



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



DIONE CARLOS SOARES DA SILVA

**ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS ANTIGOS À NR-12
VISANDO O BAIXO CUSTO**

**OURO PRETO - MG
2019**

DIONE CARLOS SOARES DA SILVA

dicssilva@gmail.com

**ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS ANTIGOS À NR-12
VISANDO O BAIXO CUSTO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: Paulo Henrique Vieira Magalhães

**OURO PRETO – MG
2019**

S586a

Silva, Dione Carlos Soares da Silva.

Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR-12 visando o baixo custo [manuscrito] / Dione Carlos Soares da Silva Silva. - 2019.

68f.: il.: color; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Vieira Magalhães.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Mecânica.

1. NR - 12. 2. Projeto de Proteções. 3. Retrofit. I. Magalhães, Paulo Henrique Vieira. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 621

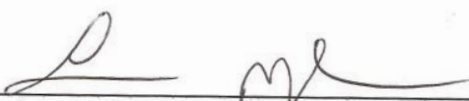


UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

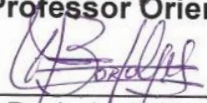
ATA DA DEFESA

Aos 11 dias do mês de Julho de 2019, às 15h 20min, no LAESS, localizada na Escola de Minas – Campus - UFOP, foi realizada a defesa de Monografia do aluno Dione Carlos Soares da Silva, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Prof. Dr. Paulo Henrique Vieira Magalhães, Prof. Dr. Luis Antônio Bortolaia e Prof. Dr. Washington Luis Vieira da Silva. O candidato apresentou o trabalho intitulado: **“Adequação de Máquinas e Equipamentos Antigos à NR12 Visando o Baixo Custo”**, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Henrique Vieira Magalhães. Após as observações dos avaliadores, em comum acordo os presentes consideram o(a) aluno(a) **APROVADO**.


Ouro Preto, 11 de Julho de 2019.



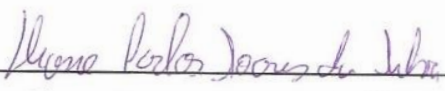
Prof. Dr. Paulo Henrique Vieira Magalhães
Professor Orientador



Prof. Dr. Luis Antônio Bortolaia
Professor Avaliador



Prof. Dr. Washington Luis Vieira da Silva
Professor Avaliador



Dione Carlos Soares da Silva

Aluno(a)

Agradeço a Deus, a minha família e a todos que me ajudaram nessa importante etapa da minha vida.

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador Paulo Henrique, pelo incentivo e orientação neste trabalho.

Aos professores do curso de engenharia mecânica por suas importantes contribuições para o aprimoramento do trabalho.

Agradeço a todos os funcionários da Fundação Gorceix que contribuíram de maneira ativa para que esse trabalho pudesse ser concluído.

Por fim, agradeço a todos os moradores e ex-alunos da República Pif – Paf que foram parte fundamental para a minha vida em Ouro Preto.

“O impossível é apenas uma grande palavra usada por gente fraca, que prefere viver no mundo como ele está, em vez de usar o poder que tem para mudá-lo, melhorá-lo. O impossível não é um fato. É uma opinião. O impossível não é uma declaração. É um desafio. O impossível é hipotético. Impossível é temporário. O impossível não existe”.

Muhammad Ali

RESUMO

Silva, Dione Carlos Soares da: **Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR-12 visando o baixo custo**, 2019. (Graduação em Engenharia Mecânica). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

As adequações à NR-12 são de vital importância para que as empresas garantam à saúde e segurança e bem estar a todos os indivíduos que venham ter contato com os seus equipamentos, porém essa adequação apresenta um custo financeiro elevado para empresas de médio e pequeno porte. No presente trabalho busca-se normalizar um britador de rolos e um moinho de bolas antigos que apresentam riscos à saúde e segurança de operadores e terceiros partindo praticamente do zero e se utilizando do menor valor financeiro possível. Realizou-se o trabalho sob os critérios estabelecidos pela NR 12 e as normas técnicas que a acompanham. A metodologia aplicada é qualitativa, exploratória e de estudo de caso. Utilizou-se do *software* de modelagem gráfica AutoDesk Inventor. Com base nesses resultados foi feito um estudo sobre a viabilidade do projeto de adequação.

Palavras-chave: NR- 12, Projeto de Proteções, Retrofit, mineração.

ABSTRACT

The adaptations to NR-12 are of vital importance for companies to ensure the health and safety and well-being of all individuals who come into contact with their equipment, but this suitability presents a high financial cost for medium and small companies . In the present work, the aim is to normalize a roller crusher and an old ball mill which present risks to the health and safety of operators and third parties starting practically from scratch and using the least possible financial value. Work was carried out under the criteria established by NR 12 and the technical standards that accompany it. The applied methodology is qualitative, exploratory and case study. Autodesk Inventor was used for graphical modeling software. Based on these results a study was made on the feasibility of the adequacy project.

Key-words: NR 12, Protection Project, Retrofit, mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dimensões para impedir acesso às zonas de perigo	9
Figura 2: Fases de Projeto	12
Figura 3 - Moinho de Bolas.....	15
Figura 4 - Britador de Rolos.....	15
Figura 5: Britador de Rolos - Vista Frontal.....	20
Figura 6 - Ambiente de Britagem.....	21
Figura 7 - Moinho de Bolas - Vista Frontal.....	22
Figura 8: Elemento Manutenção - Moinho de Bolas.....	24
Figura 9: Parte Móvel - Correia Direita	25
Figura 10: Parte Móvel - Correia Esquerda.....	26
Figura 11: Parte Móvel - Mola Direita	26
Figura 12: Parte Móvel - Mola Esquerda	27
Figura 13: Parte Móvel – Tampa.....	27
Figura 14: Parte Móvel – Cilindro de Moagem.....	28
Figura 15: Parte Móvel - Eixo de Transmissão	29
Figura 16: Britador de Rolos - Modelagem 3D.....	30
Figura 17: Proteção Correias Direitas	31
Figura 18: Proteção Correias Esquerdas.....	31
Figura 19: Estrutura Entrada	32
Figura 20: Proteção Molas.....	33
Figura 21: Trilho de Transporte - Britador de Rolos.....	33
Figura 22: Simulação de Cargas.....	34
Figura 23: Montagem Quadro	35

Figura 24: Moinho de Bola – Modelo 3D	36
Figura 25: Parte Deficiente.....	37
Figura 26: Peça Projetada.....	37
Figura 27: Proteções Cilindro e Transmissão por Correias	38
Figura 28: Proteções Eixo de Transmissão	38
Figura 29: Base de Transporte.....	39
Figura 30: Simulação de Esforços	39
Figura 31: Quadro de Comando	40
Figura 32 : Prancha de Projeto Moinho de Bolas	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis e Indicadores	18
Tabela 2 - Dimensões Britador de Rolos.....	20
Tabela 3 - Dimensões - Local do Britador	21
Tabela 4 - Dimensões Moinho de Bolas.....	22
Tabela 5: Orçamento de Equipamentos Novos	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Geral	3
1.3.2	Específicos.....	3
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	As Normas Regulamentadoras	5
2.2	Norma Regulamentadora 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos	5
2.2.1	Estruturação da NR 12.....	5
2.3	Normas Técnicas	10
2.4	Principais Normas Regulamentadoras e Normas Técnicas que acompanham a NR 12.....	10
2.5	O Projeto das Peças	11
2.6	Outros materiais utilizados como fonte de informações	12
2.7	Moinhos e Britadores.....	13
2.7.1	Moinhos de Bolas	13
2.7.2	Britador de Rolo	13
2.8	Moinhos e Britadores adequados a NR-12	14
3	METODOLOGIA.....	16
3.1	Tipo de Pesquisa.....	16
3.2	Materiais e Métodos	17
3.3	Variáveis e Indicadores	18
3.4	Instrumentos de Coleta de Dados	19
3.5	Tabulação de Dados.....	19
3.6	Considerações finais do capítulo	19
4	RESULTADOS	20
4.1	Descrição dos Equipamentos e Ambiente de Operação	20

4.1.1	Caracterização do Britador de Rolos	20
4.1.2	Caracterização do Moinho de Bolas	21
4.2	Necessidades de manutenção corretiva nos equipamentos.....	22
4.2.1	Britador de rolos	23
4.2.2	Moinho de bolas	23
4.3	Levantamento dos Riscos	24
4.3.1	Riscos presentes no Britador de Rolos	25
4.3.2	Riscos Presentes no Moinho de Bolas	28
4.4	Projeto das Intervenções Necessárias com Base na NR 12	29
4.4.1	Britador de Rolos	30
4.4.2	Moinho de Bolas.....	36
4.5	Demarcação de segurança com base na NR 26	42
4.6	Custo das melhorias propostas	42
4.6.1	Britador de Rolos.....	42
4.6.2	Moinho de Bolas.....	43
4.7	Estimativa da vida útil dos equipamentos após esse processo	43
4.8	Valores de Mercado de Equipamentos Novos já Adequados.....	44
4.9	Comparativo entre o processo descrito e a compra de um novo equipamento.....	45
5	CONCLUSÃO.....	47
5.1	Conclusão	47
5.2	Recomendações	48
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	49
	ANEXO.....	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

A segurança no ambiente é algo de importância em qualquer empresa. Toda empresa deve fornecer a seus empregados requisitos mínimos de segurança visando assegurar a eles a saúde e o bem-estar no desenvolver de suas atividades. Com a finalidade de garantir a segurança de trabalho surgiram as Normas Regulamentadoras, que compreendem uma série de diretrizes que regulamentam a segurança do trabalho.

Segundo o site do ENIT (Escola Nacional de Inspeção do Trabalho)(2019) existe hoje no Brasil um total de 37 Normas Regulamentadoras, as quais normalizam a segurança em diversos ambientes. Segundo o item 12.1 da Norma Regulamentadora nº 12, as NR's "... definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda sua fabricação, importação e comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras...".

De acordo com a esse portal, a Norma Regulamentadora nº 12 é a norma que tem o objetivo de garantir a saúde e a segurança do trabalhador que tem contato com máquinas e equipamentos. Como praticamente toda empresa possui em sua planta de trabalho algum maquinário, essa é uma norma muito importante e amplamente aplicada e conseqüentemente a preocupação com os riscos que esse fato venha a causar aos trabalhadores é bastante relevante.

Quando se trata de mineração, pode-se dividi-la em duas vertentes a fim de elaborar melhor o estudo ao qual estamos com o intuito de fazer. A primeira se trata da parte de mecanização na extração do minério em si, a segunda, foco desse estudo, se encontra na parte de tratamento e beneficiamento, onde se localizam máquinas como britadores, moinhos, flotadores, etc.

Como a própria norma diz, é necessária a implantação da mesma para garantir o mínimo de segurança aos trabalhadores, mas isso se esbarra em constantes desafios. Um dos mais corriqueiros é a idade avançada do maquinário que, como quando foi fabricado não existia uma legislação nessa área, possuem uma adequação mínima ou, na maioria dos casos,

não possuem adequação alguma, mas ainda têm total capacidade de produtividade. Quando se encontra esse desafio, a empresa tem apenas duas opções, ou compra equipamentos novos e dentro das normas, ou adéqua os equipamentos presentes em sua planta.

Caso opte pela segunda opção para normalizar o seu maquinário, que a princípio é bem mais viável economicamente, a empresa terá que começar um projeto que tem como base três normas:

- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços de eletricidade;
- NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR-26 – Sinalização de Segurança.

Como área de estudo foi adotada a planta de trabalho em uma entidade filantrópica, localizada no interior do estado de Minas Gerais. Essa fundação tem como negócio definido por sua própria página na web como sendo “Desenvolvimento científico-tecnológico e social”. Nessa planta de trabalho se encontram muitos equipamentos antigos, sem adequação alguma a NR-12 que, em contrapartida, são totalmente produtivos. Esses equipamentos não foram preparados de nenhuma forma para receber proteções de modo que incorporar essas em seu corpo sem prejudicar o seu funcionamento e sem acarretar riscos adicionais é algo bem mais difícil.

Levantados todos os argumentos citados acima e sendo como a única opção aplicar a normalização, se pergunta:

Como adequar equipamentos antigos à NR-12 com baixo custo?

