) pós-melhoria

Recursos	Qtd	H.H	Horas paradas (Horas)
Mecânico	1	0,5	0,7
Eletricista	1	0,2	Quantidade não envasada
Técnico de Seg.do Trabalho	0	0	1750
Brigadista	0	0	Lucro cessante
			1750*VB
			1750*VB

Fonte: Autores

Considerando VB como R\$ 38,50 teremos um custo total da atividade, sob tais condições sendo: R\$ 67.350,00 (Sessenta e sete mil trezentos e setenta e cinco reais).

10. Considerações finais

Relacionando as atividades de corretivas programadas antes da implementação (tabela 1) e depois da implementação (tabela 5), é visualizado que o tempo da atividade de substituição da roda afim de reestabelecer a condição normal do equipamento, representa 9% (nove por cento) do tempo para manutenção com uma roda inteiriça, a redução dos custos totais da empresa após implementação é expressivo: 99% a menos, chega a ser irrisório o custo com H.H (Hora homem) da substituição do elemento após a melhoria.

Na comparação das atividades de corretivas não programadas antes da melhoria (tabela 3) e pós melhoria (tabela 7), nota-se uma redução de 89% do tempo da atividade não programada, mesmo utilizando apenas 1/3 do recurso humano. Levando em consideração o valor da hora de cada profissional envolvido, obtem-se redução de impressionantes R\$ 473.228,95 pouco menos de meio milhão de reais.

Os problemas percorridos nesse trabalho perduram desde 1992, quando houve a inauguração do terminal, de lá pra cá, outras soluções foram pensadas, elas eram de: aumento das tolerâncias de montagens até substituição de todos os eixos principais dos transportadores fabricados em SAE 1045, por eixos fabricados em aço AISI 316, para evitar a oxidação. Porém, nenhum dos projetos anteriores avançou, todos foram barrados, ou por incompatibilidade técnica, como no caso das montagens com maiores folgas de ajustes admissíveis ou na relação custo/benefício, como na fabricação de eixos em aço AISI 316.

A melhoria resulta em avanços ergonômicos, para o setor de manutenção, que basicamente são os responsáveis pelas permutas das rodas, com base nas tabelas citadas acima, as atividades em que seriam necessários 2 colaboradores para desmontagem, e montagem do conjunto, após a modificação há a necessidade de apenas um, pois houve uma divisão do peso da roda, e elas podem ser montadas de forma parcial.

A solução proposta como melhoria, utiliza de ações simples de fabricação, nos processos mais convencionais possíveis, com baixo custo para confecção e implementação, mas que resulta em excelentes resultados tanto em questões econômicas, quanto em questões ergonômicas.

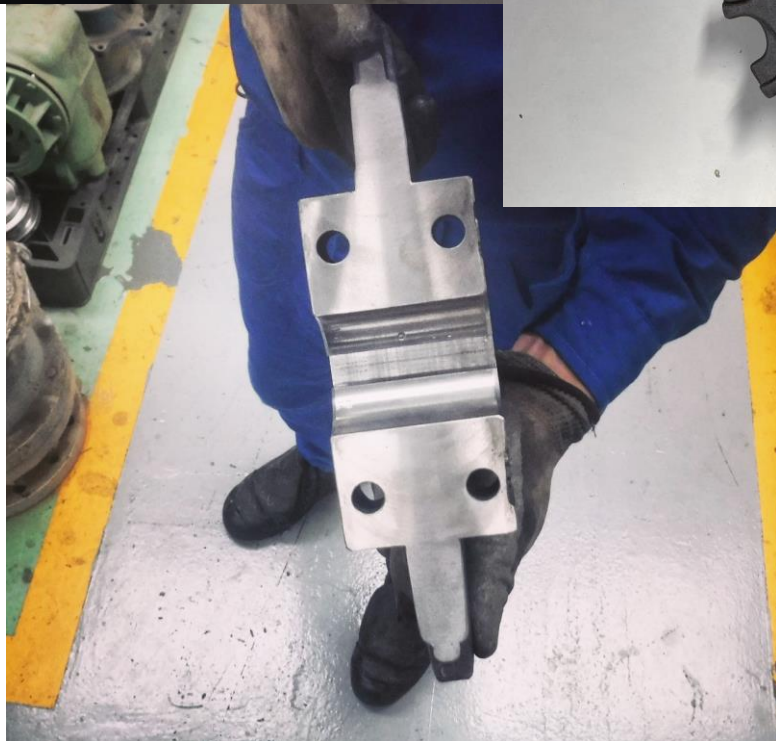
10. Considerações Finais



Antes



Depois



11. Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. Manutenção: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

MACÊDO, Jorge Alberto Gomes de. Planejamento e controle da manutenção preventiva como meios para diminuir a manutenção corretiva. João Pessoa: UFPB, 2015.

FILHO, Gil Branco. Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade. Janeiro 2006, Editora Ciência Moderna

Budynas, Richard G. - Nisbett, J. Keith. Elementos de Máquinas de Shigley – Budynas 10ª Edição. Ano: 2006, Editora: McGraw

<https://www.ultragaz.com.br/> - acesso em: 10/09/2020