

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

VICTOR HUGO GONÇALVES ZEPKA

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA PLANTA DE
BENEFICIAMENTO DE CARVÃO MINERAL**

**Bagé
2021**

VICTOR HUGO GONÇALVES ZEPKA

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA PLANTA DE
BENEFICIAMENTO DE CARVÃO MINERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me Vanderlei Eckhardt

**Bagé
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

Z57p Zepka, Victor Hugo Gonçalves
Plano de manutenção preventiva em uma planta de beneficiamento de carvão mineral / Victor Hugo Gonçalves Zepka.
157 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2021.
"Orientação: Vanderlei Eckhardt".

1. Plano de manutenção. 2. Beneficiamento de carvão. 3. Usina termelétrica. 4. Manutenção industrial. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

VICTOR HUGO GONÇALVES ZEPKA

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA PLANTA DE BENEFICIAMENTO DE
CARVÃO MINERA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 07 de maio de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Me. Vanderlei Eckhardt
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Me. Cesar Antônio Mantovani
UNIPAMPA

Prof. Dr. Mauricio Nunes Macedo de Carvalho
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **VANDERLEI ECKHARDT, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/06/2021, às 15:26, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CESAR ANTONIO MANTOVANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/06/2021, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAURICIO NUNES MACEDO DE CARVALHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/06/2021, às 18:02, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0547974** e o código CRC **00E0B761**.

Referência: Processo nº 23100.009871/2021-07 SEI nº 0547974

Dedico esse trabalho a minha família, aos professores e aos amigos que obtive no decorrer do curso, que foram os maiores incentivadores

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pelo fato de me proporcionar a realização desse sonho, mesmo com tantas dificuldades referentes a conciliação de tempo com o trabalho.

Agradeço a minha família, que em todos os momentos, em qualquer circunstância, sempre me apoiou e trabalhou para diminuir as dificuldades do caminho que escolhi percorrer.

Agradeço a todos os amigos, colegas, professores e orientadores, que me auxiliaram ao longo da graduação em Engenharia de Produção. A Instituição Universidade Federal do Pampa, por proporcionar aprendizado público e de qualidade.

“O que nos define são os nossos princípios, e não os nossos êxitos e fracassos”

Henrique Avancini

RESUMO

O carvão mineral apresenta grande importância para a economia mundial, segundo a *International Energy Agency* estima-se que 41% da energia elétrica mundial seja gerada através do processo de queima de carvão mineral. A usina térmica CGT ELETROSUL situada no município de Candiota, RS, recebe carvão mineral bruto da CRM (Companhia Riograndense de Mineração). Este carvão bruto é encaminhado através de correias transportadoras para a planta de beneficiamento do carvão onde ocorre o processo de beneficiamento conhecido como jigagem a seco de carvão, que consiste em separar o carvão mineral de outros elementos como o enxofre e outros minerais não utilizados no processo de queima. Esse processo de separação baseia-se na densidade dos materiais presentes no carvão bruto que em um primeiro momento é encaminhado por correias transportadoras até um britador. Após esse processo o carvão triturado é levado por correia transportadora até a mesa vibratória, onde ocorre o processo de separação dos materiais. Depois desta etapa de separação, o material é dividido em três partes, a primeira é o carvão beneficiado, a segunda o carvão intermediário e por último o subproduto chamado de Ganga. O carvão beneficiado é encaminhado para o processo de queima na caldeira para geração de energia elétrica. Esta planta de beneficiamento de carvão é constituída de quatro células com capacidade de produção de 120 toneladas/hora cada uma, totalizando 480 toneladas/hora para atender a demanda da caldeira. O trabalho em desenvolvimento tem por objetivo aumentar a eficiência do sistema de beneficiamento de carvão da CGT ELETROSUL. Atualmente o sistema não está sendo operado na sua capacidade total porque o setor de manutenção vem enfrentando inúmeras dificuldades, pois os equipamentos presentes no sistema são importados e a ausência de manuais técnicos, lista de componentes e informações relacionadas a operação do sistema associadas ao desgaste prematuro de alguns componentes, está causando um número elevado de manutenções corretivas. Com a elaboração do plano de manutenção preventivo, espera-se reduzir o número de manutenções corretivas aumentando a disponibilidade do sistema em estudo.

Palavras-Chave: Plano de manutenção. Beneficiamento de carvão. Usina termelétrica.

ABSTRACT

Mineral coal is of great importance to the world economy, according to the International Energy Agency it is estimated that 41% of the world's electricity is generated through the process of burning coal. The CGT ELETROSUL thermal plant located in the municipality of Candiota, RS, receives crude mineral coal from CRM (Companhia Riograndense de Mineração). This raw coal is conveyed through conveyor belts to the coal beneficiation plant where the beneficiation process known as dry coal jigging takes place, which consists of separating the mineral coal from other elements such as sulfur and other minerals not used in the process. burning. This separation process is based on the density of the materials present in the raw coal which, in a first moment, is conveyed by conveyor belts to a crusher. After this process, the crushed coal is taken by a conveyor belt to the vibrating table, where the material separation process takes place. After this separation process, where the material is divided into three parts, the first is the processed coal, the second the intermediate coal and finally the by-product called Ganga. The processed coal is sent to the boiler burning process to generate electricity. This coal processing plant consists of four cells with a production capacity of 120 tonnes / hour each, totaling 480 tonnes / hour to meet the demand for the boiler. The work in development aims to increase the efficiency of the coal processing system of CGT ELETROSUL. Currently, the system is not being operated at full capacity because the maintenance sector has been facing numerous difficulties, as the equipment present in the system is imported and the absence of technical manuals, list of components and information related to the operation of the system associated with the system. premature wear of some components, is causing a high number of corrective maintenances. With the development of a preventive maintenance plan, it is expected to reduce the number of corrective maintenances by increasing the availability of the system under study.

Keywords: Maintenance plan. Coal processing. Thermoelectric plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividade de mineração.	20
Figura 2 - Beneficiamento de carvão pelo processo de jigagem.	21
Figura 3 – Fluxograma do processo de gaseificação de carvão mineral.	22
Figura 4 - Usina termelétrica.	23
Figura 5 - Tipos de Manutenção.	27
Figura 6 - Escala de avaliação para FMEA e FMECA.	31
Figura 7 - Curva da Banheira.	34
Figura 8 - Fluxograma do sistema de beneficiamento de carvão.	42
Figura 9 - Correia transportadora de carvão bruto.	43
Figura 10 - Mesa alimentadora de carvão bruto.	44
Figura 11 - Britador de carvão.	44
Figura 12 - Correia transportadora de carvão britado.	45
Figura 13 - Classificador de carvão.	46
Figura 14 - Filtro manga.	46
Figura 15 - Válvula rotativa.	47
Figura 16 - Rosca transportadora de carvão pulverizado.	47
Figura 17 - Correia transportadora de carvão pulverizado.	48
Figura 18- Correia transportadora de carvão beneficiado.	48
Figura 19 - Ventilador de inserção de ar.	49
Figura 20 - Ventilador de tiragem induzida.	49
Figura 21 - Correia transportadora de resíduos.	50
Figura 22- Silo de armazenagem de resíduos.	50
Figura 23 – Definição do valor de RPN para cada equipamento.	64
Figura 24 - Classificação dos níveis de criticidade.	68
Figura 25 - Plano de manutenção preventiva.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de manutenção de fevereiro de 2021	61
Tabela 2 - Indicadores de manutenção de março de 2021	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de equipamentos do Sistema de beneficiamento de carvão.....	51
Quadro 2 - Manutenções no beneficiamento de carvão em fevereiro 2021	58
Quadro 3 - Manutenções no beneficiamento de carvão em março 2021	59

LISTA DE SIGLAS

ABCM – Associação Brasileira de Carvão Mineral

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CGT ELETROSUL – Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica do Sul do Brasil

CRM – Companhia Riograndense de Mineração

FMEA - Análise de Modos de Falhas e Efeitos

FMECA – Análise de Criticidade, Modos e Efeitos de Falhas

IEA – International Energy Agency

MTBF – Tempo Médio Entre Falhas

MTTR – Tempo Médio Entre Reparos

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NBR – Norma Técnica Brasileira

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

PPCM – Programa de Planejamento do Controle da Manutenção

SIECESC – Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina

TPM – Manutenção Produtiva Total

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Delimitação do Trabalho	17
1.4	Estrutura do Trabalho.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Carvão Mineral.....	19
2.2	Beneficiamento de Carvão Mineral.....	20
2.3	Geração Térmica	22
2.4	Manutenção	23
2.4.1	Tipos de Manutenção.....	25
2.4.2	Gestão de Manutenção.....	27
2.4.3	Planejamento e Controle da Manutenção - PCM.....	28
2.4.4	Planos de Manutenção	29
2.5	Análise dos Modos e Efeitos de Falha – FMEA.....	29
2.6	Análise de Criticidade, Modos e Efeitos de Falhas - FMECA	30
2.7	Indicadores de Manutenção	33
2.7.1	Taxa de Falhas.....	33
2.7.2	Tempo Médio Entre Falhas - MTBF	35
2.7.3	Tempo Médio Para Reparos - MTTR	35
2.7.4	Disponibilidade Inerente	36
2.7.5	Confiabilidade	37
3	METODOLOGIA	38
3.1	Métodos de Pesquisa.....	38
3.2	Procedimento Metodológico	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1	Banco de dados do sistema de beneficiamento de carvão	41
4.2	Histórico de paradas de manutenções no setor	57
4.3	Indicadores de manutenção	60
4.4	Aplicação do FMEA.....	63
4.5	Plano de manutenção preventiva	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICE A – Formulário FMEA	86

1 INTRODUÇÃO

Atualmente muitas empresas buscam melhorias em seus processos produtivos com objetivo de atender a demanda do mercado. Baseado nessa condição a manutenção apresenta um papel de destaque no âmbito industrial, pois está presente no dia a dia das organizações, sendo de suma importância para garantir o desempenho funcional do equipamento, atribuindo dessa forma, confiabilidade ao processo produtivo (TELES, 2019).

Conforme a Norma Técnica Brasileira (NBR - 5462 de 1994) pode-se classificar a manutenção em três tipos: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva, assim sendo, a grande maioria das empresas buscam reduzir o número de manutenções corretivas não planejadas, pois essa prática acarreta muitos prejuízos devido a indisponibilidade de seus equipamentos e conseqüentemente cessamento ou redução na produção, por isso a manutenção preventiva vem obtendo um papel de destaque como solução viável para esse problema.

A manutenção preventiva atua de forma estratégica, visando garantir a confiabilidade de alguns segmentos, como na geração térmica de energia. Segundo relatório publicado pela *International Energy Agency* (IEA) (2018), com base no ano de 2016, a maior parte da matriz energética mundial é composta por fontes não renováveis, tendo como principal fonte o petróleo e seus derivados (31,7%), seguidos pelo carvão (28,1%) e o gás natural (21,6%).

De acordo com este contexto de fonte não renovável e utilizando o carvão mineral bruto como matéria prima oriunda da Companhia Riograndense de Mineração (CRM), temos no processo de geração termelétrica a Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica do Sul do Brasil (CGT ELETROSUL), situada no município de Candiota,RS. Em sua unidade operacional existem muitos equipamentos com regime de trabalho contínuo e em condições severas, ocasionados pela presença de materiais abrasivos, como rejeitos piritosos e enxofre, o qual é extremamente prejudicial ao processo e meio ambiente, devido a reações químicas desencadeadas com o oxigênio, o que resulta na formulação de ácidos, tais fatos fazem necessário uma atuação eficiente e eficaz por parte da manutenção (CGT ELETROSUL, 2020).

Com objetivo de minimizar essa condição operacional anterior, foi implantado o processo de beneficiamento de carvão, planta subdividida em quatro módulos com

capacidade de beneficiar 120 toneladas/hora de carvão bruto em cada módulo (CGT ELETROSUL, 2020).

A planta de beneficiamento recebe o carvão mineral bruto, através de correias transportadoras, num primeiro momento o carvão é triturado em britadores, onde irá ocorrer a redução de suas dimensões, variando de acordo com a especificação do fabricante. Na próxima etapa o carvão é encaminhado novamente por correias transportadoras até as mesas vibratórias, equipamento responsável por realizar a classificação do carvão e separação das impurezas através da densidade específica dos materiais com auxílio de ventilação forçada (CGT ELETROSUL, 2020).

Após essa etapa surgem três tipos de produtos: carvão beneficiado, carvão intermediário e a ganga, subproduto composto por materiais não utilizados no processo de queima. O carvão beneficiado é encaminhado para o pátio de armazenagem através de correias transportadoras, estando assim apto para o processo de moagem nos moinhos e posteriormente a queima na caldeira. O carvão intermediário é encaminhado novamente para o início do processo de beneficiamento, onde passará novamente pelas operações citadas anteriormente, já a ganga, é armazenado para um posterior descarte (CGT ELETROSUL, 2020).

Para poder atender a demanda solicitada pela caldeira, a planta de beneficiamento necessita operar em regime contínuo de 24 horas, interrompendo a sua produção apenas em horários predeterminados para limpeza. Baseado nessa condição a planta de beneficiamento de carvão vem sofrendo inúmeras manutenções corretivas não planejadas nos equipamentos, ocasionando indisponibilidades parciais e em alguns casos total. Contribuem fortemente para que estes problemas ocorram, o fato de o fabricante da unidade de beneficiamento ser uma empresa estrangeira que após a montagem da planta não forneceu nenhum tipo de manual de operação ou manutenção, tais como lista de peças etc., além do desgaste considerado prematuro de muitos componentes das máquinas (CGT ELETROSUL, 2020).

Com objetivo de solucionar esse problema e aumentar a disponibilidade da planta de beneficiamento, a implantação de técnicas de manutenção preventiva através de um plano de manutenção apresenta-se como a melhor solução, pois através da elaboração de um plano de manutenção preventiva, baseado em alguns indicadores como a Taxa de Falhas, Tempo médio entre falhas (MTBF), Tempo Médio Entre Reparos (MTTR), Disponibilidade Inerente e Confiabilidade.

1.1 Justificativa

A CGT ELETROSUL, em seu setor de alimentação de carvão mineral beneficiado, não é operada em sua plena capacidade pela dificuldade do departamento de manutenção na obtenção de peças sobressalentes inerentes ao processo. Outro problema constatado, é a carência de informações que foram omitidas pelos fabricantes durante o processo de montagem dos equipamentos que são importados. Esta ausência de manuais técnicos, lista de peças sobressalentes e informações relacionadas as operações associadas a desgaste prematuro de alguns componentes acarretaram e acarretam problemas até os dias atuais.

A realização deste trabalho justifica-se pelo exposto, onde ocorrem um número elevado de paradas de produção pela quebra de equipamentos, devido à falta de atividades de manutenções preventivas, pela não existência de plano de manutenção. Este fato acarreta um número elevado de manutenções corretivas, o que com o passar do tempo levou o setor de manutenção mecânica de uma equipe de apoio a torna-se um elemento indispensável no processo produtivo. Realizar um plano de manutenção preventiva através da análise de processos e desenvolver as melhores técnicas de manutenção é determinante para a redução de paradas deste sistema produtivo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem por objetivo elaborar um plano de manutenção preventiva para o setor de beneficiamento de carvão mineral da Companhia de Geração e Transmissão de Energia do sul do Brasil, através da utilização de indicadores de manutenção e a ferramenta FMEA.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram definidos para atender o proposto no objetivo geral.