1.2 Justificativa

O item 1.1 da NR-01, publicada em 06 de julho de 1978 pela portaria GM n° 3.124, de 08 de junho de 1978 e atualizada por último no dia 12 de março de 2009 pela portaria SIT n° 84, de 04 de março de 2009, é bem transparente no que diz respeito a adoção de NR's quando diz que:

“... a adoção das mesmas são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos de administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT. ”

O fato de as Normas Regulamentadoras serem obrigatórias se torna algo irrisório quando se pensa que seu objetivo principal é a preservação da vida e saúde humana, não só dos trabalhadores, mas de todas as pessoas que venham a ter contatos com os equipamentos.

A NR-12, norma que será implantada nesse estudo, é uma norma muito importante nos cenários citados anteriormente, pois basicamente toda empresa, seja ela de pequeno, médio ou grande porte possui em seu interior maquinários que podem oferecer os mais diversos tipos de riscos.

Com a normalização de todas as máquinas e equipamentos presentes em sua planta de trabalho, a empresa é capaz de, não só preservar o bem inestimável que é a vida de seus funcionários como também evitar custos demasiados que por ventura venham a ocorrer com a demanda de indenizações, pagamento de tratamentos, e claro, a perda de produtividade por falta de funcionário acidentado ou pior, com a interdição de sua planta de trabalho.

Se baseando nos itens expostos acima torna-se bem claro que os custos e os contratempos causados pelo processo de implantação da NR-12 são bem menores do que trabalhar sem a observância da mesma. Já que isso, acima de tudo, é uma atividade arriscada e ilegal.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Elaborar um uma metodologia de projeto de adequação de um britador de rolos e de um moinho de bolas antigos a NR-12 que atenda aos requisitos exigidos pela legislação e não afete de maneira negativa o bom funcionamento destes equipamentos.

1.3.2 Específicos

- Realizar um levantamento dos riscos que as partes móveis de cada equipamento podem oferecer ao ser humano com base nas normas regulamentadoras e técnicas vigentes;
- Elaborar um projeto a ser aplicado a cada uma dessas partes de cada equipamento de modo a eliminar ao máximo os riscos oferecidos por elas e, ao mesmo tempo, permitam seu bom funcionamento e a sua produção;

- Efetuar uma análise comparativa entre as alterações propostas e os parâmetros requisitados pelas normas regulamentadoras e técnicas vigentes.
- Adequar esse projeto a um custo acessível para a empresa, de modo que o mesmo não seja prejudicado por uso de matéria-prima ou produção de baixa qualidade;
- Implementar o projeto ao equipamento e analisar os resultados.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho será dividido em cinco capítulos, os quais irão transmitir de forma organizada e transparente todo o processo de estudo até a obtenção dos resultados, sejam eles desejáveis ou indesejáveis e com posterior discussão dos resultados e as conclusões geradas.

O primeiro capítulo buscará enunciar o problema e trazer à tona argumentos que embasam a discussão sobre esse assunto. Nesse capítulo também é apresentado a problemática a ser resolvida e uma breve discussão de como se pretende realizar o estudo das soluções e adequações a serem realizadas.

No capítulo dois, nos ateremos a fazer a base teórica do estudo, nessa parte do trabalho, estarão presentes as referências bibliográficas sobre projetos de engenharia, serão realizados os levantamentos de riscos, os fundamentos dos projetos das proteções de cada parte móvel segundo as NR's e as Normas Técnicas vigentes.

O terceiro capítulo descreverá a metodologia de estudo utilizada no processo de adequação.

No capítulo quatro será apresentado e discutido os resultados obtidos, os projetos de adequação sugeridos e o levantamento de custos destes projetos.

No capítulo cinco, serão apresentadas as conclusões finais obtidas no estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 As Normas Regulamentadoras

Em sua obra Camisassa (2015) traz a citação de Sebastião Geraldo de Oliveira, Desembargador do Tribunal Regional do Trabalho da 3ª Região: o princípio constitucional de que a saúde é direito de todos e dever do Estado (art. 196), adaptado para o campo do Direito do Trabalho, indica que a saúde é direito do trabalhador e dever do empregador.

Com o intuito de trazer uma base geral para a área, foi publicada em 08 de junho de 1978 a portaria 3.214 que aprovava as Normas Regulamentadoras. Essas normas, como se está claramente exposto no texto de todas elas, visam estabelecer condições de trabalho adequadas para garantir a segurança e saúde do trabalhador no ambiente de trabalho.

Existe hoje no Brasil um total de 37 Normas Regulamentadoras (ENIT,2019) que trazem os mais diferentes fatores relacionados à segurança e bem estar que devem ser observados nos mais diversos campos de trabalho. Estas se encontram em frequentes atualizações, a fim de minimizar cada dia mais os riscos nos ambientes de trabalho em geral.

2.2 Norma Regulamentadora 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

Como a própria norma traz em seu texto, mais precisamente no item 12.1, ela tem, basicamente, o intuito de definir referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças de trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos e em todas as fases, sejam elas de projeto, de produção e de utilização.

A NR 12 fez parte do pacote inicial de NRs publicadas em 1978, porém veio sofrendo alterações durante essas últimas quatro décadas que esteve em vigor. Essas alterações foram feitas tanto no seu texto, quanto por meio de anexos. Hoje, a NR 12 possui um total de 156 itens, 12 anexos e uma cartilha.

2.2.1 Estruturação da NR 12

a) Texto da Norma:

- **Princípios Gerais:** Essa parte abrange dos itens 12.1 ao item 12.5.1. Ela se concentra em definir e objetivar os campos de aplicação da Norma. Bem como definir as obrigações do empregador e do empregado;
- **Arranjo físico e instalações:** Essa parte abrange dos itens 12.6 ao item 12.13. Ela busca definir os requisitos mínimos para a acomodação e movimentação de máquinas e equipamentos, observando requisitos como espaçamento mínimo entre máquinas, área de segurança e área de trânsito e transporte de cargas;
- **Instalações e dispositivos elétricos:** Abrange os tópicos que vão do Item 12.14 ao item 12.23. Essa parte tem como foco os equipamentos que utilizam eletricidade em seu funcionamento. Ela trata tanto da parte que engloba o funcionamento do equipamento, quanto a forma que devem ser feitas as instalações que irão alimentá-lo;
- **Dispositivos de partida, acionamento e parada:** Abrange os tópicos do item 12.24 ao item 12.37. Essa parte estabelece os requisitos mínimos de segurança para partida, parada e interrupção do equipamento;
- **Sistemas de Segurança:** Abrange os tópicos que vão desde o 12.38 ao 12.55. É a parte do texto da NR que trata propriamente de como deve ser feita a instalação de sistemas de segurança. Porém, como é um tópico que pode ser generalizado bastante, ela se resume a solicitar que requisitos de segurança sejam observados, mas não diz como se deve ser feito isso;
- **Dispositivos de parada de emergência:** Abrange os tópicos que vão do item 12.56 ao item 12.63. Especifica quais equipamentos devem possuir o dispositivo de parada de emergência, como ele deve ser e aonde ele deve ser colocado;
- **Meios de acesso permanentes:** Abrange os itens que vão desde o item 12.64 ao item 12.76. Nesses itens são abordados os meios de acesso aos equipamentos, como escadas, plataformas, rampas etc. e como deve ser observada a segurança nesses componentes;

- Componentes pressurizados: Abrange os tópicos que vão desde o item 12.77 ao item 12.84. Essa parte da NR aborta com mais ênfase os componentes pressurizados, mas os trata de forma mais geral;
- Transportadores de Materiais: Abrange os tópicos que vão desde o item 12.85 ao item 12.93. Estes tópicos delimitam as regras de segurança que devem ser seguidas na operação de transportadores contínuos de carga;
- Aspectos Ergonômicos: abrange os tópicos que vão do item 12.94 ao item 12.105. Nessa parte a NR foca nos aspectos de segurança relativos a utilização diária da máquina ou equipamento, visando minimizar os danos causados aos operadores pelas atividades por eles realizadas;
- Riscos Adicionais: Abrange os tópicos que vão desde o item 12.106 ao item 12.110. Nessa parte são enumerados os riscos adicionais e quais fatores a mais devem ser observados em decorrência da presença deles;
- Manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza: Abrange os tópicos que vão do item 12.111 ao item 12.115. Estabelece requisitos para que a manutenção seja feita de forma eficaz e observa outros fatores importantes no dia a dia de operação do equipamento, como limpeza e ajustes de operação;
- Sinalização: Abrange os tópicos que vão desde o item 12.116 ao Item 12.124. Estabelece os requisitos para a sinalização de máquinas e equipamentos para transmitir informações quanto aos riscos que possam vir a oferecer e também quanto ao seu funcionamento;
- Manuais: Abrange os tópicos que vão do item 12.125 ao 12.129. A norma estabelece que todas as máquinas e equipamentos devem obrigatoriamente possuir manual de instrução. Nesse texto ela explica como ele deve ser constituído e quais as informações devem conter;
- Procedimentos de Trabalho e Segurança: Abrange os tópicos que vão desde o item 12.130 ao item 12.132. Estabelece de forma genérica ações costumeiras a serem efetuadas no trabalho com máquinas e equipamentos a fim de minimizar os riscos;

- Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título e exposição: Abrange os tópicos que vão do item 12.133 ao item 12.134. Na maior parte do texto dessa parte a norma estabelece requisitos mínimos de segurança a serem seguidos na fase de projeto tendo como base as Normas Técnicas que acompanham a NR 12. Também são estabelecidas diretrizes de segurança a serem seguidas nos outros pontos que constam no subtítulo;
- Capacitação: Abrange os tópicos que vão do item 12.135 ao item 12.147. Estabelece os requisitos de segurança a serem seguidos pelos profissionais que realizam qualquer tipo de intervenção em máquinas ou equipamentos ou inspecionem as mesmas;
- Outros requisitos específicos de segurança: Abrange os tópicos que vão do item 12.148 ao item 12.152. Essa parte da norma tem o objetivo de observar o “envoltório” acerca de máquinas e equipamentos, mais precisamente ele observa a segurança no uso de ferramentas e partes afins;
- Disposições Finais: Abrange os tópicos que vão do item 12.153 ao item 12.156. Essa parte foca no inventario e em alguns modelos particulares de máquinas;

b) Anexos da NR 12;

É a parte da NR-12 que trata de requisitos mais específicos, trazendo orientações diretas. Essa situação pode ser observada na Figura 1, exposta na página 9, que apresenta de maneira visual os requisitos exigidos no anexo 1, descrito logo abaixo.

- Anexo I: Distância de segurança e requisitos para uso de detectores de presença opto eletrônicos;

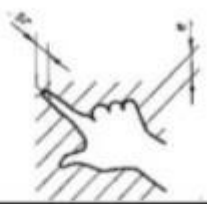
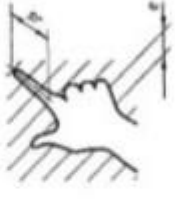
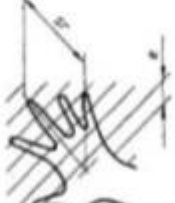
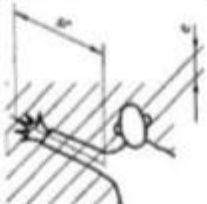
Parte do corpo	Ilustração	Abertura	Distância de segurança s_r		
			fenda	quadrado	circular
Ponta do dedo		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo até articulação com a mão	 	$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	≥ 120	≥ 120
Braço até junção com o ombro		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

Figura 1: Dimensões para impedir acesso às zonas de perigo

Fonte: Anexo 1 – NR -12.

A figura 1 apresenta as distâncias a serem respeitadas em proteções de segurança utilizadas para impedir o acesso de membros superiores às zonas de perigo.

- Anexo II: Conteúdo programático da capacitação;
- Anexo III: Meios de acesso permanentes;
- Anexo IV: Glossário;
- Anexo V: Motosserras;
- Anexo VI: Máquinas para panificação e confeitaria;
- Anexo VII: Máquinas para açougue, mercearia, bares e restaurantes;
- Anexo VIII: Prensas e similares;

- Anexo IX: Injetora de materiais plásticos;
- Anexo X: Máquinas para a fabricação de calçados e afins;
- Anexo XI: Máquinas e implementos para uso agrícola e florestal;
- Anexo XII: Equipamento de guindar para elevação de pessoas e realização de trabalho em altura.
- Cartilha NR 12 (Máquinas de Couro).

2.3 Normas Técnicas

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, publicada em seu livro História da Normalização no Brasil (2011, pg. 03), a normalização é:

“... a tecnologia consolidada, que nos permite confiar e reproduzir infinitas vezes determinado procedimento, seja na área industrial, seja no campo de serviços, ou em programas de gestão, com mínimas possibilidades de errar, entre outros aspectos altamente produtivos.”

A NR 12 é uma Norma Regulamentar, para que seja implantada precisa de acompanhamento das Normas Técnicas. São essas que darão os detalhes para a elaboração e implantação de qualquer que seja a alteração feita com base na NR 12.

2.4 Principais Normas Regulamentadoras e Normas Técnicas que acompanham a NR 12

Como dito anteriormente, a NR 12 não contém em seu texto todas as informações necessárias para a sua implantação. Essas informações que por vezes não são apresentadas podem ser facilmente encontradas em outras Normas Regulamentadoras ou Normas Técnicas Vigentes.

As principais Normas Regulamentadoras que acompanham a NR 12 são:

- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade;
- NR 26 – Sinalização de Segurança.

As principais Normas Técnicas que acompanham a implantação da NR 12 na planta de operação da empresa objeto de estudo são:

- ABNT NBR ISO 13852:2003 – Segurança de máquinas – Distâncias de Segurança para Impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores;
- ABNT NBR NM 272:2002 – Segurança de máquinas – Proteções – requisitos gerais para projeto e construções de proteções fixas e móveis;
- NBR 7195 – Cores para segurança;
- ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- IEC 60617:2012 – Graphical symbols for diagrams – 12 month subscription to regularly updated online database comprising parts 2 to 13 of IEC 60617;
- ABNT NBR 12100 - Segurança de Máquinas – Princípios gerais de Projeto – Avaliação e redução de riscos.

2.5 O Projeto das Peças

Como muitos dos equipamentos são antigos, a fase de implantação que apresentará maior gasto de tempo será a fase de Projeto das peças que irão cobrir as partes móveis. Cada parte de cada um dos equipamentos analisados irá precisar de um componente personalizado para diminuir ou extinguir os riscos que ele apresenta.

Segundo Shigley (2011), o projeto de projeto começa com a identificação do problema e a decisão de fazer algo a respeito e após várias etapas, que podem ser repetidas várias e várias vezes, podemos chegar ao término com a apresentação do mesmo.

As etapas genéricas propostas por Shigley (2011) para o andamento de um projeto são expostas na Figura 2.

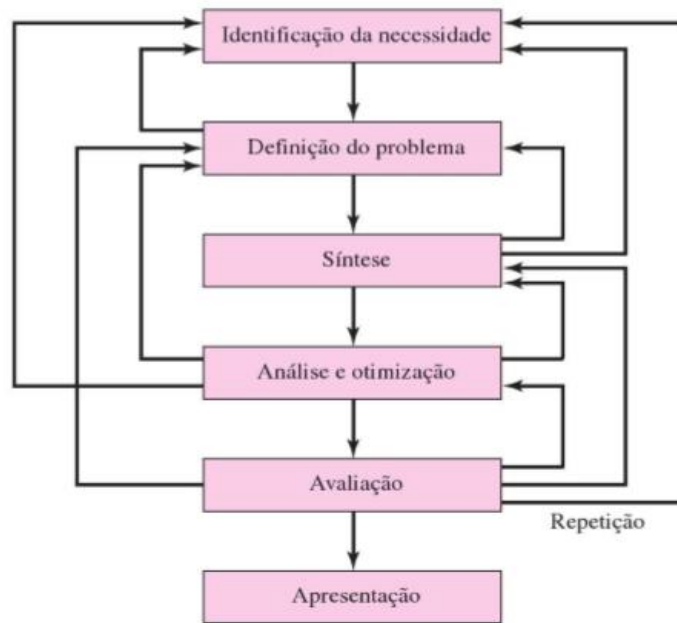


Figura 2: Fases de Projeto

Fonte: Shigley, (2011, pg. 32)

Segundo a figura 2, o início de um projeto acontece com identificação do problema, as etapas intermediárias se baseiam na correta definição do mesmo. As etapas subsequentes são relativas à de proposição de alternativas para resolução do problema e a análise da viabilidade dessas propostas. Evidentemente existe uma repetição dessas etapas visando aperfeiçoar as soluções propostas. No fim do projeto existe a avaliação e, caso essa seja aceitável, acontece à apresentação.

Buscando-se a definição mais primitiva da palavra projeto no dicionário Aurélio (2019), encontraremos, dentre muitos significados, que *projeto* pode significar “o que planeamos fazer” que, nesse caso pode ser aplicado como: “o que planeamos fazer para extinguir os riscos causados pelas partes móveis expostas”.

2.6 Outros materiais utilizados como fonte de informações

O estudo que vem sendo feito em cima de um trabalho diário, que por muitas vezes esbarra em situações em que não se encontra em literaturas usuais nenhuma informação que seja de fato relevante para solucionar os problemas que surgem.

A saída para esse problema tem sido a consulta de equipamentos semelhantes aos que estão sendo feitas as intervenções que se encontram disponíveis no mercado e adequados a NR 12.

A principal fonte de informações e as ideias para os projetos das partes móveis têm sido buscadas no site da fabricante Brastorno.

2.7 Moinhos e Britadores

Devido a sua vasta utilização na planta de trabalho da empresa, serão objeto do estudo duas máquinas. Um britador e um moinho. Existem inúmeros modelos desses dois equipamentos, porém para objeto de estudo, adotaremos os seguintes

2.7.1 Moinhos de Bolas

Segundo a Metso (2019), uma das maiores fabricantes mundiais de equipamentos voltados para a mineração, essa tecnologia de moagem existe a mais de 200 anos e vem sofrendo melhorias a cada dia que passa.

Ribeiro (2001,pg. 7) define os moinhos de bolas como sendo um equipamento com os seguintes componentes: cilindro oco de metal com um eixo na posição horizontal no qual é imprimido um movimento de rotação que possui no interior do cilindro, forrado com um material duro ou com borracha, rolam os corpos moedores em conjunto com o material a serem moídos.

2.7.2 Britador de Rolo

Segundo Fontes (2013), os britadores de rolos podem ser enquadrados na britagem primária ou secundária e variam de acordo com o revestimento dos rolos.

O princípio de funcionamento é baseado em um par de rolos lisos (ou um rolo dentado) que ao se movimentar em sentidos opostos permite a compressão e cisalhamento das partículas gerando como produto partículas fragmentadas.

Os britadores de rolo possuem baixas capacidades. O tamanho de alimentação nominal gira em torno de 0.2 m. O grau de redução gira em torno de 3:1 a 7:1. São destinados a materiais friáveis ou de fácil fragmentação (CARVALHO 2012).

2.8 Moinhos e Britadores adequados a NR-12

Segundo a NR-12 (2019):

“É proibida a fabricação, importação, comercialização, leilão, locação, cessão de qualquer título e exposição de máquinas e equipamentos que não atendam o disposto nesta Norma.” Item 12.134 da NR-12

A partir dessa legislação, pode-se concluir que, por lei, todas as máquinas e equipamentos que forem utilizadas no país a partir da promulgação desse item, que ocorreu em 25/06/2015 através da portaria MTE n° 857, devem estar adequados ao texto da norma.

No que diz respeito à parte mecânica e de acordo com o ITEM 5.5. (Estimativas de Riscos) da NBR 12.100 (Segurança de Máquinas – Princípios gerais de Projeto – Avaliação e redução de riscos) deve-se levantar os riscos que o equipamento pode oferecer e buscar maneiras de extingui-los ou minimiza-los.

Aplicando a metodologia indicada pela norma técnica citada acima nos equipamentos que serão objetos de estudo e buscando como exemplo equipamentos novos no mercado (Figuras 3 e 4) que, por lei, devem estar totalmente adequados a NR 12, pode-se chegar a seguinte conclusão:

Os maiores riscos que estes equipamentos apresentam estão associados às partes móveis expostas (cilindros de moagem, transmissões por correias, juntas de transmissão etc.) e os fabricantes geralmente buscam limita-los isolando completamente essas partes do ambiente.



Figura 3 - Moinho de Bolas

Fonte: Pesquisa Direta



Figura 4 - Britador de Rolos

Fonte: Pesquisa Direta

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo será exposta a metodologia utilizada nesse trabalho de pesquisa. Para isso será definido e detalhado o tipo de pesquisa e os materiais e métodos adotados, além das variáveis e indicadores e também os métodos utilizados para a tabulação de dados.

3.1 Tipo de Pesquisa

A realização dessa pesquisa tem como objetivo buscar consolidar bases concretas para a adequação de maquinários antigos a NR 12 por meio do estudo de todas as fases de implantação da NR 12 nesses equipamentos em uma planta de trabalho ativa.

Segundo Gil (2008) a pesquisa pode ser entendida como um processo sistemático e formal de desenvolvimento do método científico. A intenção primordial da pesquisa é fomentar respostas para questões mediante a emprego de procedimentos científicos.

A classificação em função da abordagem do problema em questão pode ser descrita como qualitativa. Em relação a classificação em função da natureza do problema pode-se afirmar que se trata de uma Pesquisa Exploratória.

De acordo com Silveira (2009) os pesquisadores que utilizam métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas. Já em (DESLAURIERS, 1991, pag. 58) na pesquisa qualitativa o objetivo da amostra é produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações.

Para as pesquisas exploratórias:

“Essas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.” Gil (2002, p. 41).

Essa pesquisa se caracteriza como bibliográfica devido ao fato de se basear em material já elaborado, utilizando como base livros, artigos científicos, Normas Regulamentadoras, Normas Técnicas ativas e dados obtidos diretamente da internet a fim de se conseguir uma execução melhor e conseqüentemente melhores resultados.

Essa pesquisa também pode ser enquadrada como estudo de caso, uma vez que irá acompanhar todas as fases de implantação da NR 12 em dois equipamentos. Segundo Gil

(2002) o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

3.2 Materiais e Métodos

O método pode ser definido como uma série de passos que devemos seguir de maneira ordenada e racional para conseguirmos chegar a um determinado objetivo. Se baseando nisso, pode-se determinar os passos que iremos seguir para ordenar a nossa pesquisa:

- 1- Realizar um profundo estudo da norma e das ferramentas que iremos usar durante o decorrer do trabalho;

Nessa etapa será feito um estudo geral da maneira mais eficaz e rápida de implantar a NR 12 nas máquinas e equipamentos da empresa estudada e como cada projeto deve prosseguir.

- 2- Ir a campo e fazer o levantamento das máquinas e as suas respectivas análises de riscos;

Levantar os riscos que as partes móveis dos equipamentos possam oferecer e catalogar tudo por meio de relatório escrito e fotográfico.

- 3- Trabalhar em laboratório com o auxílio de ferramentas gráficas e das normas técnicas vigentes a fim de projetar as proteções e fazer as alterações necessárias no equipamento para adequar o mesmo a NR 12;

Utilizar ferramentas de modelagem gráfica e, a partir das informações levantadas nos relatórios citados no item anterior, projetar peças e conjuntos de proteções personalizados para cada equipamento.

- 4- Voltar a campo e estudar a viabilidade da implantação das alterações propostas;

Refazer os estudos para saber se é realmente viável a aplicação do projeto naquele equipamento e qual a demanda de material e tempo.

- 5- Aplicar as alterações viáveis ao equipamento;

Fase na qual será executado o projeto.

- 6- Coletar informações e analisar os resultados obtidos;

Esta parte se refere ao estudo do equipamento após a implantação das alterações que constam no projeto. Principalmente no que diz respeito ao bom funcionamento dele em condições normais, ou seja, se o seu funcionamento não foi prejudicado pelas alterações.

7- Propor soluções para os problemas encontrados na etapa anterior.

Caso sejam constatadas alterações indesejadas, deve-se adequar o projeto para eliminá-las.

Como pode ser visualizado, o método adotado busca adequar a fase de projeto definida por Shigley às etapas necessárias a uma pesquisa científica.

3.3 Variáveis e Indicadores

Variáveis são todos os aspectos que podem assumir valores, quantitativos ou qualitativos. Os indicadores, são algo específico e concreto que apresentam algo mais abstrato ou difícil de precisar.

Em seguida, seguem as principais variáveis e indicadores presentes no estudo:

Variáveis	Indicadores
Tipos de Projeto	Projeto de Criação Projeto de Melhoria Projetos de Adequação
Projetos de Adequação	Normas Regulamentadoras Normas Técnicas
Norma Regulamentadora n° 12 Norma Regulamentadora n° 10	Isolamento de partes móveis Pinturas relacionadas a identificação de riscos Criação de Manual de Instrução.