- Elaborar banco de dados do sistema de beneficiamento de carvão;

- Levantamento dos históricos de paradas das manutenções no setor;
- Aplicação e análise de indicadores de manutenção;
- Aplicação da ferramenta FMEA;
- Apresentação do plano de manutenção preventiva.

1.3 Delimitação do Trabalho

A norma NBR 5462 (1994) define manutenção preventiva como a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. A atividade de manutenção preventiva, segundo Teles (2019), tem o objetivo de restabelecer as condições originais do equipamento, visando reduzir a probabilidade de falharem. De acordo com o autor esta técnica deve ser utilizada de forma estratégica, através da elaboração de planos de manutenção preventivo, tais planos devem ser desenvolvidos com base em informações coletadas a partir da seleção de indicadores de manutenção oriundos do processo.

Analisando os fatores apresentados, o presente trabalho limita-se a estabelecer um plano de manutenção preventiva na planta de beneficiamento de carvão, situado no complexo termelétrico da CGT ELETROSUL.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco etapas, sendo classificado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 - Introdução:** No capítulo inicial é realizada a apresentação dos assuntos abordados, contendo a justificativa do tema definido, objetivo geral e objetivos específicos.
- **Capítulo 2 - Revisão da Literatura:** Neste capítulo é realizada a conceituação dos principais tópicos referentes ao tema em estudo por meio de uma revisão de literatura de diversos autores.

- **Capítulo 3 - Metodologia:** No terceiro capítulo é apresentado o método de pesquisa a ser utilizado neste estudo para atingir os objetivos propostos, assim como os procedimentos metodológicos utilizados.
- **Capítulo 4 - Resultados e Discussões:** Neste capítulo ocorrerá a apresentação e discussão dos principais resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia desenvolvida.
- **Capítulo 5 - Considerações Finais:** No capítulo final serão apresentadas as conclusões obtidas a partir da análise dos resultados e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são apresentados conceitos considerados fundamentais para a criação das bases necessárias ao desenvolvimento de todo trabalho.

2.1 Carvão Mineral

Para Tolmasquim (2016), o carvão mineral é definido como um combustível fóssil formado a partir da matéria orgânica depositada em bacias sedimentares, sendo retirado do subsolo pelo processo de mineração. Existem quatro estágios na formação do carvão mineral: turfa, linhito, carvão e antracito, esses estágios são determinados de acordo com a pressão e temperatura existente na região da reserva.

Segundo o mesmo autor, o carvão mineral possui duas grandes aplicações no Brasil: a utilização como combustível para geração de energia elétrica em plantas termelétricas, e a utilização na siderurgia para produção de aço. Na taxa atual de consumo, as reservas existentes são suficientes para o abastecimento de carvão por 690 anos.

No Brasil as reservas de carvão estão localizadas nos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná, esses estados foram responsáveis, respectivamente, por 58,3%, 39,3% e 2,4% da produção de carvão energético no Brasil (ABCM, 2013).

O maior custo na produção de carvão é sua extração do subsolo. Na região sul o carvão encontra-se depositado nas camadas horizontais, podendo ser encontrado nas camadas superficiais ou a centenas de metros abaixo da superfície. Desta forma existem duas maneiras principais de retirar o carvão: a mineração subterrânea e a mineração de superfície. Sendo a mineração subterrânea realizada através de túneis, construída para acesso logístico até as minas, já a mineração de superfície, também conhecida como mineração a céu aberto, é realizada com o apoio de máquinas e equipamentos específicos de grande porte (SIECESC, 2016).

Na Figura 1 é apresentada a atividade de mineração a céu aberto, onde podemos observar a grande movimentação de solo e máquinas.

Figura 1 - Atividade de mineração.



Fonte: Mauricio Tolmasquim (2016).

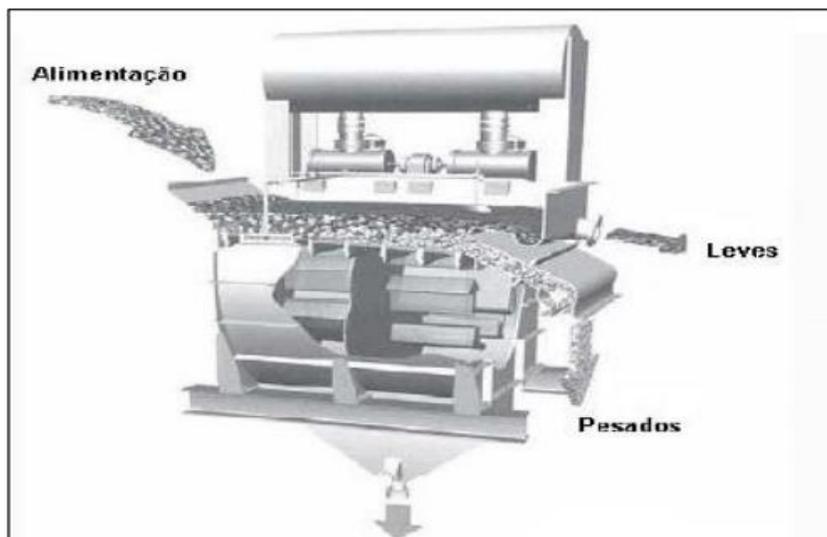
2.2 Beneficiamento de Carvão Mineral

O beneficiamento de carvão mineral, também conhecido como sistema de jigagem tem por objetivo principal beneficiar o carvão mineral, reduzindo matéria orgânica presente, tais como rocha (estéril) em impurezas. O carvão mineral extraído na região sul do Brasil é caracterizado por apresentar um elevado teor de cinza e enxofre, por esse motivo tem seu poder calorífico reduzido variando entre valores de 3150 kcal/kg a 4200 kcal/kg aproximadamente, além de produzir um alto nível de emissões atmosféricas prejudiciais ao meio ambiente (CGT ELETROSUL, 2020).

O processo de jigagem, para Luz, Sampaio e França (2012) consiste no processo físico de Concentração Gravítica que é definido como um processo nos quais diversas partículas com densidades diferentes, tamanhos e formas é separado uma das outras por ação da gravidade ou por forças centrífugas. Os mesmos autores informam ainda que essa técnica é uma das formas mais antigas de classificação mineral e, apesar de tantos séculos, ainda é empregada em grande escala pela indústria de mineração.

A Figura 2 mostra de forma resumida o beneficiamento de carvão pelo processo de jigagem a seco.

Figura 2 - Beneficiamento de carvão pelo processo de jigagem.



Fonte: Mauricio Tolmasquim (2016).

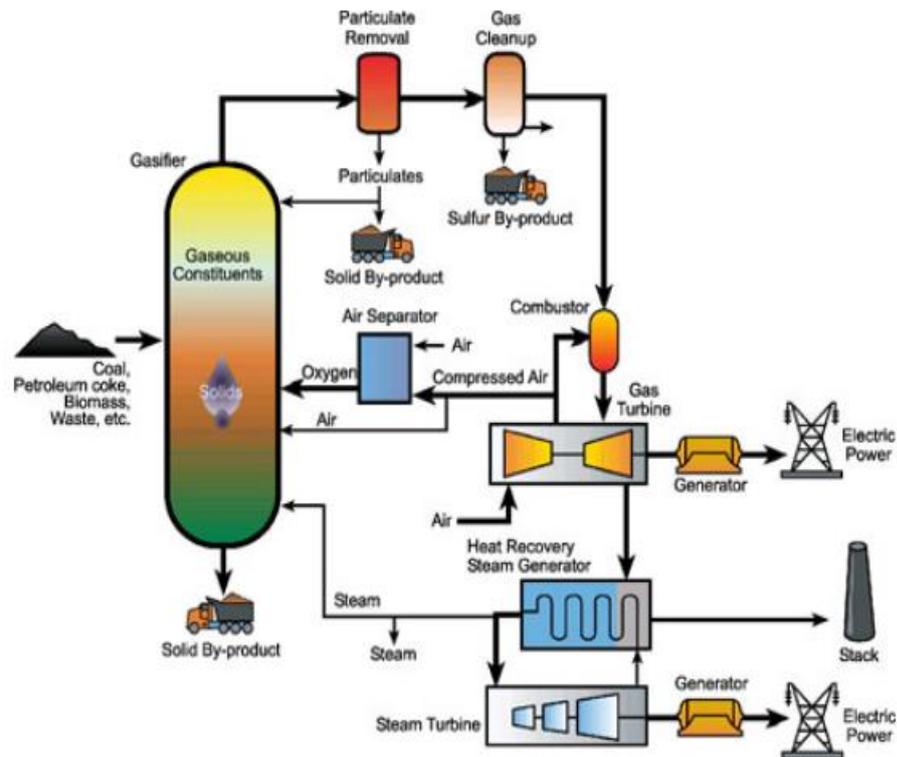
Além do processo de jigagem, temos o processo de gaseificação de carvão que Lora e Nascimento (2004) definem como um processo de beneficiamento utilizado para a geração de energia em caldeiras de ciclo combinado. Informam ainda que esta tecnologia é a que apresenta os melhores rendimentos na geração termelétrica, porém sua desvantagem em relação ao processo de queima por pulverização é o elevado custo operacional.

O processo da gaseificação consiste na introdução de um fluxo gasoso na direção vertical e no sentido ascendente, forçando-o a atravessar um leito composto por material granulado inerte, geralmente areia ou alumina. Para este processo pode-se utilizar diferentes tipos de agentes gaseificante ou misturas destes, como por exemplo: ar, oxigênio puro e vapor.

O material combustível após processado no interior do leito é encaminhado para um separador ciclônico, onde ocorrerá a retirada das micro partículas remanescentes do processo anterior, através do princípio de centrifugação de gases. Logo após esta etapa o gás combustível é armazenado e posteriormente encaminhado para a queima em uma câmara onde será gerado o vapor para a movimentação do turbogerador (LORA e NASCIMENTO,2004).

Na Figura 3 está descrito o fluxograma do processo de gaseificação de carvão mineral.

Figura 3 – Fluxograma do processo de gaseificação de carvão mineral.



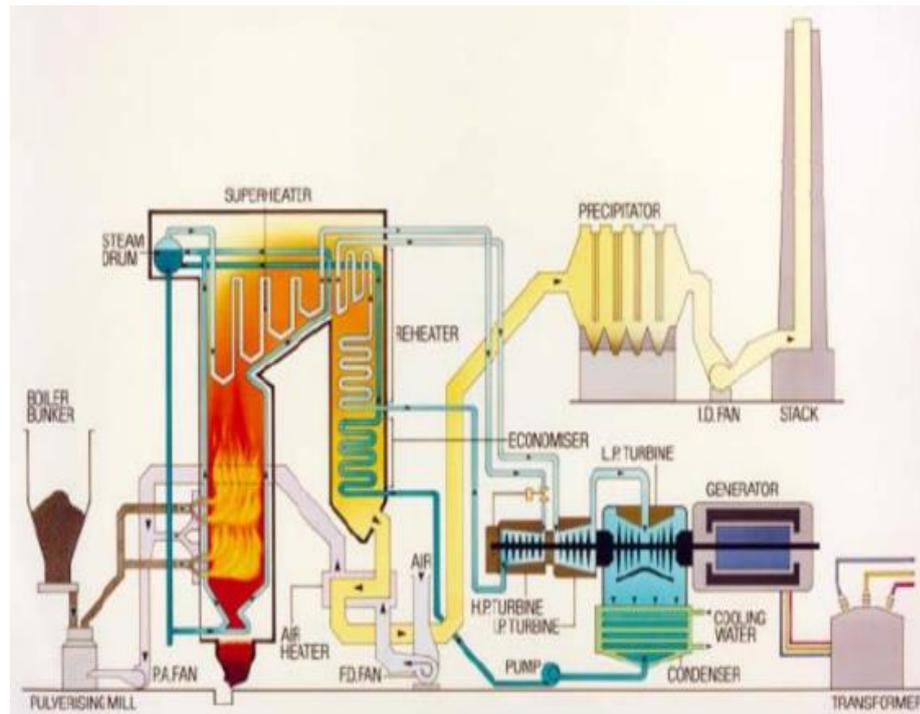
Fonte: ABCM (2013).

2.3 Geração Térmica

Lora e Nascimento (2004), definem que a energia elétrica em uma central termelétrica provém do acionamento mecânico de um gerador, acoplado ao eixo de uma máquina, de maneira semelhante ao que ocorre em uma usina hidrelétrica. No processo de geração térmica, transforma-se a energia térmica em mecânica por meio de algum fluido que será aquecido, a partir da combustão do combustível que, ao se expandir, movimenta a turbina acoplada ao eixo do gerador.

De maneira compacta a Figura 4 apresenta o processo de geração de energia em uma usina termelétrica a carvão.

Figura 4 - Usina termelétrica.



Fonte: Mauricio Tolmasquim (2016).

2.4 Manutenção

Segundo Siqueira (2012), a atividade de manutenção industrial pode ser classificada em três gerações: A Primeira Geração compreende o período entre 1930 e 1950, caracterizando-se pela mecanização nos processos produtivos, a Segunda Geração compreende o período entre 1950 e 1975, tendo como destaque os processos de industrialização e a Terceira Geração com início a partir 1975, caracterizada pela implantação da automatização nos processos fabris.

Para Kardec e Nascif (2010), o desenvolvimento das atividades de manutenção pode ser classificado em quatro gerações ao longo dos anos. Sendo elas:

a) Primeira Geração: desenvolvida no período de 1930 a 1950, com o fim da Segunda Guerra Mundial, as atividades de manutenção eram realizadas praticamente sem planejamento prévio, sendo limitada a ações de prevenção como a lubrificação e limpeza em máquinas e equipamentos, e a execução de algumas tarefas corretivas para solucionar falhas.

Neste período a mecanização na indústria, destacava-se por ser extremamente obsoleta, utilizando processos produtivos simples e superdimensionados e a principal necessidade era apenas que esses equipamentos fossem

manutencionados quando tivessem suas atividades interrompidas por algum tipo de falha, as quais eram minimizadas pelo superdimensionamento dos equipamentos. Nessa fase existia o conceito de que as falhas nos equipamentos eram restringidas a ideia de que o desgaste de alguns componentes era algo natural e inevitável, logo as falhas e quebras eram uma simples consequência oriundas do processo funcional (KARDEC e NASCIF, 2010).

b)Segunda Geração: teve início com o término da Segunda Guerra Mundial, entre o período de 1950 a 1975, de acordo com Siqueira (2012), esta geração foi caracterizada pela busca de maior disponibilidade e vida útil dos equipamentos. No período pós-guerra, desenvolveu a utilização das linhas de produção dentro da indústria. Dentro desta geração ocorreu a carência por mão-de-obra especializada, ocasionado pela implantação da automação nos processos produtivos, o custo com reparo de falhas acabou tendo um crescimento expressivo, em especial devido à produção e consumos excessivos, o que elevou as expectativas da sociedade sobre o desempenho da indústria (KARDEC e NASCIF, 2010).

Ficou evidente, desta forma, a necessidade de aumentar a confiabilidade nos processos, com objetivo de buscar maior produtividade na indústria. Baseado nesses fatores ocorreu o desenvolvimento de novas técnicas de manutenção, dentre elas a manutenção preventiva, tais técnicas surgiram para atuar de forma significativa na redução dos impactos causados pelas falhas nos processos produtivos. Logo após essa fase surgiram as técnicas de manutenção preditiva, bem como os processos de inspeção periódica.