Tabela 1: Variáveis e Indicadores

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Os dados que serviram como base para o estudo foram principalmente as Normas Regulamentadoras, que são dispostas pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Também foram utilizadas Normas Técnicas, disponibilizadas pela ABNT, livros e artigos científicos. Outra fonte foi o diálogo direto com pessoas que trabalham com a adequação e com colaboradores que tem o costume de trabalhar com as máquinas e equipamentos em questão.

Todos os dados obtidos foram registrados em arquivos Microsoft Word, principalmente em forma de relatórios de vários tipos. Também existe uma gama de dados que foram arquivados em modo de arquivos fotográficos.

3.5 Tabulação de Dados

Na parte documental foram utilizados os *softwares* Microsoft Word e Microsoft Excel para a manufatura dos relatórios e tabelas. Na representação gráfica e no projeto das máquinas e equipamentos, foi utilizado as ferramentas Autodesk Inventor e AutoCAD Electrical. Em apresentações foi utilizado o software PREZI.

3.6 Considerações finais do capítulo

A partir do exposto nesse capítulo, temos todas as diretrizes e definições que nortearam o presente estudo. Através deles dirigiremos o estudo nos seguintes capítulos, buscando encontrar os resultados esperados.

Nos capítulos seguintes serão abordados os estudos práticos e analisados os resultados, expondo-se as conclusões que chegamos por meio da aplicação da metodologia e análise exposta até agora.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os processos realizados com foco na parte técnica. Os resultados são obtidos através do estudo de caso de dois equipamentos de mineração de pequeno porte e discutidos posteriormente.

4.1 Descrição dos Equipamentos e Ambiente de Operação

4.1.1 Caracterização do Britador de Rolos

O equipamento objeto de estudo, apresentado na figura 5, é um equipamento bem antigo, ele se encontra nas dependências da empresa estudada à aproximadamente 20 anos, é usado com frequência diária. Sua marca é desconhecida, porém pode-se dizer que os motores responsáveis por girarem os rolos são da marca WEG.



Figura 5: Britador de Rolos - Vista Frontal

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

O equipamento possui as dimensões apresentadas na tabela 3;

Comprimento: 184 cm	Largura: 64 cm	Altura: 104 cm
---------------------	----------------	----------------

Tabela 2 - Dimensões Britador de Rolos

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

O ambiente em que o equipamento se encontra é um ambiente parcialmente fechado e se encontra poluído por particulados gerados pelos produtos que passam pelo processo de

britagem. O espaço ocupado pelo equipamento possui as dimensões disponibilizadas na tabela 3 e podem ser visualizadas na fotografia da figura 6.



Figura 6 - Ambiente de Britagem

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Comprimento: 486 cm	Largura: 440 cm	Altura: 287 cm
---------------------	-----------------	----------------

Tabela 3: Dimensões - Local do Britador

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Os produtos mais comuns a passarem pelo processo de britagem são minérios provindos de diferentes fontes que entram no equipamento com a granulometria alta e impossível de ser padronizada e saem com a granulometria 6,35 a 1 mm. A produção gerada pelo equipamento é de 1 ton./h.

4.1.2 Caracterização do Moinho de Bolas

O segundo equipamento que é objeto de estudo é um moinho de bolas, figura 7, que se encontra atualmente desativado. Esse moinho foi adquirido pela empresa estudada à aproximadamente 15 anos.



Figura 7 - Moinho de Bolas - Vista Frontal

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

O equipamento em questão possui as seguintes medidas:

Comprimento: 1,73 m	Largura: 1,00 m	Altura: 1,70 m
---------------------	-----------------	----------------

Tabela 4: Dimensões Moinho de Bolas

Fonte: Pesquisa Direta

O ambiente em que o equipamento se encontra atualmente é um depósito que não possui paredes laterais e conta apenas com um teto de zinco. Como se encontra nesse ambiente a muito tempo, o equipamento e está bastante deteriorado pelos defeitos do tempo.

Esse equipamento, quando estava em plena operação, era responsável por cominuir minerais em geral. Esses materiais entravam com a granulometria de 12 mm e a granulometria de saída era de 0,15 mm.

4.2 Necessidades de manutenção corretiva nos equipamentos

Em geral os dois equipamentos sofrem basicamente os efeitos de desgaste devido a corrosão de algumas de suas partes, falta de elementos de fixação e amassados provocados por esforços indevidos.

Segundo Paes (2014) uma atmosfera como a de Ouro Preto – MG, que apresenta, de acordo com site weatherspark.com, uma umidade acima de 70% a maior parte do ano, é altamente corrosiva ao aço carbono. Associa-se a isso a sujeira devido aos materiais de

britagem e a frequente lavagem do equipamento com água, o que deixa sua superfície permanentemente úmida, dois fatores que, segundo o mesmo artigo, provocam um aumento ainda maior da corrosão.

Os parafusos, tanto novos quanto os antigos que se planeja reutilizar devem passar pela análise de defeitos com base na norma NBR 8854:2016 que é responsável por indicar o limite de defeitos superficiais aceitáveis nesses elementos.

4.2.1 Britador de rolos

As primeiras intervenções a serem feitas no equipamento são as retiradas das atuais proteções das partes móveis, pois elas se encontram bastante deterioradas e não se adequam as exigências de geometria feitas pela NBR 12100:2014. Essas partes são:

- Proteção da transmissão de correia esquerda;
- Proteção da transmissão de correia direita.

Outra intervenção importante está relacionada à substituição das correias de transmissão em “V”, onde a troca toda vez que o elemento apresentar alguma anomalia (trincas, desgaste, ineficiência na transmissão, etc.). Vale ressaltar que atualmente pode-se avaliar visualmente que as correias estão deterioradas e recomenda-se a troca imediata delas.

4.2.2 Moinho de bolas

Esse equipamento se encontra bastante deteriorado, muito provavelmente devido ao prazo que se encontrou fora de operação e ficou sob o desgaste sofrido pela demasiada exposição aos efeitos do clima.

A primeira intervenção necessária para o equipamento retomar a operação normal é a confecção de um novo bocal de saída para o equipamento já que o equipamento não possui. Devido ao fato de o equipamento não ter sido produzido em escala comercial, uma peça personalizada foi projetada, como pode ser visualizado na figura 8.

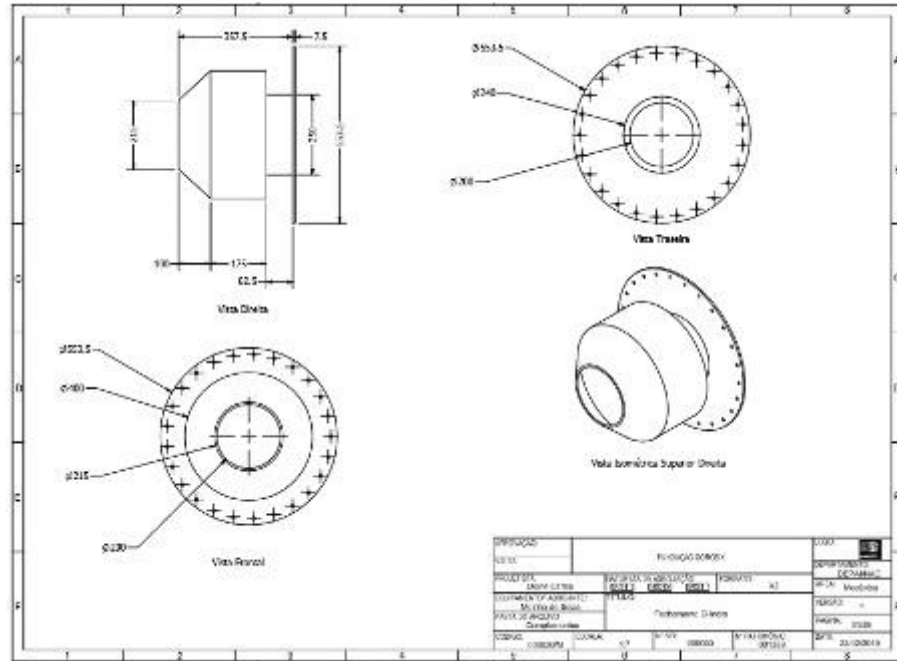


Figura 8: Elemento Manutenção - Moinho de Bolas
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

As correias que fazem a transmissão entre o motor elétrico e o cilindro de moagem também foram perdidas e necessita-se que três correias novas sejam adquiridas. A fiação do motor elétrico também está fora das condições de uso e necessita-se que seja refeita.

Como o equipamento ficou muito tempo fora de operação, ele precisa dos seguintes passos para voltar à atividade:

- Limpeza de todas as partes do equipamento;
- Substituição dos parafusos que perderam as suas funções de acordo com os requisitos da NBR 8854:2016.
- Pintura das partes limpas como maneira evitar os efeitos da oxidação de acordo com a NR 26.

4.3 Levantamento dos Riscos

De acordo com a leitura da Norma Regulamentadora nº 12, das normas técnicas que a acompanham, em especial a NBR 12100:2013, da observação de produtos semelhantes no mercado e da consultoria de funcionários da área, foram identificados nos equipamentos pontos onde apresentam riscos a saúde e segurança dos trabalhadores e terceiros que tenham acesso a eles.

Os riscos existentes e os mecanismos causadores estão identificados nos próximos tópicos.

4.3.1 Riscos presentes no Britador de Rolos

O britador de rolos, apesar de ser um equipamento de tamanho reduzido quando se fala em escala industrial, apresenta os seguintes riscos mecânicos de acordo com a tabela B.1 da NBR 12100:2013:

- 1- Riscos inerentes à aceleração e desaceleração das polias da transmissão por correias que podem acarretar em esmagamentos, prisão, enroscamentos ou fricção de membros. Esses riscos podem ser encontrados nos seguintes componentes:
 - a- Riscos associados à transmissão por correias do lado direito, figura 9: Caso as correias estejam expostas essa área apresenta riscos de esmagamento caso algum membro seja interposto entre a correia e a polia enquanto o equipamento está em operação. Existe também o risco de queda caso o indivíduo venha a se apoiar nas correias.



Figura 9: Parte Móvel - Correia Direita
Fonte: Pesquisa Direta

- b- Riscos associados à transmissão por correias do lado esquerdo, figura 10: O equipamento possui outra transmissão de correia do lado esquerdo quase idêntico a do lado direito. Os riscos associados a essa parte são os mesmos citados no item a dessa seção.



Figura 10: Parte Móvel - Correia Esquerda
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- c- Riscos associados ao amortecedor do lado direito, figura 11: O equipamento apresenta um amortecedor de molas localizado do lado direito frontal do equipamento que tem a função de aliviar as tensões nos rolos de britagem que normalmente são causadas pela entrada de algum material não-britável entre os rolos. Os riscos associados a esta parte são basicamente relacionados ao esmagamento de algum membro que, por algum motivo, seja inserido entre as voltas da mola de amortecimento.



Figura 11: Parte Móvel - Mola Direita
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- d- Riscos associados ao amortecedor do lado esquerdo, figura 12: Esse mecanismo é praticamente idêntico ao mecanismo anterior (a única diferença é que se localiza do lado frontal esquerdo do equipamento) e possui as mesmas funções. Os riscos associados a ele também são idênticos ao mecanismo apresentado no item c dessa seção.



Figura 12: Parte Móvel - Mola Esquerda

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- 2- Riscos inerentes à aceleração e desaceleração dos rolos de britagem que podem acarretar em esmagamento, prisão, enroscamento ou fricção de membros. Outros riscos associados a essa parte são relativos a arremessos e impactos. Tais consequências podem provir dos seguintes sistemas:
- a- Bocal de entrada do material de britagem, figura 13: A alimentação do britador em questão é feita por um bocal localizado praticamente no centro do equipamento. Essa parte é a que apresenta maior risco à saúde e a segurança em todo o equipamento. O primeiro risco a ser citado é o risco de esmagamento, pois essa entrada permite acesso direto aos rolos de britagem. Outro risco associado a essa parte é o risco de lançamento de partículas que podem causar lesões a indivíduos que estejam muito próximos a zona de trabalho do britador.