No início dos anos 70, ocorreu à integração entre as técnicas de manutenção preventiva e preditiva pela Manutenção Produtiva Total (TPM), o que acabou dando origem a metodologias aplicadas na geração futura (KARDEC e NASCIF, 2010).

c)Terceira Geração: essa geração iniciou na década de 70 e foi até a década de 90, este período caracterizou-se por mudanças significativas nos processos industriais. Segundo Kardec e Nascif (2010) a paralisação das atividades nos processos produtivos que sempre resultam em perdas na capacidade de produção, elevou os custos e afetou diretamente a qualidade dos produtos

produzidos, tornando-se uma preocupação generalizada em toda a cadeia produtiva. Nas atividades industriais, os efeitos ocasionados pelos sistemas de produção ou equipamentos indisponíveis acabaram sendo agravados pela tendência mundial de implantação do sistema *just-in-time*, onde estoques reduzidos de itens inacabados resultam em pequenas pausas na produção, poderiam acarretar paradas em toda a fábrica.

Deste modo, com o crescimento elevado do automatismo e mecanização, a confiabilidade e a disponibilidade passaram a serem pontos-chaves em diferentes segmentos (KARDEC e NASCIF, 2010).

d)Quarta Geração: muitas expectativas relacionadas à manutenção na geração anterior permanecem nesta geração, porém destaca-se a consolidação das atividades voltadas à Engenharia de Manutenção, tendo como principais pilares a confiabilidade, a disponibilidade e a manutenibilidade. Na quarta geração, o principal objetivo é minimizar as intervenções nos processos produtivos, desenvolvendo assim a aplicação das técnicas preditivas e o monitoramento das condições operacionais do processo (KARDEC e NASCIF, 2010).

Segundo Lafraia (2001), os pilares da quarta geração, são considerados estratégias de manutenção para a grande maioria das empresas. Baseado nesta condição procura-se manter os padrões mínimos de segurança, eficiência nos processos, máxima disponibilidade para a operação e custos de manutenção controlados, as empresas necessitam de técnicas bem estruturadas e objetivas que garantam tais requisitos.

2.4.1 Tipos de Manutenção

Para Kardec e Nascif (2010), as atividades de manutenção podem ser definidas de inúmeras formas, o que acaba tornando o termo complexo para o entendimento. A classificação das atividades de manutenção é realizada baseada nos cinco tipos principais, a corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção.

A atividade de manutenção corretiva tem por objetivo corrigir a falha de maneira aleatória, significa realizar a intervenção em um fato já ocorrido sem o

planejamento prévio da tarefa. Este é o principal motivo para os custos elevados, de modo que a falha inesperada implica em perdas significativas de produção, qualidade e custos indiretos de manutenção. As intervenções neste tipo de ocorrência sempre necessitam de um tempo maior para a execução e a insegurança exige estoques consideráveis de reposição (KARDEC e NASCIF, 2010).

Segundo Pinto (2002), a manutenção corretiva só é realizada quando já existe a falha, desta forma apresenta alguns inconvenientes e impactos negativos na disponibilidade dos equipamentos, não permitindo o planejamento prévio da atividade e indisponibilizando o sistema por um longo período.

A manutenção preventiva, segundo Kardec e Nascif (2010), é definida como a atividade realizada com o objetivo de minimizar ou evitar a falha ou mesmo queda no desempenho operacional do equipamento, baseando-se em um plano de manutenção previamente elaborado.

Já para Pinto (2002), as atividades de manutenção preventivas podem ser realizadas, baseando-se em visitas ou inspeções em máquinas e equipamentos, onde somente irá ocorrer a intervenção, quando a equipe de inspeção julgar necessário, ou então nas revisões previamente programadas.

A atividade de manutenção preditiva baseia-se em toda ação de acompanhamento das condições operacionais de um equipamento ou sistema, monitoramento de seus parâmetros de referência e sua eventual degradação com o passar do tempo, sendo desenvolvida através da coleta de dados sem interferência no funcionamento do sistema (BRANCO FILHO, 2008).

Segundo Kardec e Nascif (2010), a atividade de manutenção preditiva pode ser definida como a intervenção realizada baseada na alteração de parâmetros de desempenho ou condição operacional, cujo acompanhamento obedece a um planejamento prévio.

A manutenção detectiva, tem por objetivo atuar em sistemas principalmente elétricos, de comando e controle, buscando identificar falhas ocultas ou não perceptíveis para as equipes de operação e manutenção (KARDEC e NASCIF, 2010). Para os mesmos autores, a aplicação do método detectivo vem crescendo consideravelmente nas empresas, embora seus custos de implantação sejam elevados, suas vantagens são satisfatórias.

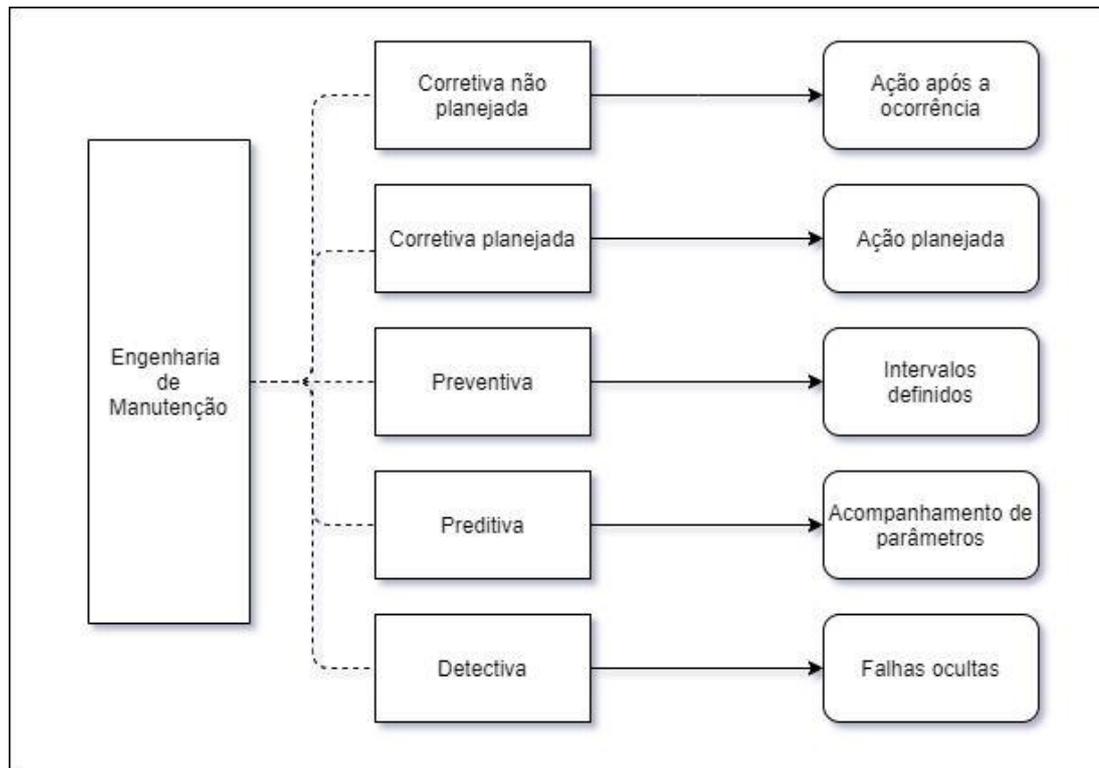
A engenharia de manutenção, segundo Kardec e Nascif (2010), pode ser definida como o aumento da confiabilidade, disponibilidade, segurança e

manutenibilidade. Finalizando e solucionando problemas crônicos e tecnológicos. Melhorando o gerenciamento pessoal, de materiais e sobressalentes.

Para Branco Filho (2008), com a prática da engenharia de manutenção ocorrerá um elevado ganho relacionado à qualidade, produção, bem como a maximização dos níveis de atendimento. A implantação, o planejamento prévio e a correta aplicação da gestão de manutenção potencializam a minimização das falhas, reduzindo assim os problemas relacionados ao gerenciamento das equipes de operação e manutenção, como por exemplo, ociosidade e aumento nos índices de produção.

A Figura 5 nos apresenta através de um diagrama os tipos de manutenção e as ações oriundas destes tipos.

Figura 5 - Tipos de Manutenção.



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2010).

2.4.2 Gestão de Manutenção

De acordo com Faria (2013) a manutenção apresenta um papel estratégico dentro das organizações, sendo responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tendo importância fundamentada nos resultados da empresa. Esses resultados tendem a melhorar conforme mais eficaz seja a gestão da manutenção adotada. Essa

gestão bem desenvolvida passa a oferecer um equilíbrio na relação custo/benefício, obtendo com isso a excelência profissional.

Já para Branco Filho (2008), o processo de gerenciamento de manutenção pode ser dividido em duas etapas: definição de estratégia e a implementação da estratégia. A definição da estratégia requer a decisão dos objetivos da manutenção, determinando a eficácia da execução dos planos de manutenção, cronogramas e melhorias. O autor informa ainda que a implementação da estratégia lida com nossa capacidade de implementação do gerenciamento de manutenção, como mão de obra apropriada, equipamentos adequados, comprimento de cronograma entre outros, para um mínimo custo possível.

2.4.3 Planejamento e Controle da Manutenção - PCM

Segundo Branco filho (2008), o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é o departamento presente em uma empresa que desenvolve a programação e o controle das atividades realizadas pelas equipes de manutenção, e pode ser também classificada como Programa de Planejamento do Controle da Manutenção (PPCM).

Segundo o mesmo autor o gerenciamento do PCM, apresenta três pontos chaves para obtenção do ciclo de melhoria contínua, são eles:

- **Pessoas:** São responsáveis pela a execução e gerenciamentos das atividades nas organizações;
- **Processos:** Os processos de trabalho devem ser focados em atividades que buscam a otimização das atividades;
- **Ativos:** Representa o foco do PCM, pois todas as ações são voltadas para garantir a confiabilidade e disponibilidade deles.

Para Teles (2019), o PCM pode ser considerado o departamento de maior importância dentro de uma organização, pois é responsável por gerenciar e controlar todas as atividades desenvolvidas pela manutenção. Este setor administra várias funções dentre elas: Custos diretos e indiretos envolvidos nas atividades, alocação de mão de obra, controle e monitoramentos dos indicadores de manutenção e estado de conservação dos equipamentos.

2.4.4 Planos de Manutenção

Segundo Teles (2019), os planos de manutenção devem ser desenvolvidos a partir da análise detalhada de Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA) e Análise de Criticidade, Modos e Efeitos de Falhas (FMECA), estes métodos são utilizados para prevenirem falhas e analisar riscos de um processo, baseando-se na identificação de causas e efeitos para determinar as ações que serão utilizadas para inibir as falhas. De posse destas informações elabora-se o Plano Mestre de Manutenção, este plano contempla todas as atividades de manutenção para um período predeterminado. Sendo classificado pelo mesmo autor da seguinte forma:

- **Planos de Manutenção Derivados em periodicidade:** este método baseia-se na emissão de ordens de manutenção com foco na criticidade dos equipamentos;
- **Planos de Manutenção Derivados em Áreas:** utiliza como critério a emissão de ordens de manutenção de acordo com a área específica, não considerando a periodicidade dos equipamentos.

O plano de manutenção preventivo pode ter sua origem a partir do plano mestre de manutenção ou desenvolvido através da análise crítica de FMEA/FMECA e tem por objetivo principal prevenir as falhas potenciais, também conhecido como Modo de Falha, as quais não comprometem a condição operacional do equipamento, porém a probabilidade de migração para uma falha funcional é elevada, o que acarretará a indisponibilidade do equipamento (TELES, 2019).

Para Kardec e Nascif (2010), um plano de manutenção preventivo deve ser realizado no formato de roteiro, pois servirá de apoio para que todos os profissionais envolvidos com a manutenção possam realizar de forma padronizada, segura e com alto índice de qualidade.

2.5 Análise dos Modos e Efeitos de Falha – FMEA

Teles (2019), afirma que FMEA foi umas das primeiras técnicas estruturadas e sistematizadas para análise de falhas. Sendo desenvolvida na década de 1950, por engenheiros americanos na área da confiabilidade para o estudo de problemas que

poderiam ocorrer em seus sistemas militares, sendo estendida logo após a empresas como *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e FORD. Segundo o mesmo autor a análise de FMEA é realizada muitas vezes como o primeiro passo de estudo de confiabilidade do processo de produção.

Para Kardec e Nascif (2010), o FMEA pode ser definido como uma abordagem que visa identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, processos e sistemas. Sendo dividido em três níveis:

- **FMEA no desenvolvimento do projeto:** tem por objetivo eliminar as causas de falhas durante o projeto, levando em consideração vários aspectos dentre eles a manutenibilidade e fatores de segurança;
- **FMEA no processo:** tem como foco a conservação e condição operacional do equipamento;
- **FMEA no sistema:** tem por objetivo monitorar e analisar as funções gerais de sistemas implementados no ambiente industrial e suas possíveis falhas.

Segundo Teles (2019), a utilização do FMEA em uma organização acarreta inúmeros benefícios, dentre eles se destacam:

- Redução dos custos com as atividades de manutenção;
- Redução das atividades que não apresentam valor agregado;
- Elevação dos níveis de segurança das instalações;
- Melhoria na qualidade das atividades realizadas;
- Elevação dos níveis de confiabilidade e disponibilidade.

2.6 Análise de Criticidade, Modos e Efeitos de Falhas - FMECA

Segundo Kardec e Nascif (2010), a análise de FMECA teve sua origem a partir do FMEA, com a inclusão da análise crítica, o método de análise tornou-se quantitativo com objetivo de classificar os modos de falhas levando em consideração as probabilidades de ocorrência. A equação 1 apresenta o cálculo do índice de risco utilizado (NPR) na análise de FMECA:

$$\text{NPR} = \text{frequência} \times \text{gravidade} \times \text{detectabilidade} \quad (1)$$

Sendo:

- frequência = é a probabilidade de ocorrência da falha;
- gravidade = indica como a falha afeta o processo;
- detectabilidade = indica o grau de facilidade de detecção da falha;
- NPR = informa a prioridade de risco de falha.

A figura 6 apresenta a escala de avaliação para o cálculo do FMEA e FMECA.

Figura 6 - Escala de avaliação para FMEA e FMECA.

(continua)

Probabilidade das falhas		
Descrição	Avaliação	Possível ocorrência de falhas
Probabilidade remota de ocorrência (Não seria razoável esperar que ocorressem falhas)	1	1/100000
Baixa probabilidade de ocorrência (Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores que tiveram falhas)	2 3	1/20000 1/10000
Probabilidade moderada de ocorrência (Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores que tiveram falhas ocasionais)	4 5 6	1/2000 1/1000 1/200
Alta probabilidade de ocorrência (Geralmente associadas com atividades similares a outras anteriores que tradicionalmente causam problemas)	7 8	1/100 1/20
Probabilidade muito alta de ocorrência de falhas (Quase certo que falhas importantes ocorrerão)	9 10	1/10 1/2
Severidade das falhas		
Descrição	Avaliação	

(conclusão)

<p>Severidade pequena (uma falha muito pequena que não teria efeito notável no desempenho do sistema)</p> <p>Severidade baixa (uma falha pequena que causa leve aborrecimento aos clientes)</p>	1 2 3	
<p>Severidade moderada (uma falha que causaria algum descontentamento, desconforto ou aborrecimento ou causaria deterioração notável no desempenho)</p> <p>Alta severidade (uma falha que ocasionaria alto grau de descontentamento dos clientes)</p> <p>Severidade muito alta (uma falha que afetaria a segurança)</p> <p>Catastrófica (uma falha que pode causar danos à propriedade, ferimentos sérios ou morte)</p>	4 5 6 7 8 9 10	
Detecção de falhas		
Descrição	Avaliação	
<p>Muito alta (a falha certamente vai ser detectada no processo de projeto, fabricação ou operação)</p> <p>Alta (boa probabilidade de detectar a falha)</p> <p>Moderada (50% de probabilidade de detectar a falha)</p> <p>Baixa (não é provável que a falha seja detectada)</p> <p>Muito baixa (muito provável que a falha não seja detectada)</p> <p>Absolutamente indetectável (seguramente a falha não será detectada)</p>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	

Fonte: Kardec e Nascif (2010).

Segundo Kardec e Nascif (2010), o índice de risco determina quais ações são necessárias desenvolver pela manutenção com relação a falha potencial. De acordo com valor obtido as ações são as seguintes:

- Para NPR até 100 – nenhuma ação é necessária;

- Para NPR entre 101 e 500 – Priorizar conforme NPR mais elevado;
- Para NPR acima de 501 – Realizar ação imediatamente.

Segundo Teles (2019), as informações obtidas através da análise de FMEA e FMECA são determinantes para o desenvolvimento de planos de manutenção preventivos, pois permitem definir a periodicidade das tarefas e atividades a serem desenvolvidas pela manutenção.

2.7 Indicadores de Manutenção

Teles (2019), afirma que o controle da manutenção deve ser realizado através do desenvolvimento e da gestão de indicadores, tais elementos servirão como base para a tomada de decisões e desenho de estratégias. A ausência dos indicadores de manutenção impossibilita saber se as decisões aplicadas serão certas ou equivocadas, assim como em qualquer outra área de atuação.

Na manutenção é necessário ter um número de indicadores relativamente grande para que seja possível ter uma noção sistêmica de desempenho, porém também deve ser suficientemente pequeno para não desconsiderar os indicadores a ponto de dispersar as ações em busca da excelência da manutenção (VERRI, 2007).

Segundo Pinto (2002), para que um sistema de controle da manutenção atue de maneira eficiente e eficaz, tornam-se necessárias informações de desempenho do mesmo sob a forma de relação ou índices. Estes indicadores devem ser utilizados para informar de forma objetiva e clara os pontos fracos e também identificar as possíveis causas dos resultados indesejáveis. De acordo com o mesmo autor, nesse caso, os indicadores de manutenção atuam como a tradução da condição operacional dos equipamentos e sistemas de produção frente às ações desenvolvidas pela manutenção. Alguns desses indicadores são apresentados a seguir. Estes relacionam os tempos operacionais de máquina, o número de intervenções e também o tempo para reparo.

2.7.1 Taxa de Falhas

Taxa de Falhas para Teles (2019), pode ser definida como a frequência com que um determinado equipamento apresenta falhas. Este indicador é amplamente

usado na engenharia de confiabilidade.

Segundo Faria (2013), a Taxa de Falhas, também conhecida como Taxa de Avarias, é definida como o impedimento de um item ou equipamento em desempenhar a sua função a qual foi projetada desempenhar. Desta maneira a Taxa de Falhas é definida pelo número de falhas por unidade de tempo operacional.

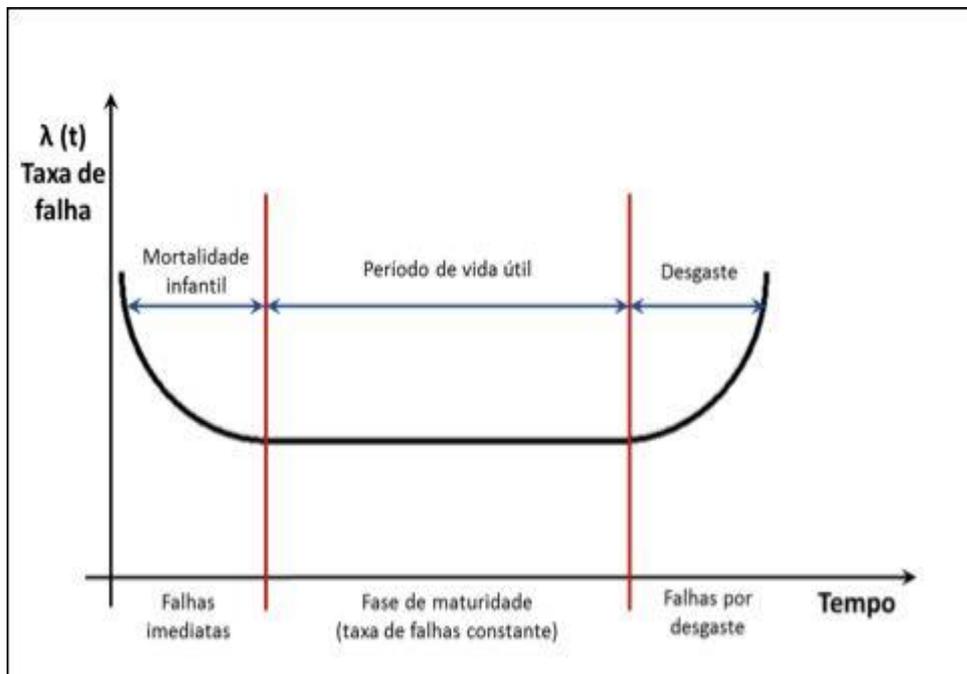
A equação 2 apresenta o cálculo para obtenção da Taxa de Falhas.

$$\lambda = \frac{\text{Número de Avarias}}{\text{Tempo Total de Operação}} \quad (2)$$

A vida útil típica de um equipamento ou item é definido por uma curva característica que expressa a taxa de falhas ou avarias por tempo de operação.

Esta curva característica é conhecida como curva da banheira, representada na figura 7.

Figura 7 - Curva da Banheira.



Fonte: Lafraia (2001).

O primeiro período é denominado como mortalidade infantil, por haver uma grande incidência de avarias causadas por falhas oriundas do processo de fabricação de componentes ou falhas de projeto, também poderá haver falhas por instalação inadequada. O período intermediário é definido como vida útil, a taxa de avarias é relativamente constante e menor do que o período anterior, a fadiga ou corrosão são os

responsáveis pela grande maioria das falhas que ocorrem, sendo esses aspectos não controláveis. Por fim tem-se o período de envelhecimento, as falhas ocorrem pelo fato de existir o desgaste natural dos componentes, que provavelmente irá ser maior com o decorrer do tempo (KARDEC e NASCIF, 2010).

2.7.2 Tempo Médio Entre Falhas - MTBF

De acordo com Teles (2019), o MTBF é considerado o principal indicador para a manutenção. Pois através dele é possível identificar vários outros indicadores como a disponibilidade inerente, confiabilidade e frequência de inspeções.

Segundo Lopes (2018), o MTBF é um indicador que deve ser focado em componentes de equipamentos críticos, pois se trata de um elemento que auxilia a detecção do impacto da manutenção preventiva nas falhas dos equipamentos. Esse indicador é utilizado para se realizar o planejamento das intervenções, com isso quanto maior o MTBF, mais efetivo é o plano.

A equação 3 apresenta o cálculo do MTBF.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad (3)$$

Onde: λ = Taxa de Falhas.

2.7.3 Tempo Médio Para Reparos - MTTR

Conforme Faria (2013), o MTTR pode ser definido como o tempo médio necessário para realizar a recuperação de uma determinada avaria, de modo que o tempo considerado tenha início na intervenção do reparo até o funcionamento pleno do equipamento.

Lopes (2018), considera o MTTR como um indicador fundamental para o setor de manutenção, onde é possível verificar se o departamento de manutenção está funcionando plenamente. Tal indicador define o tempo médio necessário para que se realize uma intervenção no equipamento.

Esse indicador pode ser utilizado principalmente para monitorar a eficiência dos trabalhos realizados pelas equipes de manutenção corretivas (TELES, 2019).

A equação 4 apresenta o cálculo para a obtenção do MTTR.

$$MTTR = \frac{\text{Tempo de Reparação}}{\text{Número de Avarias}} \quad (4)$$

2.7.4 Disponibilidade Inerente

O indicador de Disponibilidade Inerente, segundo Martins (2012) pode ser definido como a probabilidade de um determinado equipamento estar disponível para operar quando necessário. Dessa forma o tempo disponível expressa o tempo total que as ações desenvolvidas pela equipe de manutenção impediram que houvesse produção em determinado período.

Para desenvolver o cálculo da Disponibilidade Inerente, é realizado a divisão do valor de MTBF pela soma dos tempos de MTBF e MTTR, expressando assim o total de tempo que o equipamento esteve indisponível devido à uma ação de manutenção, ou seja, do total trabalhado, o quanto a manutenção afetou a disponibilidade do equipamento e por consequência a produção (TELES, 2019). Segundo o mesmo autor a disponibilidade pode ser classificada da seguinte forma:

- **Disponíveis:** quando todos os seus componentes funcionam correta e harmonicamente, caracterizando-os como prontos para emprego operacional imediato;
- **Parcialmente Disponíveis:** quando um ou mais de seus componentes estiverem inoperantes ou danificados por falhas que não representem ausência ou degradação de seu emprego operacional;
- **Indisponíveis:** quando um ou mais de seus componentes estiverem inoperantes ou danificados por falhas que representem ausência ou degradação de seu emprego operacional.

A equação 5 representa o cálculo a ser realizado para a disponibilidade:

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad (5)$$

Onde:

- MTBF =Tempo Médio Entre Falhas;
- MTTR =Tempo Médio Para reparos.

2.7.5 Confiabilidade

De acordo com a NBR - 5462 (1994), confiabilidade pode ser definida como a capacidade de um item desempenhar uma função desenvolvida em projeto sob condições predeterminadas, em um intervalo de tempo específico.

Segundo Teles (2019), a confiabilidade é a probabilidade de um determinado equipamento, item ou sistema desempenhar a função solicitada no projeto, de acordo com as condições operacionais durante um intervalo de tempo específico. Sua variação ocorre entre 0 e 1, valores próximos a zero aumentam significativamente as chances de o equipamento sofrer uma falha dentro do intervalo determinado, já para valores próximos a um, maiores são as chances de o equipamento atender o regime de trabalho sem sofrer falhas funcionais.

A equação 6 apresenta o cálculo da confiabilidade.

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (6)$$

Onde: $R(t)$ = Confiabilidade em função do tempo;

λ = Taxa de Falhas;

t = Intervalo de tempo estabelecido.

3 METODOLOGIA

Segundo Demo (2000), a pesquisa pode ser compreendida de duas formas, tanto como um processo de desenvolvimento do conhecimento, quanto um procedimento de aprendizagem, sendo parte integrante de todo o processo reconstrutivo de conhecimento.

Para Marconi e Lakatos (2010), a escolha pela metodologia a ser desenvolvida está associada diretamente ao problema em análise. Os métodos escolhidos dependem diretamente dos fatores relacionados à pesquisa, como a natureza dos fenômenos, objetivo da pesquisa, recursos físicos e financeiros disponíveis, e demais elementos que venham a surgir durante a execução. Os mesmos autores informam ainda a que pesquisa é extremamente necessária quando não existe o conhecimento das informações necessárias para solucionar determinada situação ou problema, ou também quando as informações se encontram desorganizadas, não podendo ser utilizadas de forma direta na resolução do problema.

O processo de pesquisa deve ser realizado mediante conhecimento sobre a aplicação de métodos e técnica de investigação científica, deve ser desenvolvida ao longo de um processo constituído por várias fases, desde a análise crítica do problema até a apresentação dos resultados de forma satisfatória (GIL, 2002). Segundo o mesmo autor, existem várias maneiras para a classificação do processo de pesquisa, mas para que isso ocorra de forma objetiva e coerente, deverão ser definidos critérios predeterminados para a sua classificação. Desta forma é possível, determinar o tipo de pesquisa quanto, objetivo, natureza dos dados, finalidade e aos procedimentos a serem utilizados.

3.1 Métodos de Pesquisa

De acordo com Silva e Menezes (2001), existem várias formas de classificar o desenvolvimento de pesquisas, porém as formas mais clássicas subdividem-se sob o ponto de vista da natureza e sob a forma de abordagem do problema. De acordo com essas condições são definidas da seguinte forma:

- **Pesquisa Básica:** tem por objetivo a aquisição de novos conhecimentos sobre os fundamentos de fenômenos e fatos observáveis, sem objetivo particular de aplicação ou utilização;
- **Pesquisa Aplicada:** tem por objetivo a aquisição de novos conhecimentos, porém dirigida primariamente para um determinado fim ou objetivo prático;
- **Pesquisa Quantitativa:** tem por objetivo quantificar os dados e generalizar os resultados das amostras. A amostra é grande, a coleta de dados estruturada e a análise segue o rigor estatístico;
- **Pesquisa Qualitativa:** tem por objetivo a obtenção da compreensão qualitativa do problema. A amostra é tomada geralmente, por um número pequeno de casos. A coleta dos dados não é estruturada e sua análise não é estatística.

O método de pesquisa deste estudo pode ser classificado como pesquisa aplicada, pois para Morabito (2018) trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e presença da interação entre pesquisador e o objeto de pesquisa.

3.2 Procedimento Metodológico

Como procedimento metodológico, o presente trabalho adotou a forma de estudo combinado, desenvolvendo métodos qualitativos e quantitativos por meio da utilização da análise de dados, através do levantamento de históricos de manutenções, aplicados a indicadores de controle e a utilização da técnica de análise de modos, efeitos e causas de falhas.

Sendo indispensável a utilização do conhecimento adquirido ao longo do curso de graduação como direcionador para a condução do presente estudo.