Figura 13: Parte Móvel – Tampa

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- 3- Outros perigos relacionados ao equipamento são provenientes de ruídos e a poeira, esses podem ocasionar os seguintes danos à saúde:

- A poeira gerada no processo de britagem a seco pode ocasionar exaustão para respirar, câncer, infecções e possíveis envenenamentos (dependendo do material a ser britado);
- O ruído gerado pelo processo pode levar à desconforto, perda de consciência, perda de equilíbrio, perda permanente de audição, estresse, zumbido, cansaço.

Os parâmetros citados no item 3(três) são bastante difíceis de serem controlados somente através de intervenções feitas no equipamento, sendo necessárias a criação de manuais que transmitam as orientações para uma operação segura do equipamento.

4.3.2 Riscos Presentes no Moinho de Bolas

O moinho de bolas também pode ser enquadrado na categoria de equipamento industrial de pequeno porte e, de acordo com a tabela B.1 da NBR 12100:2013, apresenta os seguintes riscos associados:

- 1- Riscos inerentes à aceleração e desaceleração das polias da transmissão por correias que podem acarretar em esmagamentos, prisão, enroscamentos ou fricção de membros. Esses riscos podem ser encontrados nos seguintes componentes:
 - a- Riscos associados à transmissão por correias em “V” do redutor para o cilindro, figura 14: Caso as correias estejam expostas essa área apresenta riscos de esmagamento entre a polia e as correias ou entre o cilindro de moagem e as correias. Nas correias em si existe o risco de enroscamento ou de fricção de alguns membros.



Figura 14: Parte Móvel – Cilindro de Moagem
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- b- Riscos associados ao cilindro de moagem, figura 14: Caso o cilindro de trabalho possa girar livremente, existe o risco de esmagamento entre o cilindro e os rolos de apoio. Durante a operação também podem ser observados os riscos de prisão, enroscamento e fricção de algum membro com o cilindro de moagem.
- c- Riscos associados ao eixo à junta motor – caixa de redução, figura 15: nessa parte do equipamento existem os riscos de enroscamento, prisão e fricção.



Figura 15: Parte Móvel - Eixo de Transmissão
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- 2- Outros perigos relacionados ao equipamento são provenientes de ruídos e a poeira, esses podem ocasionar os seguintes danos à saúde:
 - A poeira gerada no processo de britagem a seco pode ocasionar dificuldade para respirar, câncer, infecções e possíveis envenenamentos (dependendo do material a ser britado);
 - O ruído gerado pelo processo pode levar a desconforto, perda de consciência, perda de equilíbrio, perda permanente de audição, estresse, zumbido, cansaço.

4.4 Projeto das Intervenções Necessárias com Base na NR 12

Com base na observação de produtos semelhantes no mercado, partindo da análise de riscos e dos requisitos da NBR 12100:2013, foram projetadas peças personalizadas para cada parte móvel que pode representar algum risco à segurança e saúde de operadores e terceiros.

Ambos os projetos foram feitos utilizando-se a ferramenta de modelagem gráfica Autodesk Inventor Professional 2015.

Os projetos serão mais detalhados nos tópicos seguintes, porém pode-se adiantar aqui que a primeira parte foi à modelagem gráfica do equipamento nas condições atuais. A partir desse protótipo virtual foram projetadas as intervenções requeridas pela NR 12.

4.4.1 Britador de Rolos

O projeto de intervenções no equipamento durou aproximadamente 1(um) mês e pode ser dividido nas seguintes etapas:

- Modelagem gráfica do equipamento, figura 16:

Essa etapa se baseia basicamente na criação de um protótipo virtual genérico do equipamento que precisa ter as medidas reais. É uma etapa bastante importante e delicada, pois todas as dimensões das proteções necessárias para extinguir ou minimizar os riscos oriundos do equipamento partirão das medidas coletadas nessa etapa.

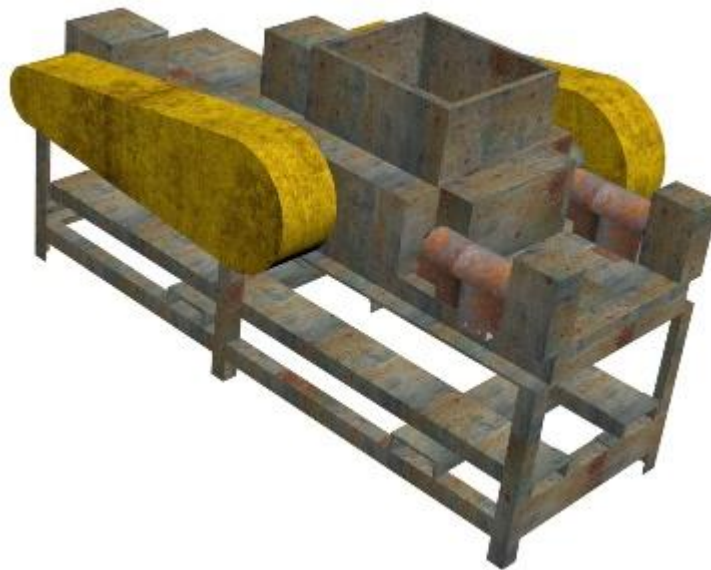


Figura 16: Britador de Rolos - Modelagem 3D
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projeto das intervenções necessárias com base na NR 12;

A partir da análise de risco feita com base na NBR 12100:2013 do estudo de modelos semelhantes no mercado começou-se a fase de projeto da proteção de cada uma das partes móveis.

As primeiras partes móveis observadas pelo projeto foram às transmissões por correias. Essas partes, como citado anteriormente, já apresentam certa proteção, porém

tais medidas não estão de acordo com a NBR 12100:2013 que solicita que nesses tipos de proteções sejam evitados as arestas e cantos salientes.

Devido também ao estado precário dessas proteções, optou-se pela criação de um sistema de proteção fixo totalmente novo, que respeitasse as seguintes condições:

- a- Que respeitasse a condição de ser removido apenas com o auxílio de ferramentas (NR 12);
- b- Que respeitasse a condição exigida pela NBR 12100:2013 citada acima;
- c- Que não influenciasse no funcionamento normal do equipamento;
- d- Que não dificultasse demasiadamente as operações de manutenção.

Foi criado então o um sistema representado pelas figuras 17 e 18 que é constituído por 3(três) peças em cada uma das transmissões, estas feitas em chapas de aço de médio carbono e ligadas ao equipamento e entre elas por meio de ligações parafusadas.



Figura 17: Proteção Correias Direitas
Fonte: Pesquisa Direta (2019)



Figura 18: Proteção Correias Esquerdas
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Para o bocal de alimentação também foi criado um novo sistema que, além de respeitar as condições impostas pelos itens “a”, “b”, “c” e “d”, também evitasse

que partículas não britadas fossem lançadas na direção do profissional responsável por alimentar o britador.

Criou-se então uma estrutura constituída por um corredor vertical com uma estrutura em Z, demonstrado na figura 19, que evitasse que algum material fosse lançado para fora da zona de trabalho e uma tampa que têm como objetivo isolar completamente a zona de trabalho de meios externos quando o trabalho realizado representar um risco maior.

Essas duas estruturas, assim com as anteriores, são ligadas entre si e ao equipamento por meio de ligações parafusadas.



Figura 19: Estrutura Entrada
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

De acordo com a análise de riscos feita no item 4.3.1, a última parte móvel que representa risco são os amortecedores que se encontram na parte frontal do equipamento. Para estas foram projetadas duas coberturas (uma para cada), figura 20, que atendem a todos os requisitos expostos anteriormente nessa seção.



Figura 20: Proteção Molas
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projeto de melhorias mecânicas que poderiam ser implantadas ao equipamento;

Para facilitar o processo de transporte e manuseio do equipamento foi criado um sistema na parte inferior do mesmo. Esse sistema se resume a um conjunto de vigas U e Cantoneiras, figura 21, que tentam oferecer maior facilidade de transporte do equipamento por meio de empilhadeiras.



Figura 21: Trilho de Transporte - Britador de Rolos
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Por meio do ambiente de análise de tensões do *software* Autodesk Inventor Professional 2016 foi analisada a capacidade de carga da estrutura projetada, uma vez que esta tem a necessidade de aguentar todo o peso do equipamento. De acordo com a análise, a estrutura projetada suporta facilmente uma carga de 800 kg, isso torna a mesma apta uma vez que o peso do equipamento é de aproximadamente 350 kg.

Toda a estrutura da base foi projetada em componentes cujo material seria um aço de médio carbono que, segundo o site MatWeb, apresenta um valor de aproximadamente 310 MPa como tensão de escoamento. Na figura 22 pode-se

visualizar que a tensão máxima sofrida pela estrutura devido ao peso do equipamento é de 55,37 MPa.

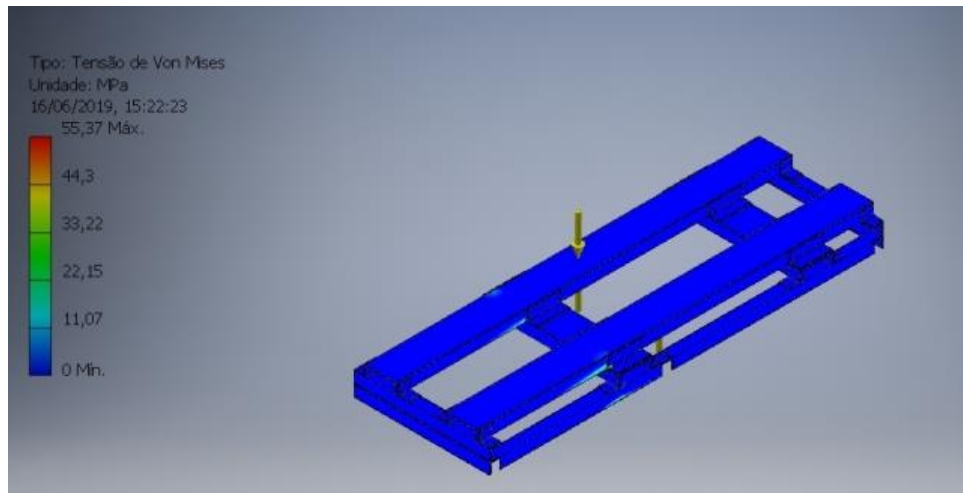


Figura 22: Simulação de Cargas

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projeto das partes mecânicas necessárias para a implantação da NR 10;

Cada equipamento precisa de um quadro de comando individual no qual deve conter os botões liga/desliga, de parada de emergência e os sinais sonoros e de luz responsáveis por acusar o bom ou o mau funcionamento do equipamento.

Os quadros devem ser projetados por profissionais da área com base nas necessidades do equipamento e nos requisitos da NR 10 e não serão objetos de estudo deste trabalho. Porém, a parte mecânica que têm a função de ligar a máquina ao quadro foi observada neste trabalho.

Para tal foi projetada uma estrutura simples, calculada apenas para suportar o peso dos componentes do quadro de comando, que se baseia na ligação de tubos de aço galvanizados e possui alguns graus de liberdade com a função de facilitar a operação e o transporte do equipamento. Essa estrutura pode ser visualizada na figura 23.

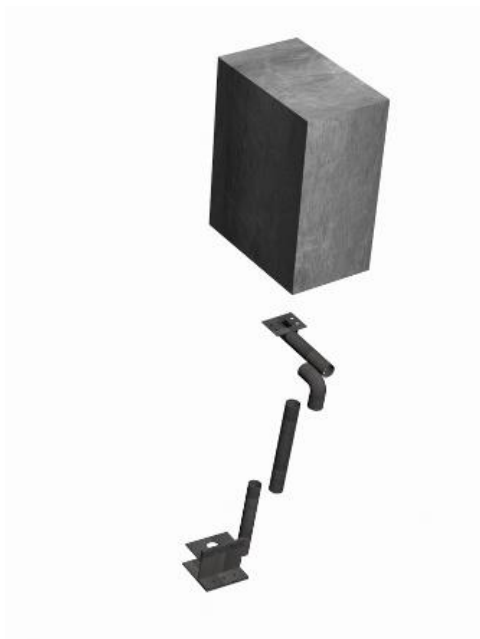


Figura 23: Montagem Quadro
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Elaboração da documentação do equipamento.

Todas as intervenções feitas no equipamento foram relatadas em diferentes documentos, adequados às diferentes etapas do projeto.

Na primeira fase foi feito o relatório de vistoria e levantamento de riscos. Todos esses levantamentos foram feitos com base nas NR's (NR 12) e Normas Técnicas vigentes (NBR 12100).