Baseado nas informações obtidas foi desenvolvida uma sequência dos procedimentos metodológicos para a realização do presente trabalho:

a)Elaborar um banco de dados: Nesta etapa do estudo o objetivo é identificar os limites e as interfaces do sistema de beneficiamento de carvão por meio de diagrama físico e pesquisa aplicada;

b)Levantamento dos históricos de manutenções: Tem por objetivo realizar a coleta de informações pertinentes ao sistema, baseado em pesquisa qualitativa e quantitativa;

c)Aplicar indicadores de manutenção: Nesta etapa o objetivo é analisar o comportamento de parâmetros referentes ao sistema em estudo, baseados em pesquisa aplicada sobre o tema;

d)Análise de Modos de Falhas e Efeitos: Nesta etapa ocorre a aplicação das ferramentas FMEA, que consiste na identificação sistemática dos aspectos função, falha funcional, modo de falha, causa da falha, efeito da falha e risco atribuído aos equipamentos e seus respectivos componentes;

e)Seleção das tarefas e atividades: Após o desenvolvimento e análise do FMEA, são identificadas as tarefas e atividades que contemplarão o plano de manutenção preventivo;

f)Apresentação do Plano de Manutenção Preventivo: Esta etapa consiste em apresentar o plano de manutenção preventiva aos gestores, destacando objetivos propostos e metas futuras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Banco de dados do sistema de beneficiamento de carvão

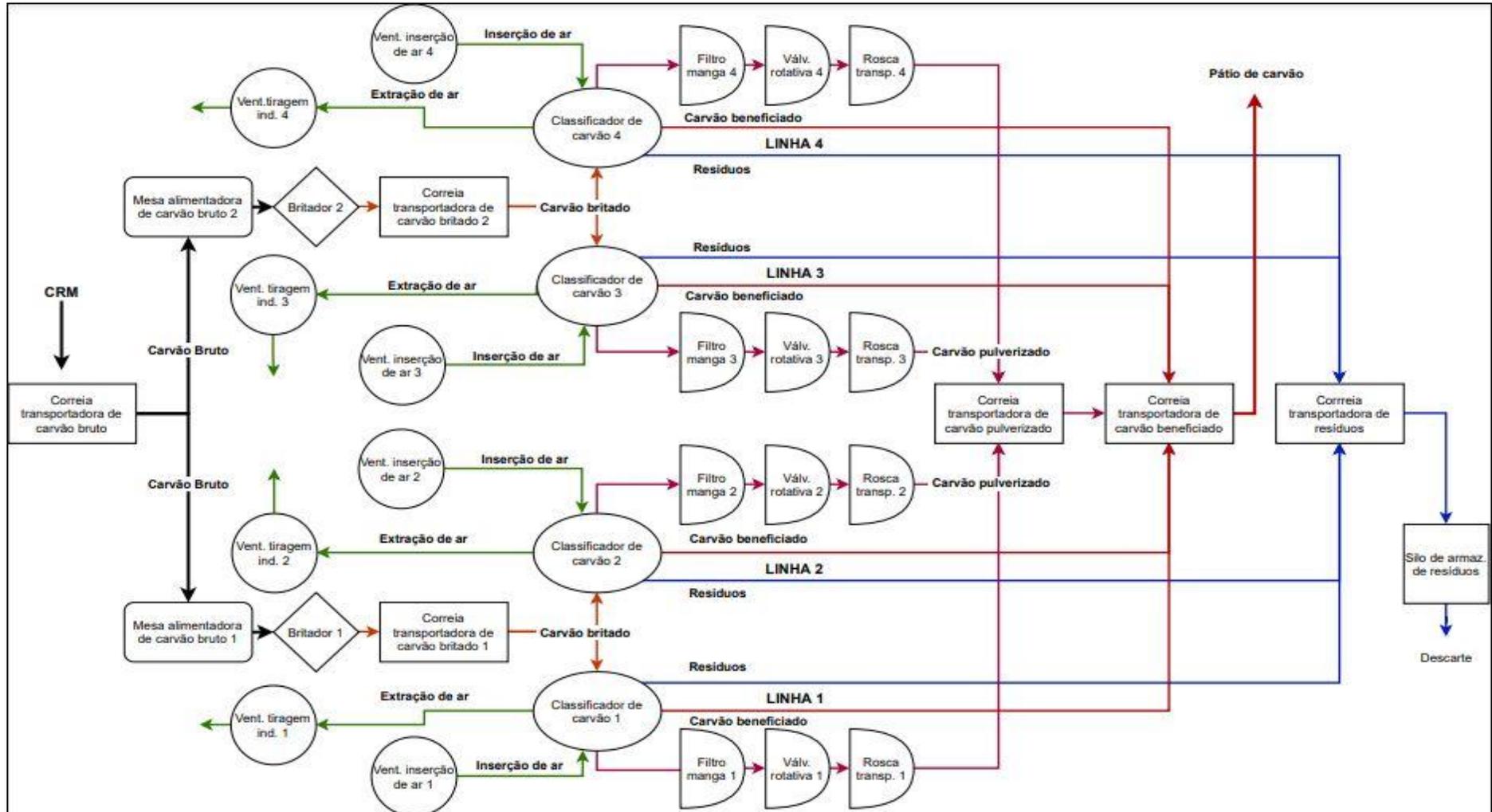
Na primeira etapa deste trabalho realizou-se apresentação dos equipamentos existentes no setor de beneficiamento de carvão e suas respectivas funcionalidades dentro do processo de beneficiamento do carvão mineral, com o objetivo de desenvolver micro sistemas facilitando assim o desenvolvimento de um banco de dados e o levantamento dos históricos de manutenção dos equipamentos.

O setor de beneficiamento de carvão mineral existente na CGT ELETROSUL apresenta a capacidade de processar 480 t/h de carvão mineral bruto, sendo dividido em quatro linhas com capacidade de 120 t/h para cada uma delas. O processo apresenta fluxo contínuo, tendo seu início na correia transportadora de carvão bruto, logo após o carvão esta etapa, o carvão é encaminhado para as mesas alimentadoras 1 e 2, ambos os equipamentos trabalham em paralelo, cada uma alimenta um britador. Os britadores realizam a trituração do carvão, através dos eixos de moagem, ação indispensável para o processo de classificação, logo após esse processo o carvão é direcionado para as correias transportadoras de carvão britado, as quais realizam o abastecimento dos classificadores de carvão, sendo a correia 1 responsável em alimentar os classificadores 1 e 2, e a correia 2 os classificadores 3 e 4.

No interior dos classificadores ocorre o processo de separação de materiais, também conhecido como processo de jigagem a seco, através do movimento oscilatório do equipamento e a inserção de um fluxo de ar em sua parte inferior, fornecido pelos ventiladores de inserção de ar, desta forma o carvão beneficiado, o qual apresenta a menor densidade é direcionado para a correia transportadora de carvão beneficiado, que irá encaminhá-lo para o pátio de carvão. Já o carvão pulverizado é dividido, sendo parte encaminhado para a correia de carvão pulverizado e outra sendo transportada juntamente com o fluxo de ar para os filtros mangas, fluxo de ar este realizado pelos ventiladores de tiragem induzida.

Os filtros mangas descarregam, o material retido nas válvulas rotativas que posteriormente o encaminham para as roscas transportadoras, onde são direcionados para a correia transportadora de carvão pulverizado. Por fim o material de maior densidade é encaminhado para a correia de resíduos e logo após para o silo de armazenagem. A figura 8 apresenta o fluxograma do beneficiamento de carvão.

Figura 8 - Fluxograma do sistema de beneficiamento de carvão



Fonte: Autor (2021).

Após a apresentação, os respectivos equipamentos foram classificados em cinco grupos de acordo com a funcionalidade e limites físicos pré-estabelecidos, conforme entrevista realizada com alguns funcionários do setor de manutenção e o consenso da gerência do departamento de manutenção mecânica. Os micro sistemas formam classificados da seguinte forma:

- a) Sistema de Alimentação de carvão;
- b) Sistema de Britagem de carvão;
- c) Sistema de Beneficiamento de carvão;
- d) Sistema de Ventilação;
- e) Sistema de Resíduos.

a) Sistema de Alimentação de carvão: é composto pela correia transportadora de carvão bruto e as mesas alimentadoras 1 e 2. Esse sistema tem por função transportar o carvão mineral bruto fornecido pela CRM até o sistema de britagem. Nas figuras 9 e 10 serão apresentadas respectivamente a correia transportadora de carvão bruto e a mesa alimentadora de carvão.

- **Correia transportadora de carvão bruto:** tem por função transportar o carvão mineral bruto do pátio de armazenagem da CRM até as mesas alimentadoras.

Figura 9 - Correia transportadora de carvão bruto.



Fonte: Autor (2021).

- **Mesa alimentadora de carvão bruto:** estes equipamentos tem por funções realizar a pesagem do material transportado, informando assim a quantidade de matéria-prima a ser processada e posteriormente abastecer os britadores de carvão.

Figura 10 - Mesa alimentadora de carvão bruto.



Fonte: Autor (2021).

b) Sistema de britagem de carvão: é formado pelos britadores de carvão 1 e 2 e pelas correias transportadoras de carvão britado 1 e 2.

- **Britadores de carvão:** tem por função reduzir a granulometria do carvão para uma dimensão aproximadamente de 80 mm e logo após esta etapa, descarregar o material triturado em uma correia transportadora. A figura 11 apresenta o britador de carvão.

Figura 11 - Britador de carvão.



Fonte: Autor (2021).

- **Correia Transportadora de carvão britado:** sua função é transportar o carvão britado até os classificadores de carvão, onde irá ocorrer o processo de classificação por jigagem a seco. A figura 12 apresenta a correia transportadora de carvão britado.

Figura 12 - Correia transportadora de carvão britado.



Fonte: Autor (2021).

c) Sistema de beneficiamento de carvão: são constituídos pelos classificadores de carvão, filtros mangas, válvulas rotativas, roscas transportadoras e correias transportadoras de carvão beneficiado e pulverizado.

- **Classificadores de carvão:** estes equipamentos tem por função realizar a classificação do carvão através do processo de jigagem. Neste processo de classificação são gerados os seguintes produtos: Carvão beneficiado, carvão pulverizado e resíduos não utilizados no processo de queima, estes resíduos também são conhecidos como Ganga. A figura 13 representa o classificador de carvão do sistema de beneficiamento de carvão.

Figura 13 - Classificador de carvão.



Fonte: Autor (2021).

- **Filtro manga:** tem por objetivo reter as micro partículas de carvão pulverizado durante a condução do fluxo de ar pelos ventiladores de tiragem induzida após o processo de classificação. O filtro manga é apresentado na figura 14.

Figura 14 - Filtro manga.



Fonte: Autor (2021).

- **Válvulas rotativas:** tem por objetivo descarregar o carvão pulverizado acumulado no interior do filtro manga para as roscas transportadoras. A figura 15 apresenta a válvula rotativa.

Figura 15 - Válvula rotativa.



Fonte: Autor (2021).

- **Roscas transportadoras:** tem a função de transportar o carvão pulverizado descarregado pela válvula rotativa até a correia de carvão pulverizado. A rosca transportadora de carvão pulverizado é apresentada na figura 16.

Figura 16 - Rosca transportadora de carvão pulverizado.



Fonte: Autor (2021).

- **Correia transportadora de carvão pulverizado:** tem por função transportar o carvão pulverizado oriundo do processo de classificação até a correia transportadora de carvão beneficiado. A figura 17 apresenta a correia transportadora de carvão pulverizado.

Figura 17 - Correia transportadora de carvão pulverizado.



Fonte: Autor (2021).

- **Correia transportadora de carvão beneficiado:** tem a função de transportar o carvão beneficiado e pulverizado oriundo do processo de classificação para o pátio de armazenagem da CGT ELETROSUL, para a posterior queima na caldeira. A correia transportadora de carvão beneficiado é apresentada na figura 18.

Figura 18- Correia transportadora de carvão beneficiado.



Fonte: Autor (2021).

d) Sistema de Ventilação: este sistema é constituído pelos ventiladores de inserção de ar e os ventiladores de tiragem induzida. Em cada linha é disponibilizado um conjunto de ventiladores.

As figuras 19 e 20 apresentam respectivamente os ventiladores de inserção de ar e o ventilador de tiragem induzida.

- **Ventilador de inserção de ar:** os ventiladores de inserção de ar têm por finalidade fornecer o fluxo de ar forçado necessário para o processo de jigagem de carvão nos classificadores.

Figura 19 - Ventilador de inserção de ar.



Fonte: Autor (2021).

- **Ventilador de tiragem induzida:** os ventiladores de tiragem induzida são responsáveis por conduzir o fluxo de ar após o processo de jigagem para fora dos classificadores passando pelo filtro manga.

Figura 20 - Ventilador de tiragem induzida.



Fonte: Autor (2021).

e) Sistema de Resíduos: é constituído pela correia transportadora de resíduos e o silo de armazenagem. Tem por função transportar os resíduos (Ganga) gerados a partir do processo de classificação de carvão e realizar a armazenagem no silo para um posterior descarte. As figuras 21 e 22 apresentam a correia transportadora e o silo armazenagem de resíduos respectivamente.

Figura 21 - Correia transportadora de resíduos.



Fonte: Autor (2021).

Figura 22- Silo de armazenagem de resíduos.



Fonte: Autor (2021).

Após a classificação dos micro sistemas, realizou -se o levantamento dos equipamentos e seus respectivos componentes, presentes no sistema de beneficiamento de carvão.

No quadro 1 são apresentados os dados coletados através de pesquisa de campo e a tradução de manuais técnicos fornecido pelos fabricantes.

Quadro 1 - Relação de equipamentos do Sistema de beneficiamento de carvão.

(continua)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de Alimentação de carvão		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
Correia transportadora de carvão bruto	Correia	5 lonas com 1000 mm largura x 150 m comprimento com capacidade para 500 t/h.
	Rolo motriz	Diâmetro do tambor 630 mm eixo diâmetro 85 mm x 1500 mm de comprimento.
	Rolo movido	Diâmetro do tambor 630 mm eixo diâmetro 85 mm x 1500 mm de comprimento.
	Roletes intermediários	270 peças com diâmetro 110 mm x 375 mm de comprimento.
	Raspadores	Raspadores de borracha.
	Esticadores	Confeccionado em aço carbono com curso de 1000 mm.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças modelo NSK 6317 C3.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Motoredutor	Fabricante ABB 45 KW 1180 RPM Modelo planetário e redução 1:49.
	Dispositivos de segurança	Chave de segurança com acionamento por corda conforme NR 12.
	Duto de transporte	Aço carbono com secção quadrada de 1000 mm x 1500 mm de altura.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
	Correia	5 lonas com 1000 mm de largura x 10000 mm de comprimento.
	Rolo motriz	Diâmetro do tambor de 500 mm eixo 85 mm x 1200 mm de comprimento.

(continuação)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de alimentação de carvão		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
Mesa alimentadora de carvão bruto 1 e 2	Rolo movido	Diâmetro do tambor de 500mm, eixo com 85 mm x 1200 mm de comprimento.
	Rolo intermediário	7 peças diâmetro do tambor 114 mm x 1200 mm de comprimento.
	Célula de carga	Conjunto com 2 componentes com capacidade para 500 toneladas cada.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças NSK modelo rígido de esferas 6317 C3.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Motoredutor	Fabricante ABB 10 KW 1680 RPM Modelo Planetário e redução 1:49.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
Sistema de Britagem de carvão		
Britadores de carvão 1 e 2	Eixos 1 e 2 de britagem	Aço liga com diâmetro de 150 mm e comprimento de 2500 mm.
	Dentes de moagem	Aço manganês no formato de martelo.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças modelo NSK tipo autocompensador de rolos 22230 K C3.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Redutor	Fabricante SEW redução 1:20 modelo R-147.
	Motor elétrico	Fabricante ABB 50 KW 1760 RPM.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
	Rolo motriz	Diâmetro do tambor 630 mm, eixo 85 mm x 1500 mm de comprimento.
	Rolo movido	Diâmetro do tambor 630 mm, eixo 85 mm x 1500 mm de comprimento.
	Roletes intermediários	165 peças com diâmetro do tambor de 110 mm x 375 mm de comprimento.
	Raspadores	Raspadores de borracha.
	Esticadores	Confeccionado em aço carbono com 1000 mm de curso.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.

(continuação)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de alimentação de carvão		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
Correia transportadora de carvão britado 1 e 2	Rolamentos	4 peças NSK modelo rígido de esferas 6317 C3.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Motoredutor	Fabricante ABB 30 KW 1680 RPM Modelo planetário e redução 1:49.
	Dispositivos de segurança	Chave de segurança com acionamento por corda conforme NR 12.
	Duto de transporte	Aço carbono com secção quadrada de 1000mm x 1500 mm de altura.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
Sistema de carvão beneficiamento		
Classificadores de carvão 1, 2, 3 e 4	Grade de ar	Polipropileno com dimensão de 300 x 300 mm, com orifícios de 6 mm.
	Eixo principal	Aço liga com diâmetro de 100 mm x 2000 mm comprimento.
	Eixo excêntrico 1 e 2	Aço carbono com peso de 75 kgf./cm
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças NSK modelo autocompensador rolos 22230 KC3.
	Retentores	4 peças Nitrílico 01721 BR.
	Motoredutor	Fabricante ABB 45 KW 1180 RPM redução 1:50.
	Vedações	Confeccionado em material têxtil.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
	Elemento filtrante (mangas)	20 peças em fibras sintéticas com diâmetro de 150 mm x 2800 mm de comprimento.

(continuação)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de beneficiamento de carvão		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
Filtros mangas 1,2, 3, e 4	Estrutura metálica (gaiolas)	20 peças em aço carbono galvanizadas com diâmetro de 150 mm x 2800 mm de comprimento.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
Válvulas rotativas 1, 2, 3 e 4	Eixo com pás	Aço carbono cementado superficialmente com diâmetro de 50 mm x 300 mm de comprimento e haletas com 150 mm. X 3/8 "espessura.
	Mancais	2 peças - Modelo flangeado UCF 210.
	Rolamentos	2 peças modelo UCF 210 U.
	Motoredutor	Fabricante ABB 5 KW 1680 RPM Redução 1:30.
	Tampas laterais	Aço carbono com cementação interna.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
Roscas transportadoras 1, 2, 3 e 4	Eixo helicoidal	Aço carbono com diâmetro 114mm x 5000 mm de comprimento e helicoides em aço carbono 1/4" e passo 350 mm.
	Mancais	2 peças - Modelo flangeado UCF 210.
	Rolamentos	2 peças modelo UCF 210 U.
	Motoredutor	Fabricante ABB 10KW 1680 RPM redução 1:30.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com pintura epóxi
Correia transportadora de carvão beneficiado	Correia	5 lonas com 1200 mm largura x 121 m comprimento com capacidade 500 t/h.
	Rolo motriz	Diâmetro do tambor 630 mm, eixo 85 mm x 1800 mm de comprimento.
	Rolo movido	Diâmetro tambor 630 mm, eixo 85 mm x 1800 mm de comprimento.
	Roletes intermediários	180 peças com diâmetro do tambor de 110 mm x 375 mm de comprimento.
	Raspadores	Raspadores de borracha.
	Esticadores	Confeccionado em aço carbono 1000 mm de curso.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças NSK 6317 C3

(continuação)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de beneficiado de carvão		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras
	Motoredutor	Fabricante ABB 37 KW 1168 RPM Modelo planetário e redução 1:49.
	Dispositivos de segurança	Chave de segurança com acionamento por corda conforme NR 12.
	Duto de descarga	Aço carbono com secção quadrada de 1000 x 1500 mm de altura.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com revestimento em pintura epóxi.
Correia transportadora de carvão pulverizado	Correia	5 lonas com 800 mm largura 127 m comprimento com capacidade para 500 t/h.
	Rolo motriz	Diâmetro do tambor 500 mm, eixo 85 mm x 1300 mm de comprimento.
	Rolo movido	Diâmetro do tambor 500 mm, eixo 85 mm x 1300 mm de comprimento.
	Roletes intermediários	180 peças com diâmetro do tambor de 85 mm x 315 mm de comprimento.
	Raspadores	Raspadores de borracha.
	Esticadores	Aço carbono com 1000 mm de curso.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças modelo NSK 6317 C3
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras
	Motoredutor	Fabricante ABB 30 KW 1168 RPM Modelo planetário e redução 1:49.
	Dispositivos de segurança	Chave de segurança com acionamento por corda conforme NR 12.
	Duto de descarga	Aço carbono com secção quadrada de 1000 x 1200 mm de altura.
Estrutura mecânica	Aço carbono com pintura epóxi.	
	Eixo principal	Aço liga com diâmetro de 65 mm x 1300 mm de comprimento.
	Mancal	Modelo duplo lubrificado a óleo
	Rolamentos	2 peças modelo NSK 22213 K C3
	Retentores	4 peças 5324 BR Nitrílico.

(continuação)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de ventilação		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
Ventiladores de inserção de ar 1, 2, 3, e 4	Rotor centrífugo	Aço carbono com diâmetro 1200 mm espessura ¼"
	Motor elétrico	Fabricante ABB 315 KV 1168 RPM
	Carcaça (voluta)	Aço carbono espessura 3/16" com pintura epóxi.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Duto de admissão	Aço carbono com diâmetro de 1000 mm e 2000 mm de comprimento.
	Duto de descarga	Aço carbono com diâmetro de 800 mm x 8000 mm de comprimento
Ventiladores de tiragem induzida 1, 2, 3 e 4	Eixo principal	Aço liga com diâmetro de 75 mm x 1500 mm de comprimento.
	Mancal	Modelo duplo lubrificado a óleo
	Rolamentos	2 peças modelo NSK 22215 K C3.
	Retentores	4 peças Nitrílico. 0069BR.
	Rotor centrífugo	Aço carbono com diâmetro 1500 mm e espessura ¼".
	Motor elétrico	Fabricante ABB 55 KV 1680 RPM
	Carcaça (voluta)	Aço carbono espessura 3/16" com pintura epóxi.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Duto de admissão	Aço carbono com diâmetro de 1000 mm x 10000 mm de comprimento.
	Duto de descarga	Aço carbono com diâmetro de 1000 mm x 2000mm de comprimento.
Sistema de resíduos		
Correia transportadora de resíduos (Ganga)	Correia	5 lonas com 800 mm largura 114 m comprimento com capacidade para 200 t/h.
	Rolo motriz	Diâmetro do tambor 500 mm, eixo 85 mm x 1300 mm de comprimento.
	Rolo movido	Diâmetro do tambor 500 mm, eixo 85 mm x 1300 mm de comprimento.
	Roletes intermediários	180 peças com diâmetro do tambor de 85 mm x 315 mm de comprimento.
	Raspadores	Raspadores de borracha.
	Esticadores	Confeccionado em aço carbono.
	Mancais	4 conjuntos tipo monobloco.
	Rolamentos	4 peças modelo NSK 6317 C3

(conclusão)

Sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de resíduos de carvão		
Equipamento	Componente	Especificação técnica
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Motoredutor	Fabricante ABB 15 KW 1178 RPM Modelo Planetário e redução 1:40.
	Dispositivos de segurança	Chave de segurança com acionamento por corda conforme NR 12.
	Duto de descarga	Aço carbono com secção quadrada de 1000 x 1000 mm de comprimento.
	Estrutura mecânica	Aço carbono com pintura epóxi.
Silo de armazenagem de resíduos (Ganga)	Válvula basculante de descarga	Aço carbono cementado superficialmente na face interna, espessura 3/4 " .
	Eixo de acionamento	Aço liga com diâmetro de 50 mm x 1000 mm de comprimento.
	Mancais	2 peças tipo flange UCF 210.
	Rolamentos	2 peças modelo UCF 210 U.
	Acoplamento mecânico	Elástico de garras.
	Motoredutor	Fabricante ABB 15 KW com taxa de redução 1/60.
	Estrutura mecânica	Aço carbono espessura 1/2" e capacidade para 117 m ³ de volume.

Fonte: Autor (2021).

4.2 Histórico de paradas de manutenções no setor

Nesta etapa desenvolve-se o levantamento dos históricos de manutenções corretivas, ocasionadas por paradas não programadas. Os dados foram coletados a partir da análise das ordens de manutenções utilizadas na execução das tarefas. A ordem de manutenção é o documento utilizado pelo departamento de manutenção. Neste documento, o qual são preenchidos pelos técnicos e mecânicos de manutenção são efetuados, a identificação do equipamento e de seus componentes, a descrição de tarefas realizadas, os tempos de início e fim da execução das tarefas e o controle de peças sobressalentes utilizadas nas atividades de manutenção.

Estas ordens de manutenções após serem realizadas são encaminhadas e armazenadas em um banco de dados no departamento de manutenção e programação. Na coleta de dados realizada para o presente estudo, foram identificadas algumas divergências relacionadas ao correto preenchimento do documento, dentre elas

algumas incoerências relacionadas aos tempos de início e fim de atividades semelhantes. Para tornar a coleta de dados confiável realizou-se o cálculo de tempos médios, baseado na execução de outras atividades semelhantes, efetuadas pelo departamento de manutenção. De posse das informações obtidas elaborou-se um quadro com os dados coletados no período referente aos meses de fevereiro e março de 2021.

Não sendo possível a coleta de informações anteriores a esse período, ocasionado pela manutenção realizada na unidade geradora da CGT ELETROSUL, no ano de 2020 entre os meses de junho a dezembro, o qual não houve beneficiamento de carvão e nos períodos anteriores não há registros que possam ser utilizados.

No período referente a janeiro de 2021, o sistema de beneficiamento de carvão não funcionou novamente, esteve na condição de correção dos parâmetros operacionais, realizado pelo fabricante e conjunto com os departamentos de manutenção e engenharia, sendo utilizado apenas carvão bruto não beneficiado no processo de queima durante este período, não sendo possível desta forma realizar a coleta de informações para o cálculo dos indicadores de manutenção.

Os quadros 2 e 3 apresentam os históricos de manutenções para os meses de fevereiro e março de 2021.

Quadro 2 - Manutenções no beneficiamento de carvão em fevereiro 2021.

(continua)

Equipamento	Componente	Ocorrência	Ação realizada	Período	Início da Atividade de manutenção	Final da atividade de manutenção	Tempo total
Correia transportado de carvão bruto	Correia	Ruptura da emenda da correia	Realizada recuperação da emenda	02/2021	05/02-16:00hs	06/02-20:00hs	30 hs
Correia transportado de carvão bruto	Raspador	Desgaste no componente	Realizada substituição do componente	02/2021	09/02-02:00hs	09/02-04:00hs	2 hs
Correia transportado de carvão bruto	Duto de transporte	Furo na chaparia do componente	Realizada recuperação no componente	02/2021	12/02-12:00hs	12/02-17:30hs	5,5 hs
Correia transportado de carvão pulverizado	Duto de transporte	Furo na chaparia do componente	Realizada recuperação no componente	02/2021	18/02-10:00hs	18/02-12:30hs	2,5 hs

(conclusão)

Válvula rotativa 2	Rolamento	Componente com ruído anormal	Realizada substituição do componente	02/2021	18/02-20:00hs	18/02-23:00hs	3 hs
Mesa alimentadora de carvão bruto 1	Célula de carga	Erro no cálculo do material transportado	Realizado a calibração do componente	02/2021	19/02-05:00hs	19/02-06:00hs	1hs
Classificador de carvão 2	Rolamento	Componente com ruído anormal	Realizado a substituição do componente	02/2021	22/02-10:00hs	27/02-17:00hs	127 hs
Válvula rotativa 4	Rolamento	Componente com ruído anormal	Realizada substituição do componente	02/2021	23/02-10:00hs	23/02-14:00hs	4 hs
Classificador de carvão 2	Vedações	Componente com vazamento de carvão	Realizada a recuperação do componente	02/2021	28/02-14:00hs	28/02-18:00hs	4 hs
Correia transportado carvão pulverizado	Raspador	Desgaste no componente	Realizada substituição do componente	02/2021	28/02-20:00hs	28/02-23:00hs	3 hs

Fonte: Autor (2021).

Quadro 3 - Manutenções no beneficiamento de carvão em março 2021.

(continua)

Equipamento	Componente	Ocorrência	Ação realizada	Período	Início da Atividade de manutenção	Final da atividade manutenção	Tempo total
Correia transportadora carvão pulverizado	Raspador	Desgaste no componente	Realizado a substituição do componente	03/2021	01/03-08:30hs	01/03-12:30hs	4hs
Válvula rotativa 1	Rolamento	Componente com ruído anormal e aquecimento	Realizada substituição do componente	03/2021	03/03-12:00hs	03/03-15:30hs	3,5hs

(conclusão)

Correia transportado de carvão beneficiado	Correia	Ruptura da emenda da correia	Realizada recuperação da emenda	03/2021	06/03-02:00hs	08/03-01:00hs	47hs
Mesa alimentadora carvão bruto 2	Redutor	Pequeno vazamento de óleo	Realizado a substituição do retentor	03/2021	14/03-10:00hs	14/03-13:00hs	3hs
Classificador de carvão 4	Rolamento	Componente com ruído anormal e aquecimento elevado	Realizado a substituição do componente	03/2021	17/03-22:00hs	22/03-20:00hs	118hs
Britador de carvão 2	Rolamento	Equipamento com vibração elevada	Realizado a Substituição do componente	03/2021	25/03-00:00hs	26/03-01:00hs	25hs
Rosca transportadora 3	Eixo helicóide	Componente com desgaste parcial no trecho final	Realizado a recuperação do componente	03/2021	25/03-11:00hs	25/03-15:00hs	4hs
Válvula rotativa 3	Rolamento	Componente com ruído anormal e aquecimento	Realizado a substituição do componente	03/2021	26/03-12:00hs	26/03-15:00hs	3hs

Fonte: Autor (2021).

4.3 Indicadores de manutenção

De posse das informações relacionadas as manutenções não programadas realizadas no período compreendido entre os meses de fevereiro e março de 2021, foi possível desenvolver os indicadores de manutenção para presente estudo.

Baseado na condição atual do sistema de beneficiamento de carvão, foi definido juntamente com o departamento de engenharia, que os melhores indicadores de manutenção a serem aplicados no presente estudo seriam, o MTBF, o MTTR e a Disponibilidade inerente. Pois tais indicadores fornecem informações relevantes para a condução do estudo em análise.

Os indicadores de Taxas de falhas e Cálculo de confiabilidade, não foram aplicados no presente trabalho nesta etapa, por decisão do departamento de engenharia.

Durante o mês de fevereiro o sistema de beneficiamento de carvão esteve em operação por 672 horas, de acordo com regime estabelecido para atender a demanda

de geração térmica. Diariamente o processo de jigagem é desligado pelo período de uma hora para que seja efetuada a limpeza e remoção do carvão em torno dos equipamentos. Baseado nessas informações pode-se concluir que o tempo operacional do sistema foi 644 horas para o mês de fevereiro.

Na tabela 1, são apresentados os dados referentes ao MTBF, MTTR e a Disponibilidade inerente.

Tabela 1 - Indicadores de manutenção fevereiro 2021.

Equipamento	Tempo de operação	Tempo de reparo	Número de falhas	MTBF	MTTR	Disponibilidade inerente
Correia transportadora carvão bruto	644 horas	37,5 horas	3	202,167	12,5	94,17 %
Correia transportadora carvão pulverizado	644 horas	5,5 horas	2	319,25	2,75	99,14 %
Válvula rotativa 2	644 horas	3 horas	1	641	3	99,53%
Mesa alimentadora 1	644 horas	1 hora	1	643	1	99,84%
Classificador de carvão 2	644 horas	131 horas	2	256,5	65,5	79,65 %
Válvula rotativa 4	644 horas	4 horas	1	640	4	99,38 %

Fonte: Autor (2021).

Para o cálculo dos indicadores de manutenção, referente ao período de março de 2021, o sistema esteve em operação por aproximadamente 744 horas, permanecendo com o desligamento diário de uma hora para as rotinas de limpezas, resultando assim em um total de 713 horas de regime operacional.

Na tabela 2, são apresentados os indicadores referentes ao período de março de 2021.

Tabela 2 - Indicadores de manutenção março de 2021.

Equipamento	Tempo de operação	Tempo de reparo	Número de falhas	MTBF	MTTR	Disponibilidade inerente
Correia transportadora pulverizado	713 horas	4 horas	1	709	4	99,43 %
Válvula Rotativa 1	713 horas	3,5 horas	1	709,5	3,5	99,50 %
Correia transportadora de carvão beneficiado	713 horas	47 horas	1	666	47	93,40%
Classificador de carvão 4	713 horas	118 horas	1	595	118	83,45%
Britador de carvão 2	713 horas	25 horas	1	688	25	96,49 %
Rosca transportadora 1	713 horas	4 horas	1	709	4	99,43 %
Válvula rotativa 4	713 horas	3 horas	1	710	3	99,57 %

Fonte: Autor (2021).