Na etapa de projeto foram gerados um total de 21(vinte e uma) pranchas de projeto relativas a todas as alterações feitas no equipamento. Essa documentação foi produzida no formato A3 e também seguiu as leis vigentes (NBR 13142).

A legislação também exige que o todo equipamento possua um manual de operação e esse também foi produzido. O manual detém as informações relativas ao uso seguro e manutenção do equipamento e também seguiu a legislação vigente (NBR 12100).

Por fim, foi produzido um relatório final, o qual tem a função de elucidar e justificar formalmente todas as alterações necessárias que devem ser feitas no equipamento.

4.4.2 Moinho de Bolas

O projeto desse equipamento durou aproximadamente 1(um) mês e meio. Esse tempo é considerado alto quando se tem como base os outros projetos semelhantes produzidos pelo DEPAI. Isso aconteceu devido ao péssimo estado de conservação do equipamento.

- Modelagem gráfica do equipamento.

Essa etapa difere um pouco da etapa relatada no item anterior dessa seção porque dessa vez precisou-se criar o protótipo virtual de como o equipamento deveria ser e não como ele se encontra atualmente, figura 24.



Figura 24: Moinho de Bola – Modelo 3D
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projeto das peças que foram extraviadas

Com já citado no item 4.2.2, esse equipamento necessitava de uma peça que foi removida e posteriormente perdida. Como não se trata de um equipamento produzido em escala industrial e logo não se pode encontrar a peça no mercado, precisou-se projetar uma peça personalizada para completa-lo.

As figuras 26 e 25 representam respectivamente a peça projetada e o local onde ela deve ser anexada:



Figura 25: Parte Deficiente
Fonte: Pesquisa Direta (2019)



Figura 26: Peça Projetada
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projeto das Intervenções necessárias com base na NR 12;

A partir da análise de riscos feita no item 4.3.2, na observação de modelos semelhantes no mercado e no estudo dos requisitos de projetos exigidos pela legislação vigente (NR 12 e NBR 12100) foram projetados as proteções necessárias para extinguir ou minimizar os riscos.

No intuito de facilitar a fabricação e implantação, criou-se um sistema demonstrado na figura 27 que busca extinguir, ao mesmo tempo, os riscos associados ao cilindro de moagem e as transmissões por correias.

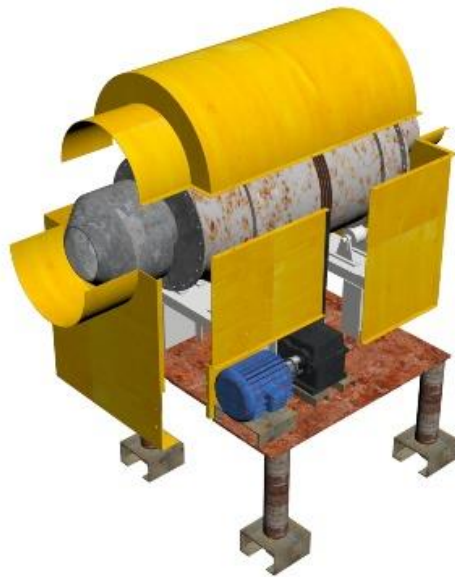


Figura 27: Proteções Cilindro e Transmissão por Correias
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Seguindo as mesmas diretrizes tomadas com relação ao item supracitado, foi criado um sistema para extinguir os riscos proeminentes da transmissão entre o motor e caixa de redução. Esse sistema se baseia em uma proteção inferior que se liga ao corpo do equipamento por uma ligação parafusada e uma proteção superior que se liga a inferior também por meio de uma ligação parafusada.

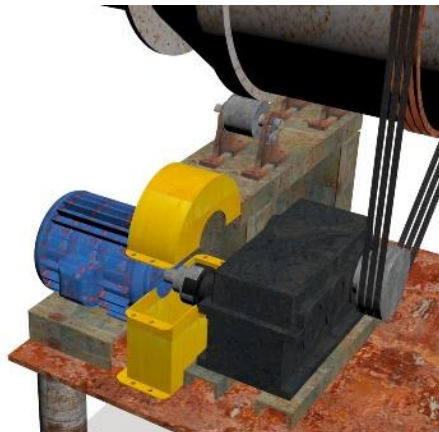


Figura 28: Proteções Eixo de Transmissão
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projeto de melhorias mecânicas que poderiam ser implantadas ao equipamento;

Para facilitar o processo de transporte e manuseio do equipamento foi criado um sistema na parte inferior do moinho. Assim como o sistema apresentado no item anterior, esse sistema se resume a um conjunto de vigas U e Cantoneiras, figura 29, que tentam oferecer maior facilidade de transporte do equipamento por meio de empilhadeiras.

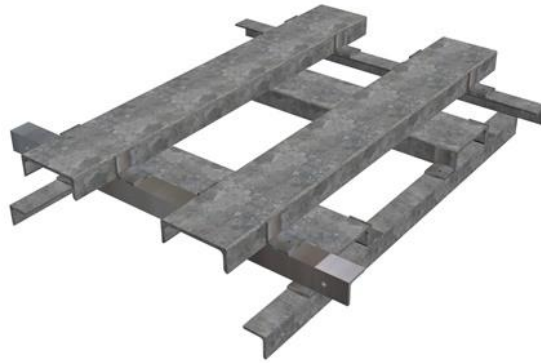


Figura 29: Base de Transporte
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

Nessa parte do equipamento também foi feita uma simulação de cargas, a fim de verificar se a estrutura projetada suportava carregar o peso do equipamento. Como pode ser observada na figura 30, a estrutura suportou uma carga de 815 kg e está apta ao uso uma vez que o equipamento possui um peso máximo em torno de 400 kg.

Toda a estrutura da base foi projetada em componentes cujo material seria um aço de médio carbono (aço 1045, por exemplo) que, segundo o site MatWeb, apresenta um valor de aproximadamente 310 MPa como tensão de escoamento. Na figura 30 pode-se visualizar que a tensão máxima sofrida pela estrutura devido a uma carga de 815 kg é de 275,2 MPa.

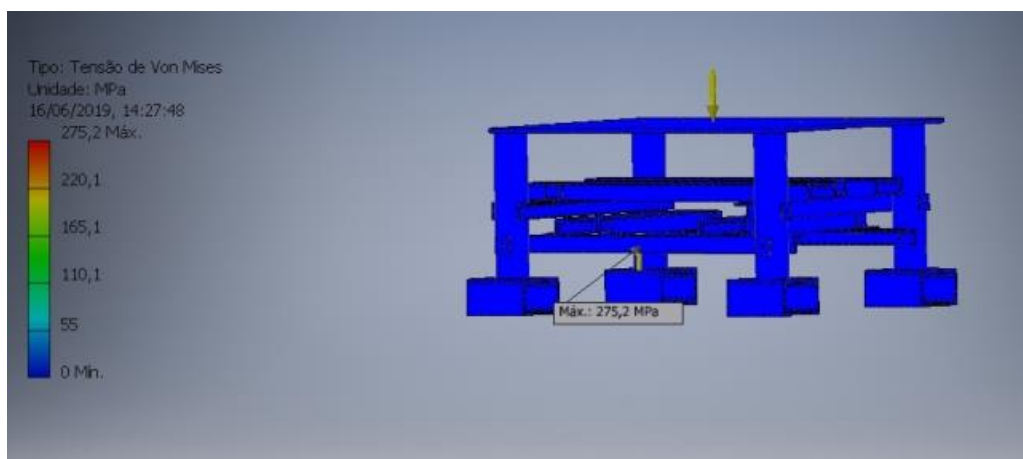


Figura 30: Simulação de Esforços
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Projetos das partes mecânicas necessárias para a implantação da NR 10;

Seguindo os mesmos fundamentos quanto a questão de projeto e a legislação respeitada, citado anteriormente (Item 4.4.1). Foi projetada a parte mecânica que tem a função de ligar o quadro de comando ao corpo do equipamento, figura 31.

Nesse projeto procurou-se respeitar as condições de segurança requeridas (NR 12 e NBR 12100), a aplicabilidade no sistema de operação normal da máquina e, por fim, a facilidade de operação e manutenção tanto da parte mecânica quanto da parte elétrica do sistema.



Figura 31: Quadro de Comando
Fonte: Pesquisa Direta (2019)

- Elaboração da documentação do equipamento.

A última fase relativa ao projeto do equipamento foi a produção da documentação requerida pela legislação (NR 12) e da documentação objetivando transmitir as informações necessárias para compra, manufatura e montagem dos sistemas de segurança.

O primeiro documento a ser feito foi o manual de instrução para operação e manutenção segura do equipamento. Esse é um documento obrigatório segundo a legislação brasileira e foi feito de acordo com as normas relacionadas (NBR 12100:2013).

Em seguida foram gerados os documentos que têm o objetivo de transmitir as informações necessárias para que as peças e sistemas de segurança possam ser projetados.

O primeiro desses documentos foi o Relatório Individual Final de Projeto. Nesse documento constam detalhadamente todas as alterações que devem ser feitas, como elas devem ser feitas e o embasamento técnico do projeto.

Os outros documentos são as pranchas de projeto no formato A3, figura 32. Esses documentos possuem o detalhamento técnico para a construção de cada mecanismo que compõe o sistema de segurança projetado para o equipamento. Vale ressaltar que, assim como em todas as etapas do projeto, esses documentos foram produzidos com base nas normas técnicas vigentes (NBR 13142).

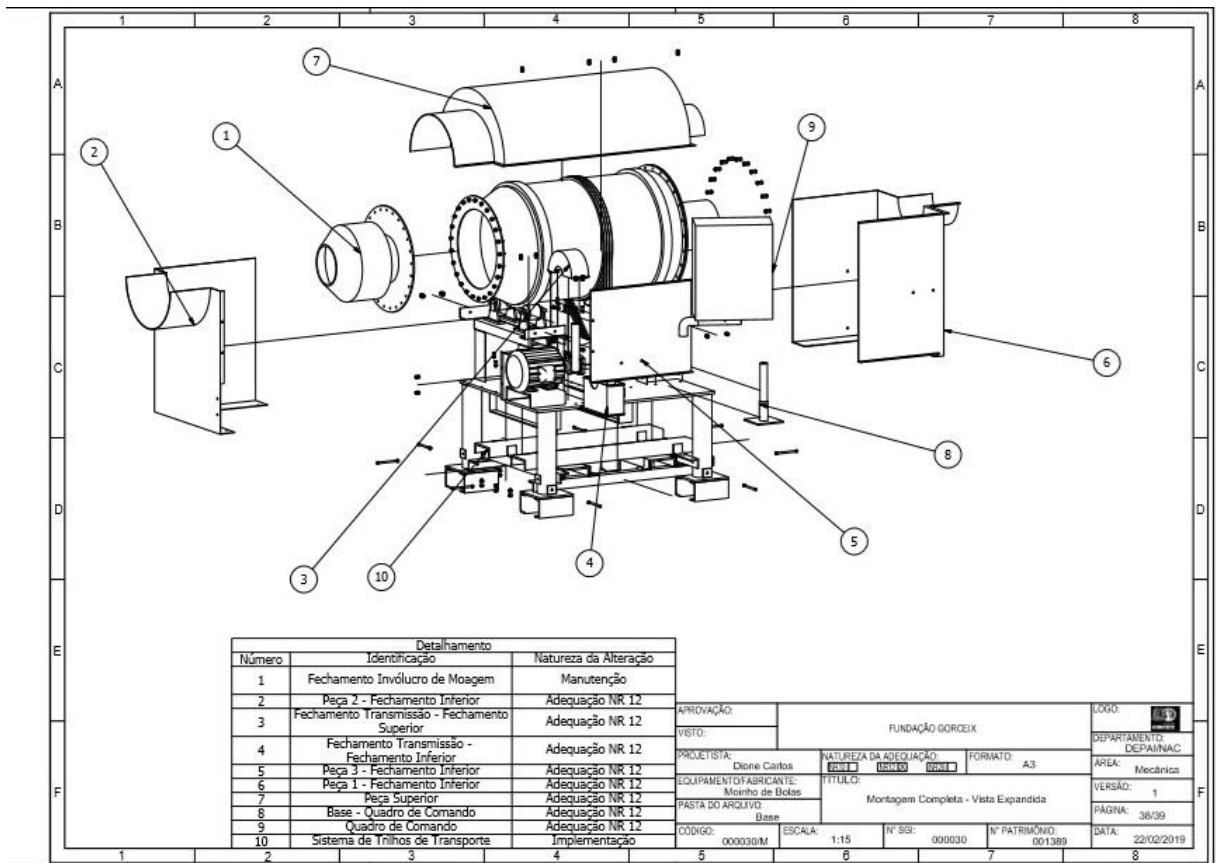


Figura 32 : Prancha de Projeto Moinho de Bolas

Fonte: Pesquisa Direta (2019)

4.5 Demarcação de segurança com base na NR 26

Para que os equipamentos estejam totalmente adequados são necessários que o corpo, as partes móveis e as proteções estejam pintadas com determinadas cores a fim de indicar os riscos presentes no local (NR 26).