De acordo com as tabelas 1 e 2, apresentadas referentes aos indicadores de manutenção para os meses de fevereiro e março 2021, é possível identificar que os classificadores de carvão 2 e 4, apresentaram valores significativos para o MTBF, MTTR e Disponibilidade inerente. Neste período os respectivos equipamentos apresentaram disponibilidade produtiva de 79,65 % e 83,45%. Valores abaixo do parâmetro inicial estimado pela CGT ELETROSUL. O departamento de engenharia estimava atingir valores de disponibilidade inerente na faixa de 85% a 90% para os equipamentos considerados críticos, como classificadores de carvão, britadores e correias transportadoras, e para os demais equipamentos do processo estimava-se valores entre 90% e 95%, conforme estudo desenvolvido pela equipe de engenharia, baseado em processos similares de beneficiamento de carvão instalados em usinas de geração térmica na China.

Da mesma forma outro critério a ser destacado é o elevado valor para o MTTR dos equipamentos citados anteriormente, 65,5 e 118 para os classificadores 2 e 4

respectivamente, o qual representa um tempo extremamente alto para as atividades de manutenção desenvolvidas.

O desenvolvimento de um plano de manutenção tem por objetivo corrigir a performance nos indicadores citados neste tópico, aumentando significativamente a disponibilidade inerente dos equipamentos presentes neste sistema, reduzir os valores para o MTTR e elevar os valores para MTBF.

O período de coleta de informações para o cálculo dos indicadores de manutenção mostrou-se insuficiente para que tais parâmetros tenham influência direta nos intervalos de execução das tarefas do plano de manutenção em estudo para o sistema de beneficiamento de carvão, sendo necessário realizar a análise de períodos maiores.

4.4 Aplicação do FMEA

O FMEA aplicado ao presente trabalho (Apêndice A), apresenta-se como a melhor forma de documentar e organizar de maneira sistêmica os modos de falhas e seus efeitos no sistema de beneficiamento de carvão. Critérios significativos para o desenvolvimento e aplicação de planos de manutenção preventiva no segmento da manutenção industrial. Essa técnica pode ser considerada como uma ferramenta de gestão de risco, nela podemos obter o número de prioridades de risco envolvidas no processo, através do levantamento e análise de falhas.

Para a utilização desta ferramenta se fez necessário a participação e apoio de alguns profissionais da área de manutenção, engenharia e operação da empresa CGT ELETROSUL, pois seu desenvolvimento demanda de conhecimento técnico e experiência no processo em estudo ou atividades similares.

O primeiro passo no desenvolvimento do FMEA, foi realizar o levantamento dos componentes presentes em cada equipamento distribuídos de acordo com os micros sistemas estabelecidos, definindo assim seus modos, efeitos e as possíveis causas para que estas falhas possam ocorrer. A partir destas informações realizou-se para cada componente a análise dos níveis para a ocorrência de falhas em período de tempo, o grau de severidade frente ao processo e os meios de detecção para identificar falhas no sistema. Baseado na análise destes três critérios foi possível encontrar o número de prioridades de risco (RPN), atribuído a cada componente presente no

sistema. A literatura sugere que seja utilizado como parâmetro para o equipamento o maior valor de RPN obtido dentre os seus componentes analisados.

Este valor servirá como base para cálculo da probabilidade do risco de falhas para processo e também para a adoção de futuras estratégias de manutenção a serem adotadas pelo departamento de manutenção frente ao sistema em estudo.

A figura 23 apresenta o maior valor de RPN, obtido para cada equipamento através da aplicação da ferramenta FMEA.

Figura 23 – Definição do valor de RPN para cada equipamento.

(continua)

FMEA – (RPN) Número de prioridades risco		
Equipamento	Componente	RPN
Sistema de alimentação de carvão		
Correia transportadora de carvão bruto	Acoplamento mecânico	315
Motoredutor da correia transportadora de carvão bruto	Rolamentos	243
Mesa alimentadora carvão bruto nº 1	Rolamentos	243
Motoredutor da mesa alimentadora de carvão bruto nº 1	Rolamentos	243
Mesa alimentadora carvão bruto nº 2	Rolamentos	243
Motoredutor da mesa alimentadora de carvão bruto nº 2	Rolamentos	243
Sistema de britagem de carvão		
Britador de carvão 1	Estrutura mecânica	288
Redutor do britador de carvão 1	Rolamentos	216
Motor elétrico do britador de carvão 1	Rolamentos	216
Britador de carvão 1	Estrutura mecânica	288
Redutor do britador de carvão 1	Rolamentos	216
Motor elétrico do britador de carvão 1	Rolamentos	216
Britador de carvão 2	Estrutura mecânica	288
Redutor do britador de carvão 2	Rolamentos	216
Motor elétrico do britador de carvão 2	Rolamentos	216

(continuação)

Correia transportadora de carvão britado 1	Rolamentos	288
Correia transportadora de carvão britado 1	Rolamentos	216
Correia transportadora de carvão britado 2	Rolamentos	288
Motoredutor da correia transportadora de carvão britado 2	Rolamentos	216
Sistema de carvão beneficiado		
Classificador de carvão 1	Grade de classificação	315
Motor elétrico do classificador 1	Rolamentos	189
Filtro manga 1	Estrutura mecânica	180
Válvula rotativa 1	Rolamentos	189
Motor elétrico da válvula rotativa 1	Rolamentos	189
Rosca transportadora 1	Acoplamento mecânico	252
Motor elétrico rosca transportadora 1	Rolamentos	189
Classificador de carvão 2	Grade de classificação	315
Motor elétrico do classificador 2	Rolamentos	189
Filtro manga 2	Estrutura mecânica	180
Válvula rotativa 2	Rolamentos	189
Motor elétrico da válvula rotativa 2	Rolamentos	189
Rosca transportadora 2	Acoplamento mecânico	252
Motor elétrico rosca transportadora 2	Rolamentos	189
Classificador de carvão 3	Grade de classificação	315
Motor elétrico do classificador 3	Rolamentos	189
Filtro manga 3	Estrutura mecânica	180
Válvula rotativa 3	Rolamentos	189
Motor elétrico da válvula rotativa 3	Rolamentos	189
Rosca transportadora 3	Acoplamento mecânico	252
Motor elétrico rosca transportadora 3	Rolamentos	189
Classificador de carvão 4	Grade de classificação	315
Motor elétrico do classificador 4	Rolamentos	189
Filtro manga 4	Estrutura mecânica	180
Válvula rotativa 4	Rolamentos	189
Motor elétrico da válvula rotativa 2	Rolamentos	189

(continuação)

Rosca transportadora 2	Acoplamento mecânico	252
Motor elétrico rosca transportadora 2	Rolamentos	189
Correia transportadora de carvão pulverizado	Acoplamento mecânico	315
Motoredutor da correia de carvão pulverizado	Rolamentos	243
Correia transportadora de carvão pulverizado	Acoplamento mecânico	315
Motoredutor da correia de carvão pulverizado	Rolamentos	243
Sistema de ventilação		
Ventilador de inserção de ar 1	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 1	Rolamentos	189
Ventilador de tiragem induzida 1	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 1	Rolamentos	189
Ventilador de inserção de ar 2	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 2	Rolamentos	189
Ventilador de tiragem induzida 2	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 2	Rolamentos	189
Ventilador de inserção de ar 3	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 3	Rolamentos	189
Ventilador de tiragem induzida 3	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 3	Rolamentos	189
Ventilador de inserção de ar 4	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 4	Rolamentos	189
Ventilador de tiragem induzida 4	Rotor centrifugo e rolamentos	189
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 4	Rolamentos	189

(conclusão)

Sistema de resíduos (Ganga)		
Correia transportadora de resíduos	Acoplamento mecânico	270
Motoredutor da correia transportadora de resíduos	Rolamentos	243
Silo de armazenagem de resíduos	Válvula de descarregamento	162

Fonte: Autor (2021).

Equipamentos com os valores mais elevados na análise do RPN, terão prioridades nas ações desenvolvidas pelo plano de manutenção preventiva, pois apresentam condição de risco de falha significativo para o processo.

Para definir os níveis de criticidade dos equipamentos presentes no sistema de beneficiamento de carvão considerou-se o impacto gerado pela indisponibilidade do equipamento frente ao processo, os custos envolvidos na execução das atividades de manutenções, os impactos gerados ao produto resultante da perda de eficiência no equipamento e os impactos gerados ao meio ambiente oriundos de falhas em equipamentos. Para os critérios relacionados aos impactos gerados ao produto e impactos gerados ao meio ambiente, todos os equipamentos presentes no sistema de beneficiamento de carvão apresentaram os mesmos parâmetros.

Segundo Teles (2019), neste caso para a definição dos níveis de criticidade deve-se utilizar como base o impacto gerado pela indisponibilidade do equipamento frente ao processo, os custos envolvidos na execução das atividades de manutenção e os maiores valores obtidos através do RPN.

Para categoria “A” foram classificados todos os equipamentos que apresentam indisponibilidade total do sistema ou custos elevados para a sua manutenção;

Para categoria “B” foram classificados todos os equipamentos que apresentam indisponibilidade parcial no sistema ou custos intermediários para as atividades de manutenção.

Para categoria “C” foram classificados todos os equipamentos que não interferem diretamente na disponibilidade do sistema ou apresentam custos reduzidos nas atividades de manutenção.

A figura 24 representa a classificação dos equipamentos do sistema de beneficiamento de carvão nas categorias “A”, “B” e “C”.

Figura 24 - Classificação dos níveis de criticidade.

(continua)

Classificação dos níveis de criticidade	
Sistema de alimentação de carvão	
Equipamento	Categoria
Correia transportadora de carvão bruto	A
Motoredutor da correia transportadora de carvão bruto	A
Mesa alimentadora carvão bruto 1	B
Motoredutor da mesa alimentadora de carvão bruto 1	B
Mesa alimentadora carvão bruto 2	B
Motoredutor da mesa alimentadora de carvão bruto 2	B
Sistema de britagem de carvão	
Britador de carvão 1	A
Redutor do britador de carvão 1	B
Motor elétrico do britador de carvão 1	B
Britador de carvão 2	A
Redutor do britador de carvão 2	B
Motor elétrico do britador de carvão 2	B
Correia transportadora de carvão britado 1	B
Motoredutor da correia transportadora de carvão britado 1	B
Correia transportadora de carvão britado 2	B
Motoredutor da correia transportadora de carvão britado 2	B
Sistema de beneficiamento de carvão	
Classificador de carvão 1	A
Motor elétrico classificador de carvão 1	B
Filtro manga 1	C
Válvula rotativa 1	B
Motor elétrico válvula rotativa 1	C
Rosca transportadora 1	B
Motor elétrico rosca transportadora 1	C
Classificador de carvão 2	A

(continuação)

Motor elétrico classificador de carvão 2	B
Filtro manga 2	C
Válvula rotativa 2	B
Motor elétrico válvula rotativa 2	C
Rosca transportadora 2	B
Motor elétrico rosca transportadora 2	C
Classificador de carvão 3	A
Motor elétrico classificador de carvão 3	B
Filtro manga 3	C
Válvula rotativa 3	B
Motor elétrico válvula rotativa 3	C
Rosca transportadora 3	B
Motor elétrico rosca transportadora 3	C
Classificador de carvão 4	A
Motor elétrico classificador de carvão 4	B
Filtro manga 4	C
Válvula rotativa 4	B
Motor elétrico válvula rotativa 4	C
Rosca transportadora 4	B
Motor elétrico rosca transportadora 4	C
Correia transportadora de carvão pulverizado	A
Motoredutor correia transportadora carvão pulverizado	A
Correia transportadora de carvão beneficiado	A
Motoredutor correia transportadora carvão beneficiado	A
Sistema de ventilação	
Ventilador de inserção de ar 1	B
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 1	B
Ventilador de tiragem induzida 1	B
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 1	B
Ventilador de inserção de ar 2	B
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 2	B
Ventilador de tiragem induzida 2	B

(conclusão)

Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 2	B
Ventilador de inserção de ar 3	B
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 3	B
Ventilador de tiragem induzida 3	B
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 3	B
Ventilador de inserção de ar 4	B
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar 4	B
Ventilador de tiragem induzida 4	B
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 4	B
Sistema de resíduos	
Correia transportadora de resíduos	A
Motoredutor da correia transportadora de resíduos	A
Silo de armazenagem de resíduos	C

Fonte: Autor (2021).

A classificação dos níveis de criticidade, permite definir os intervalos para a execução das tarefas do plano de manutenção preventivo. O departamento de engenharia e de manutenção solicitaram que equipamentos inseridos na categoria “A”, deverão ter suas manutenções programadas para o período entre 30 e 45 dias, para categoria “B” as manutenções preventivas devem ser realizadas entre 45 e 90 dias e para os equipamentos classificados com categoria “C”, podem ter suas atividades realizadas no período entre 90 a 180 dias. Tais períodos foram estabelecidos para que o efetivo de manutenção, possa desenvolver as tarefas contempladas no plano de manutenção.

4.5 Plano de manutenção preventiva.

Após a definição dos intervalos para a execução das tarefas presentes no plano de manutenção, obtidas pela análise da criticidade. Foi realizado o levantamento de quais atividades devem fazer parte do plano. O departamento de manutenção apresenta alguns equipamentos considerados reservas para o sistema de beneficiamento de carvão. Durante a execução das tarefas será dada prioridade num primeiro

momento a análise da condição operacional do componente através da avaliação técnica, baseada em informações obtidas a partir da análise da ferramenta FMEA, sendo identificado anormalidades o componente ou equipamento deverá ser substituído por um elemento reserva e ser encaminhado para o setor de manutenção. Tal medida será adotada para condicionar o retorno do sistema o mais breve possível a condição de operação.

A figura 25 apresenta o plano de manutenção preventivo desenvolvido para sistema de beneficiamento de carvão, com seus respectivos períodos e tarefas a serem realizadas.

Figura 25 - Plano de manutenção preventiva.

(continua)

Plano de manutenção preventiva sistema de beneficiamento de carvão		
Sistema de alimentação de carvão		
Equipamento	Período	Atividade
Correia transportadora de carvão bruto		
Correia	45 dias	Realizar revisão da condição da emenda, sendo identificado anormalidade recuperar o componente conforme procedimento estabelecido pela NBR 15547.
Rolo motriz e movido	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou avaria na superfície de rolagem, substituir o componente por reserva.
Roletes intermediários e retorno	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Raspador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Esticador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, realizar a recuperação do componente.
Mancais e rolamentos	45 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Dispositivo de segurança	45 dias	Realizar ensaio de ação no componente. Sendo identificado anormalidade, executar a manutenção ou substituição do componente.
Acoplamento mecânico	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamentos, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	45 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.

(continuação)

Duto de transporte	45 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Estrutura mecânica	45 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motoredutor da correia transportadora de carvão bruto		
Motoredutor	45 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Mesa alimentadora de carvão bruto 1 e 2		
Correia	90 dias	Realizar revisão da condição da emenda, sendo identificado anormalidade recuperar o componente conforme procedimento estabelecido pela NBR 15547.
Rolo motriz e movido	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou avaria na superfície de rolagem, substituir o componente por reserva.
Roletes intermediários	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Célula de carga	90 dias	Realizar a calibração do componente com peso padrão. Sendo identificado anormalidade substituir o componente.
Mancais e rolamentos	90 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Acoplamento mecânico	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	90 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Estrutura mecânica	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motoredutor da mesa alimentadora de carvão 1 e 2		
Motoredutor	90 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Sistema de britagem de carvão		
Britador de carvão 1		
Mancais e rolamentos	45 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.