De acordo com as Normas Técnicas que acompanham a NR 26, as máquinas que foram adotadas nesse estudo devem ser pintadas da seguinte forma (NBR 7195 e NBR 6493):

- Partes de proteção fixas: Devem ser pintadas na cor amarela, que representa “cuidado”;
- Partes Móveis e perigosas: Refere-se às proteções ou partes móveis expostas que podem representar algum risco e devem ser pintados na cor alaranjada;
- As seguintes cores não devem ser utilizadas na pintura do corpo das máquinas: vermelha, alaranjada, amarela, azul e púrpura.
- Os adesivos ou figuras anexadas ao corpo do equipamento que representam ações obrigatórias como, por exemplo, determinar o uso de EPI, devem ser feitas na cor de fundo azul e a cor do texto deve ser branca.
- Os trilhos de transporte, anexados por este projeto ao equipamento, devem ser pintados na mesma cor do equipamento.

4.6 Custo das melhorias propostas

Os recursos necessários para que sejam feitas as alterações no equipamento deverão ser aplicados em duas frentes. A primeira seria na compra dos materiais necessários para a produção dos mecanismos de segurança e a segunda seria o custo relativo à mão de obra dos profissionais responsáveis por produzir tais peças.

4.6.1 Britador de Rolos

Como parte do pacote final de documentos entregue após o projeto de adequação, conta sempre um orçamento relativo ao material utilizado. O orçamento relativo à Material do Britado de Rolos gera um valor total de R\$ 1422,17.

Segundo informações de profissionais da área, os custos relativos à mão de obra são, normalmente, o mesmo valor dos materiais. Com base nessas informações podemos afirmar

que o valor da mão de obra para as alterações feitas no equipamento seria por volta de R\$ 1400,00 reais.

Pode-se concluir então que os recursos financeiros necessários para efetuar as alterações necessárias neste equipamento giram em torno de R\$ 3000,00.

4.6.2 Moinho de Bolas

Seguindo os padrões adotados nos projetos de adequação das máquinas e equipamentos da empresa objeto de estudo à NR 12. Foi providenciado um orçamento de materiais para o projeto de adequação do Moinho de Bolas. Esse orçamento ficou no valor de R\$ 1731,52.

Levando em conta que o valor da mão de obra deve ser de aproximadamente R\$ 2000,0 (valor com base nos fundamentos citados no Item anterior), podemos chegar a conclusão que o valor total da adequação do equipamento deve ser de, aproximadamente R\$ 5000,00.

4.7 Estimativa da vida útil dos equipamentos após esse processo

A estimativa de vida útil do equipamento será feita com base na vida útil de seus componentes como motor, correia etc.

Os motores elétricos mais comumente utilizados na planta da empresa são os motores elétricos WEG. A empresa se abstém de divulgar informações diretas sobre a vida útil de cada equipamento, se reservando apenas a dizer que “a vida útil depende de inúmeros fatores”. Porém, através da observação do catálogo geral de produtos WEG, disponível no site da empresa, pode-se encontrar a vida útil de vários componentes do motor e essa vida útil gira em torno de 20000 horas de operação.

As correias devem ser trocadas de acordo com a vida útil indicada pelo fabricante ou assim que apresentar algum defeito que possa ser identificado por meio de uma análise visual.

O corpo do equipamento é feito em aço e mesmo após 20 anos se encontra em condições de operação. A principal variável que diminui a vida útil do aço é a corrosão e seus efeitos dependem de muitas variáveis. De modo que, sem condições de se fazer ensaios experimentais com base nesse fato não se pode afirmar qual será a vida útil dessa partes do equipamento.

De acordo com o exposto acima, pode-se concluir que a vida útil do equipamento se encontra por volta de 20000 horas, sem manutenção.

4.8 Valores de Mercado de Equipamentos Novos já Adequados

O principal motivo que leva ao projeto de adequação de equipamentos antigos é a economia gerada em relação à compra de equipamentos novos. Com base nesse pressuposto, foi feita uma pesquisa com base na seguinte questão: “Quanto custaria adquirir um equipamento já adequado a NR 12 no mercado brasileiro atual?”.

Foram solicitados orçamentos a duas empresas que atuam nesse mercado no território brasileiro e apenas uma delas respondeu no tempo previsto. Tal orçamento foi entregue pela empresa Brastorno na data de 08 de abril de 2019 e, como consta escrito no mesmo, não possui os valores referentes ao frete que, segundo a empresa, fica a cargo do destinatário.

Segue exposto na Tabela 5 o referido orçamento:

Item	Cod. Produto	Produtos	Qtd.	UN.	N.C.M.	Frete	Valor Unitário	ICMS	IPI	Valor Total
1	5-02-00149	BRITADOR DE ROLOS ROLBRIT SS	1	PÇ	84742090	0,00	R\$32.608,87	18 %	0 %	R\$32.608,87
Desenho: Descrição técnica: Modelo SS: Equipamento padrão, com dois motores de 5 cv, entrada máxima de 50 mm; regulagem de saída regulável com ajuste mínimo de até 1 mm, com produção de até 80% menor que 2 mm.										
2	5-04-00022	MESA DE ROLOS ROLMILL SE	1	PÇ	84742010	0,00	R\$32.025,00	18 %	0 %	R\$32.025,00
Desenho: Descrição técnica: Modelo SE: mesa simples de um estágio com porta frontal. Motor: 2 cv.										
3	5-04-00074	MOINHO DE BOLAS MAXIMILL 72"X88" SB	1	PÇ	84742010	0,00	R\$251.325,79	18 %	0 %	R\$251.325,79
Desenho: Descrição técnica: Modelo SB: interior da câmara de moagem revestido em borracha especial.										
Total Produtos:										R\$315.959,66
Frete (R\$)										R\$ 0,00
Valor Total IPI:										R\$ 0,00
Valor Total de ICMS:										R\$ 27.805,08
Valor Total de PIS										R\$ 5.213,33
Valor Total de COFINS:										R\$ 24.012,93
Desconto:										
Valor Total:										R\$315.959,66

Tabela 5: Orçamento de Equipamentos Novos

Fonte: Orçamento Direto (2019)

Os equipamentos que são semelhantes aos objetos de estudo deste trabalho são:

- Britador de Rolos Rolbrit SS que possui um valor unitário de R\$32.608,87;
- Moinho de Bolas Maximill 72" x 88"SB que possui um valor unitário de R\$251.325,79.

Caso seja desconsiderada a incidência de impostos e outros custos, o valor total dos dois equipamentos novos somados é de R\$283.934,66 reais. Esse valor corresponde a quase

285 salários mínimos (valor correspondente ao salário mínimo de R\$ 998,00 que entrou em vigor dia 01 de janeiro de 2019 via decreto presidencial).

4.9 Comparativo entre o processo descrito e a compra de um novo equipamento

Com base em todos os valores averiguados pode-se chegar às seguintes conclusões sobre a viabilidade do processo proposto em relação à compra de novos equipamentos.

Como o valor do orçamento do moinho de bolas novo ficou bastante alto, quadro exposto no item 2.9 deste estudo, vamos desconsiderá-lo neste tópico, adotando apenas o britador de rolos como objeto de estudo deste tópico.

O valor correspondente apenas ao britador de rolos, exposto no item 2.9, sem contar os custos relativos a transporte e instalação, é de R\$ 32608,87.

Os valores relativos à adequação apresentada nesse estudo com relação ao britador de rolos são os seguintes:

- Valor correspondente à compra do material necessário para a adequação: R\$ 1422,17;
- Valor correspondente à mão de obra para que sejam feitas as alterações no equipamento: R\$ 1400,00;
- Valor correspondente à compra e instalação do quadro de comando (repassado pelos profissionais responsáveis): R\$ 2130,18.

De acordo com todos os valores expostos acima, podemos concluir que o valor total da adequação é próximo a R\$ 5000,00 reais. Esse valor representa, tomando como base apenas o custo unitário do equipamento, 15,33% do valor de um equipamento novo.

Se utilizarmos da planta da empresa estudada como exemplo, que possui por volta de 50 equipamentos em operação frequente, podemos chegar à conclusão que a adequação feita através do modelo apresentado em contrapartida à compra de equipamentos novos ao preço médio de R\$ 40000,00 geraria uma economia de R\$ 1700000,00 reais.

Outro fator a ser destacado é que os equipamentos novos não vêm totalmente adequados. Isso pode ser observado nas figuras apresentadas no item 2.7, onde nos

equipamentos falta o quadro de comando. Isso leva a conclusão que a economia atingida pode ser ainda maior do que a apresentada.

5 CONCLUSÃO

5.1 Conclusão

A adequação a NR 12 é de extrema importância para garantir a saúde e a segurança de funcionários e terceiros envolvidos, sem falar que algo previsto em lei e que o não cumprimento da legislação leva a punições que variam desde multas até ao fechamento por prazo indeterminado da planta de operação.

Apesar de ser um requisito legal para operar, a adequação de plantas antigas não é incentivada principalmente devido aos elevados custos que tal processo demanda. Isso leva a muitas empresas de médio e pequeno porte a operarem na ilegalidade, colocando em risco o bem maior que é a vida de seus funcionários.

Esse trabalho apresentou uma maneira alternativa que busca, principalmente, baixar ao máximo os custos do processo de adequação. Ele se baseia em fazer um *retrofit* nos equipamentos já existentes e anexar a eles as exigências da NR 12.

Tal trabalho se baseou no projeto de adequação das máquinas e equipamentos de um entidade filantrópica, que vem sendo feito desde janeiro de 2018. Para exemplificar que é economicamente viável foram demonstrados dois projetos, dos mais de 20 (vinte) já executados.

Os projetos seguiram os requisitos da NR 12 e das normas regulamentadoras e técnicas que à acompanham e chegaram a seguinte conclusão: o custo de adequação de um britador de rolos de aproximadamente 20 anos de uso que se encontra em condições de operação gira em torno de 15% (quinze por cento) do custo unitário de um equipamento novo.

Em contrapartida aos bons resultados encontrados com relação aos custos, os resultados com relação ao tempo não são tão satisfatórios. Como cada equipamento necessita de um projeto personalizado, cada funcionário, trabalhando durante 8 horas diárias, consegue produzir, em média, 1(um) equipamento de pequeno porte a cada quinze dias. Com isso, podemos concluir que este modelo de adequação é viável para empresas de pequeno porte e que possuem poucos equipamentos em sua planta.

5.2 Recomendações

A partir do estudo para a produção deste trabalho, foram identificados alguns pontos que podem ser melhores abordados para o aprimoramento da adequação eficaz e com baixo custo das normas regulamentadoras em plantas de empresas de pequeno e médio porte:

- Estudo da viabilidade de implantação com base no tempo necessário de serviço e da mão de obra necessária;
- Estudo com base na adequação de normas regulamentadoras que acompanham a NR 12 (NR 10, por exemplo) visando o baixo custo;
- Estudo da viabilidade de uma “adequação dinâmica” que conseguisse acompanhar as frequentes atualizações das normas regulamentadoras de uma maneira mais eficaz.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7195: Cores para segurança**. 2018.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8854:2016: Defeitos Superficiais em Parafusos - Procedimento**. 2016
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6493: Emprego de Cores para a Identificação de Tubulações Industriais**. 2018.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. 2008.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 13852: Segurança de máquinas – Distâncias de Segurança para Impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores**. 2003.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 12100: Segurança de Máquinas – Princípios Gerais de Projeto – Avaliação de Riscos**. 2013.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 272: Segurança de máquinas – Proteções – requisitos gerais para projeto e construções de proteções fixas e móveis**. 2002.
- BRASTORNO. < <http://www.brastorno.com.br/>>. Acessado em: 14 de jul. 2019.
- BUDYNAS, Richard G.; NISBETT, Keith J. **Elementos de Máquinas de Shigley, Projeto de Engenharia Mecânica**. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- CAMISSASSA, **Segurança e Saúde no Trabalho**, 6 ed.: 2006.
- DICIONÁRIO AURÉLIO. < <https://dicionariodoaurelio.com/projeto>>. Acessado em 20. Mar. 2019.
- ENIT – Escola Nacional de Inspeção do Trabalho. Disponível em: < <https://enit.trabalho.gov.br/portal/>>. Acessado em: 14 jul. 2019.
- ENIT – Escola Nacional de Inspeção do Trabalho. *Segurança e saúde no trabalho – Normalização. NR – 10: Segurança em Instalações e Serviços e Eletricidade*. Disponível em: <<https://enit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-menu/sst-normalizacao/sst-nr-portugues?view=default>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

ENIT – Escola Nacional de Inspeção do Trabalho. *Segurança e saúde no trabalho – Normalização. NR - 12 Segurança no Trabalho de Máquinas e Equipamentos*. Disponível em: <<https://enit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-menu/sst-normatizacao/sst-nr-portugues?view=default>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

ENIT – Escola Nacional de Inspeção do Trabalho. *Segurança e saúde no trabalho – Normalização. NR – 26: Sinalização de Segurança*. Disponível em: <<https://enit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-menu/sst-normatizacao/sst-nr-portugues?view=default>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A, C, **Métodos e técnicas de pesquisa social**, São Paulo: Atlas, 1999.

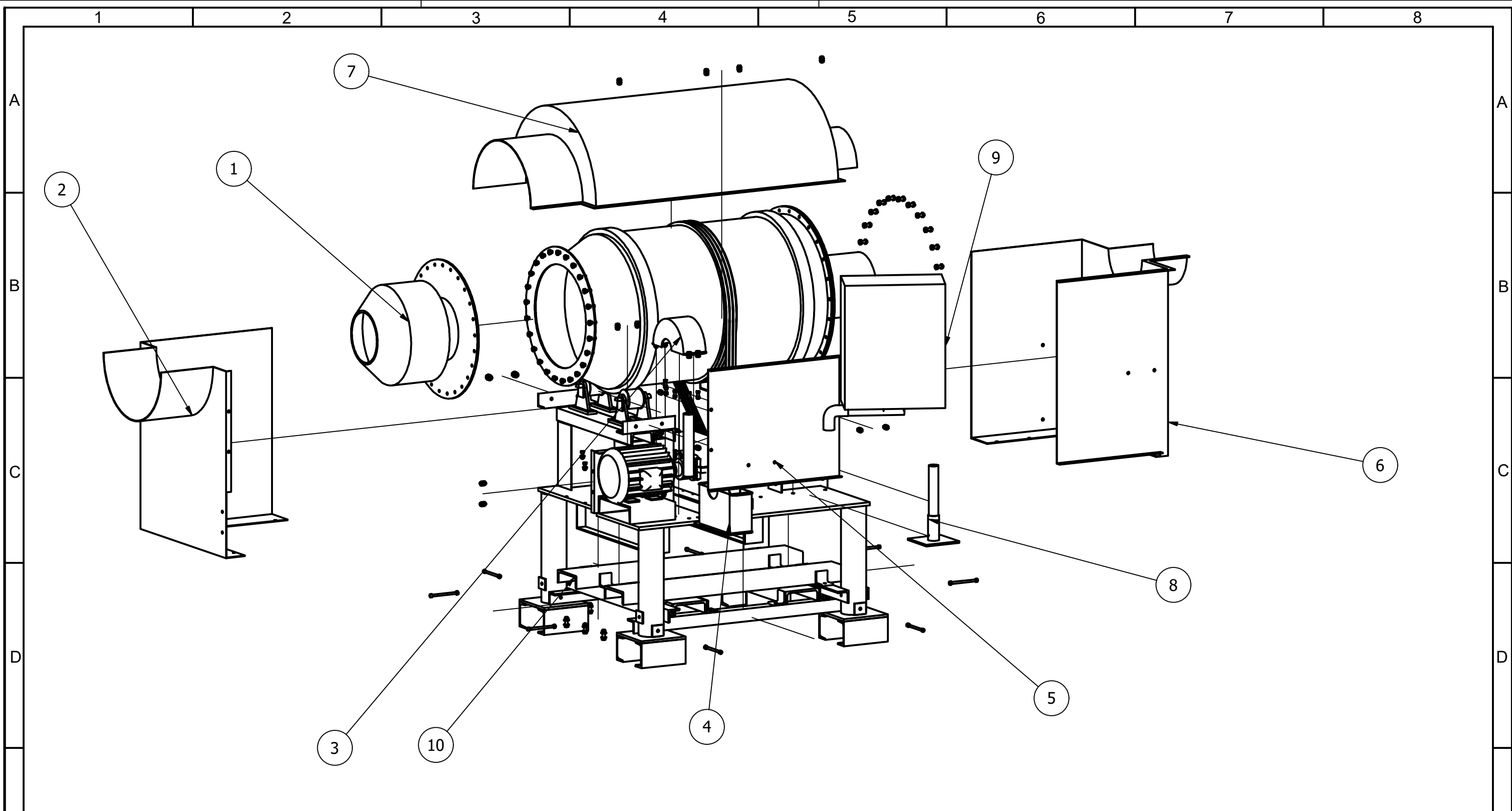
International Electrotechnical Commission. **IEC 60617: Graphical symbols for diagrams – 12 month subscription to regularly updated online database comprising parts 2 to 13 of IEC 60617**. 2012.

MAT WEB. **Material Property Data**. < <http://www.matweb.com/>>. Acessado em: 11 de dez. 2018.


METSO. < <https://www.metso.com/br/>>. Acessado em: 17 abr. 2019.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas em Ouro Preto**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30593/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Ouro-Preto-Brasil-durante-o-ano>>. Acessado em: 14 de jul. 2019.

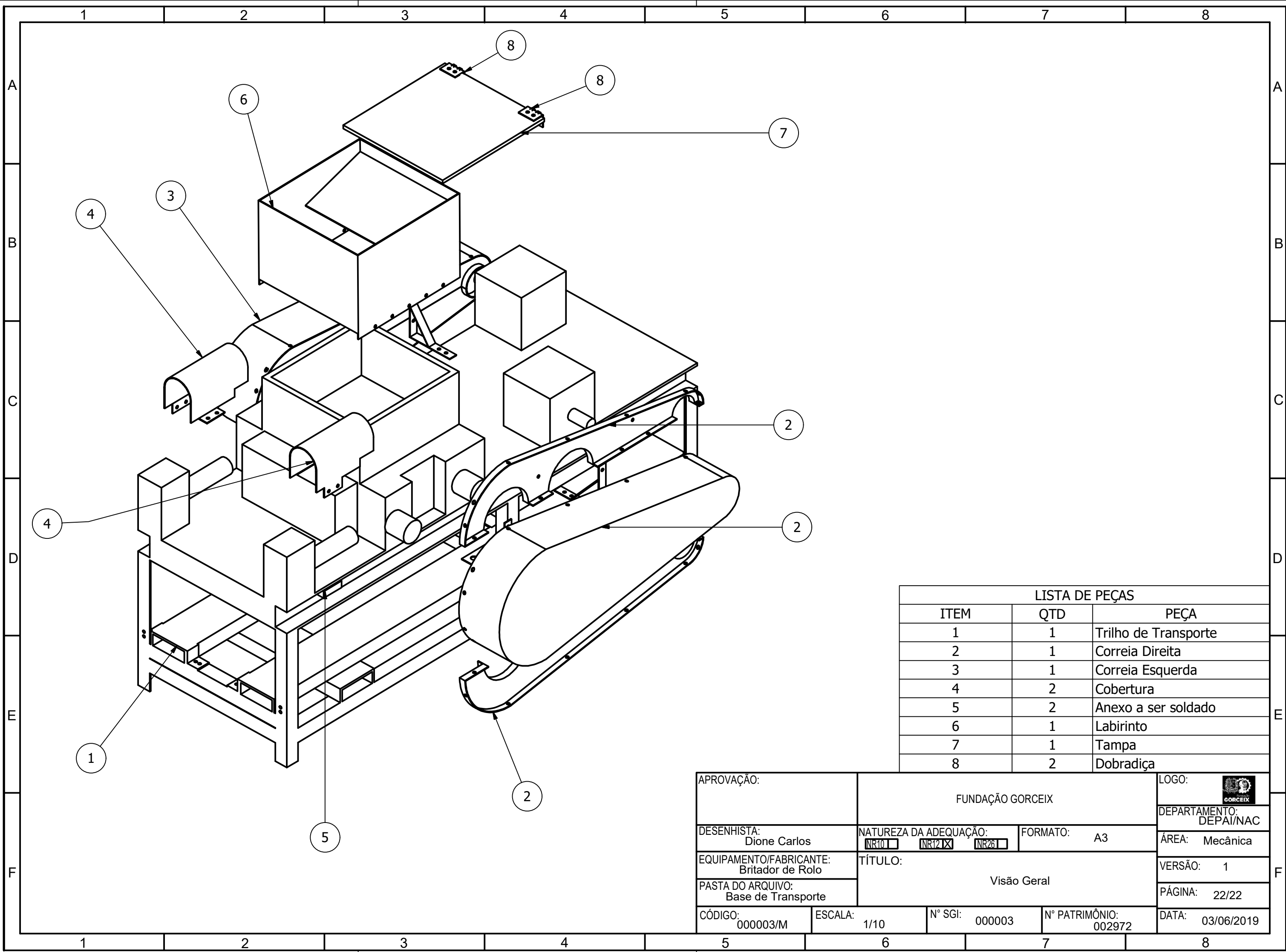
ANEXO



Detalhamento		
Número	Identificação	Natureza da Alteração
1	Fechamento Invólucro de Moagem	Manutenção
2	Peça 2 - Fechamento Inferior	Adequação NR 12
3	Fechamento Transmissão - Fechamento Superior	Adequação NR 12
4	Fechamento Transmissão - Fechamento Inferior	Adequação NR 12
5	Peça 3 - Fechamento Inferior	Adequação NR 12
6	Peça 1 - Fechamento Inferior	Adequação NR 12
7	Peça Superior	Adequação NR 12
8	Base - Quadro de Comando	Adequação NR 12
9	Quadro de Comando	Adequação NR 12
10	Sistema de Trilhos de Transporte	Implementação

APROVAÇÃO:	FUNDAÇÃO GORCEIX		LOGO:	
VISTO:			DEPARTAMENTO:	DEPAI/NAC
PROJETISTA:	Dione Carlos	NATUREZA DA ADEQUAÇÃO:	FORMATO:	A3
EQUIPAMENTO/FABRICANTE:	Moinho de Bolas	<input type="checkbox"/> NR10	<input checked="" type="checkbox"/> NR12	<input type="checkbox"/> NR26
PASTA DO ARQUIVO:	Base	TÍTULO:		Montagem Completa - Vista Expandida
CÓDIGO:	000030/M	ESCALA:	1:15	N° SGI: 000030
				N° PATRIMÔNIO: 001389
				DATA: 22/02/2019

ÁREA: Mecânica
VERSÃO: 1
PÁGINA: 38/39



LISTA DE PEÇAS		
ITEM	QTD	PEÇA
1	1	Trilho de Transporte
2	1	Correia Direita
3	1	Correia Esquerda
4	2	Cobertura
5	2	Anexo a ser soldado
6	1	Labirinto
7	1	Tampa
8	2	Dobradiça

APROVAÇÃO:		FUNDAÇÃO GORCEIX		LOGO:	
DESENHISTA: Dione Carlos		NATUREZA DA ADEQUAÇÃO: <input type="checkbox"/> NR10 <input checked="" type="checkbox"/> NR12 <input type="checkbox"/> NR26		DEPARTAMENTO: DEPAI/NAC	
EQUIPAMENTO/FABRICANTE: Britador de Rolo		FORMATO: A3		ÁREA: Mecânica	
PASTA DO ARQUIVO: Base de Transporte		TÍTULO: Visão Geral		VERSÃO: 1	
CÓDIGO: 000003/M	ESCALA: 1/10	Nº SGI: 000003	Nº PATRIMÔNIO: 002972	PÁGINA: 22/22	
				DATA: 03/06/2019	