(continuação)

Eixos de moagem motriz e movido	45 dias	Realizar inspeção dimensional e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem.
Dentes de moagem	45 dias	Realizar inspeção dimensional e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, substituir os componentes por reservas.
Acoplamento mecânico	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	45 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Estrutura mecânica	45 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Redutor do britador de carvão 1 e 2		
Redutor do britador de carvão 1 e 2	90 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Motor elétrico do britador de carvão 1 e 2		
Motor elétrico do britador de carvão 1 e 2	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade substituir o equipamento por reserva e encaminhar para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Correia transportadora de carvão britado 1 e 2		
Correia	90 dias	Realizar revisão da condição da emenda, sendo identificado anormalidade recuperar o componente conforme procedimento estabelecido pela NBR 15547.
Rolo motriz e movido	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou avaria na superfície de rolagem, substituir o componente por reserva.
Roletes intermediários e retorno	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Raspador	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Esticador	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, realizar a recuperação do componente.
Mancais e rolamentos	90 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.

(continuação)

Dispositivo de segurança	90 dias	Realizar ensaio de ação no componente. Sendo identificado anormalidade, executar a manutenção ou substituição do componente.
Acoplamento mecânico	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	90 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Duto de transporte	90 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Estrutura mecânica	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motoredutor da correia transportadora de carvão britado 1 e 2		
Motoredutor da correia transportadora de carvão britado 1 e 2	90 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Sistema de beneficiamento de carvão		
Classificadores de carvão 1, 2 ,3 e 4		
Grades de classificação	45 dias	Realizar a inspeção visual e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, realizar a limpeza nos orifícios ou substituir o componente por reservas.
Eixo motriz	45 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem.
Eixos excêntricos 1 e 2	45 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem.
Mancais e rolamentos	45 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Engrenagens de transmissão	45 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Vedações	45 dias	Realizar a inspeção visual e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir os componentes por reserva.
Acoplamento mecânico	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	45 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.

(continuação)

Estrutura mecânica	45 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motores elétricos dos classificadores de carvão 1, 2, 3 e 4		
Motores elétricos dos classificadores 1, 2, 3 e 4	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade substituir o equipamento por reserva e encaminhar para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Filtros mangas 1, 2, 3 e 4		
Elemento filtrantes	180 dias	Realizar a inspeção visual e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir os componentes por reserva.
Estrutura filtrante (gaiolas)	180 dias	Realizar a inspeção e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir os componentes por reserva.
Parafusos e porcas	180 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Estrutura mecânica	180 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Válvulas rotativas 1, 2, 3 e 4		
Eixos com pás (rotor)	90 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para setor de oficinas.
Mancais e rolamentos	90 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Tampas laterais	90 dias	Realizar a inspeção e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para setor de oficinas.
Parafusos e porcas	90 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Estrutura mecânica	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motores elétricos das válvulas rotativas 1, 2, 3 e 4		
Motores elétricos das válvulas rotativas 1, 2, 3 e 4	180 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade substituir o equipamento por reserva e encaminhar para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Roscas transportadoras 1, 2, 3 e 4		
Eixo helicóide	90 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem e caldeiraria.

(continuação)

Mancais e rolamentos	90 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Acoplamento mecânico	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	90 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Estrutura mecânica	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motores elétricos das roscas transportadoras 1, 2, 3 e 4		
Motores elétricos das válvulas rotativas 1, 2, 3 e 4	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade substituir o equipamento por reserva e encaminhar para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Correia transportadora de carvão pulverizado		
correia	45 dias	Realizar revisão da condição da emenda, sendo identificado anormalidade recuperar o componente conforme procedimento estabelecido pela NBR 15547.
Rolo motriz e movido	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou avaria na superfície de rolagem, substituir o componente por reserva.
Roletes intermediários e retorno	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Raspador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Esticador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, realizar a recuperação do componente.
Mancais e rolamentos	45 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Dispositivo de segurança	45 dias	Realizar ensaio de ação no componente. Sendo identificado anormalidade, executar a manutenção ou substituição do componente.
Acoplamento mecânico	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	45 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.

(continuação)

Duto de transporte	45 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Estrutura mecânica	45 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motoredutor da correia transportadora de carvão pulverizado		
Motoredutor da correia transportadora de carvão pulverizado	45 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Correia transportadora de carvão beneficiado		
correia	45 dias	Realizar revisão da condição da emenda, sendo identificado anormalidade recuperar o componente conforme procedimento estabelecido pela NBR 15547.
Rolo motriz e movido	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou avaria na superfície de rolagem, substituir o componente por reserva.
Roletes intermediários e retorno	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Raspador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Esticador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, realizar a recuperação do componente.
Mancais e rolamentos	45 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Dispositivo de segurança	45 dias	Realizar ensaio de ação no componente. Sendo identificado anormalidade, executar a manutenção ou substituição do componente.
Acoplamento mecânico	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Parafusos e porcas	45 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Duto de transporte	45 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Estrutura mecânica	45 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motoredutor da correia transportadora de carvão beneficiado		
Motoredutor da correia transportadora de carvão beneficiado	45 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Sistema de ventilação		

(continuação)

Ventiladores de inserção de ar 1, 2, 3 e 4		
Mancais e rolamentos	90 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Retentores	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente.
Lubrificante	90 dias	Realizar verificação da condição do componente. Sendo identificado anormalidade realizar a substituição ou reposição.
Eixo principal	90 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem.
Rotor centrífugo	90 dias	Realizar a inspeção e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade ou desbalanceamento encaminhar o componente para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Carcaça (voluta)	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Acoplamento mecânico	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Duto de admissão e descarga	90 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Parafusos e porcas	90 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Motores elétricos dos ventiladores de inserção de ar 1, 2, 3 e 4		
Motores elétricos dos ventiladores de inserção de ar 1, 2, 3 e 4	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade substituir o equipamento por reserva e encaminhar para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Ventiladores de tiragem induzida 1, 2, 3 e 4		
Mancais e rolamentos	90 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Retentores	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente.
Lubrificante	90 dias	Realizar verificação da condição do componente. Sendo identificado anormalidade realizar a substituição ou reposição.
Eixo principal	90 dias	Realizar a inspeção dimensional e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva e encaminhar para manutenção no setor de usinagem.

(continuação)

Rotor centrífugo	90 dias	Realizar a inspeção e verificar condições operacionais. Sendo identificado anormalidade ou desbalanceamento, encaminhar o componente para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Carcaça (voluta)	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Acoplamento mecânico	90 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade no componente ou desalinhamento, executar manutenção ou substituição do componente.
Duto de admissão e descarga	90 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Parafusos e porcas	90 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Motores elétricos dos ventiladores de inserção de ar 1, 2, 3 e 4		
Motores elétricos dos ventiladores de inserção de ar 1, 2, 3 e 4	90 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade substituir o equipamento por reserva e encaminhar para manutenção no setor de oficinas. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Sistema de resíduos		
Correia transportadora de resíduos (Ganga)		
Correia	45 dias	Realizar revisão da condição da emenda sendo identificado anormalidade recuperar o componente conforme procedimento estabelecido pela NBR 15547.
Rolo motriz e movido	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou avaria na superfície de rolagem, substituir o componente por reserva.
Roletes intermediários e retorno	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Raspador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade ou desgaste, substituir o componente por reserva.
Esticador	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais do componente. Sendo identificado anormalidade, realizar a recuperação do componente.
Mancais e rolamentos	45 dias	Realizar desmontagem do conjunto para verificar condições operacionais dos componentes conforme manual do fabricante. Sendo identificado anormalidade, substituir o componente por reserva. Utilizar análise preditiva como parâmetro no plano preventivo.
Dispositivo de segurança	45 dias	Realizar ensaio de ação no componente. Sendo identificado anormalidade, executar a manutenção ou substituição do componente.
Acoplamento mecânico	45 dias	Realizar inspeção e verificar condições operacionais no componente. Sendo identificado anormalidade ou desalinhamento executar manutenção ou substituição do componente.

(conclusão)

Parafusos e porcas	45 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Duto de transporte	45 dias	Realizar inspeção interna no componente. Sendo identificado anormalidade realizar recuperação no componente.
Estrutura mecânica	45 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.
Motoredutor da correia transportadora de carvão resíduos (Ganga)		
Motoredutor da correia transportadora de resíduos (Ganga)	45 dias	Realizar somente substituição do lubrificante em campo. Sendo identificado anormalidade no equipamento, realizar a substituição por reserva e encaminhar para a manutenção no setor de oficinas.
Silo de armazenagem de resíduos		
Válvula de descarregamento de resíduos	180 dias	Realizar teste de estanqueidade e verificar condição operacional no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar a manutenção no componente.
Parafusos e porcas	180 dias	Realizar inspeção nos conjuntos. Sendo identificado anormalidade, executar manutenção ou substituir conjuntos.
Estrutura mecânica	180 dias	Realizar inspeção no componente. Sendo identificado anormalidade, realizar recuperação estrutural no componente.

Fonte: Autor (2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente muitas empresas buscam reduzir suas despesas e custos em atividades de manutenções com objetivo de tornarem-se mais competitivas frente a seus concorrentes. Mas para atingir essa condição desejada é necessário a quebra de alguns paradigmas, dentre eles podemos citar a forma como o setor de manutenção é visto dentro de muitas organizações. Este departamento com o passar dos tempos deixou de ser apenas uma equipe de apoio e suporte, e tornou-se elemento fundamental para sucesso de muitas empresas. Reduzir os índices de manutenções corretivas nos processos industriais, passou a ser o grande desafio no cenário atual.

A implantação de planos de manutenções preventivos apresenta-se como uma ótima estratégia de manutenção a ser adotada e desenvolvida no meio industrial. Pois permite a prática de ações importantes, reduzindo assim o número de manutenções não programadas e aumentando a disponibilidade de vários sistemas.

Mas o desenvolvimento e implantação destes planos de manutenções preventivos tornaram-se atividades complexas, ocasionadas pela grande quantidade de informações necessárias para a sua formulação, a definição da periodicidade, os níveis de criticidade dos equipamentos frente ao processo e a escolha de quais tarefas contemplarão o plano são alguns dos critérios determinantes para a eficácia desta ferramenta.

Para obter tais condições se faz necessário a utilização de conhecimentos técnicos específicos adquiridos ao longo do curso de graduação, dentre eles na área da confiabilidade de sistemas, para a definição de quais indicadores de manutenção serão utilizados como base de análise e no segmento da manutenção industrial para a elaboração e aplicação de ferramentas como o FMEA, sendo esta técnica de grande importância, pois permite uma análise detalhada dos modos, efeitos e causas de falhas em equipamentos e processos industriais.

O presente estudo desenvolvido, teve por objetivo solucionar o alto número de indisponibilidades ocorridas no sistema de beneficiamento de carvão da empresa CGT ELETROSUL, com a elaboração de um plano de manutenção preventivo.

Para desenvolver este plano foi necessário realizar a distribuição dos equipamentos e componentes presentes no beneficiamento de carvão em micro sistemas, facilitando assim a análise e coleta de informações, num segundo momento houve a necessidade de realizar o levantamento dos históricos de manutenções ocorridas no

sistema em período predeterminado, para desta forma definir quais indicadores de manutenção atenderiam a elaboração do plano em estudo. De posse das informações referentes as paradas não programadas, a etapa seguinte foi realizar aplicação e análise dos indicadores selecionados, para estudo os escolhidos foram o MTBF, MTTR e a Disponibilidade inerente, pois apresentam interpretação clara e direta de seus resultados.

Outra análise importante realizada na condução do presente trabalho, foi a utilização da ferramenta FMEA, esta técnica apresentou informações significativas, como o cálculo do RPN, este indicador representa o número de prioridade de risco para os equipamentos e seus respectivos componentes, oriundo do produto entre as variáveis de severidade, detecção e ocorrência de falhas nos equipamentos.

Acredita-se que o estudo desenvolvido tenha atingido o objetivo proposto, pois fornece um plano de manutenção com um número significativo de informações técnicas pertinentes a sua aplicação. Sugere-se que este plano seja atualizado e revalidado de acordo com sua execução, visto que algumas tarefas possam ter suas periodicidades e ações de execução alteradas, de acordo com necessidades futuras ou possíveis mudanças no sistema de beneficiamento de carvão.

REFERÊNCIAS

ABCM – **Associação Brasileira de Carvão Mineral**. Disponível em: <http://www.carvaomineral.com.br>. Acesso em: 04 nov. 2020.

ANEEL – **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAk3wAC/nbr5462>. Pesquisa realizada em: 07 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8190: **Simbologia de Instrumentação**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAk3wAC/nbr5462>. Acesso em: 21 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15547: **Transportadores contínuos, transportadores contínuos com correias têxteis – Emendas permanentes**. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/40556/nbr15547-transportadores-contínuos-transportadores-contínuos-com-correias-texteis-emendas-permanentes>. Acesso em: 02 abr. 2021

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.

CGT ELETROSUL - **Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica do Sul do Brasil**. Disponível em: <http://www.eletrosul.gov.br>. Acesso 20 set. 2020

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

FARIA, Nuno André. **Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto**. 2013. 101 f. Dissertação de mestrado profissionalizante em Engenharia Industrial e Gestão. Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto. Porto, Portugal. 2013.

GIL, Antônio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. – 4 Ed.– São Paulo: Atlas. 2010.

KARDEC, Alan, NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. – 3 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2010.

LAFRAIA, João - **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LOPES, André Felipe Costa. **Reorganização do departamento de manutenção numa indústria de injeção de plásticos**. 2018. 64 f. Dissertação de mestrado profissionalizante em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. Porto, Portugal. 2018.

LORA, Eduardo, NASCIMENTO, Marco Antônio. **Geração Termelétrica – Planejamento, Projeto e Operação**. Vol. 1 e 2. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

LUZ, Adão, SAMPAIO, João, FRANÇA, Silvia. **Tratamento de Minérios** – 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

MARCONI, Marina Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, Ana Patrícia Riberio de Almeida Pires **A Influência da Manutenção Industrial no Índice Global de Eficiência (OEE)**. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial) — Universidade Nova de Lisboa, 2012.

MORABITO, Reinaldo et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Elsevier Brasil, 2018.

PINTO, Alan Kardec; RIBEIRO, Haroldo. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro. ABRAMAN. 2002

SIESCES - **Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina**. Disponível: <http://www.siesces.com.br>. Acesso em 04 nov.2020

SILVA, Edna; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3 ed. rev. e atual. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2001.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade: Manual de Implementação**. 2ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

TELES, Jhonata. **Planejamento e Controle da Manutenção – Descomplicado**, Brasília: Engetelles, 2019.

TOLMASQUIM, Mauricio. **ENERGIA TERMELÉTRICA – GÁS NATURAL, BIOMASSA, CARVÃO e NUCLEAR**, Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 1ª ed. Rio de Janeiro, 2016.

TOMÁZ, Raphael Silva. **Jigagem: Uma Revisão de Literatura**. 2015. 58 f. Dissertação de pós-graduação em especialização em Tratamento de Minérios. Universidade Federal de Goiás. Regional Catalão, Brasil 2015.

VERRI, Luiz Alberto. **Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007

APÊNDICE A – Formulário FMEA

Número do FMEA/FMECA : 001 / 21		Data: Março / 2021		Setor: Beneficiamento de carvão mineral				Revisão:			
Autor: Victor Zepka		Local: CGTELETROSUL		Sistema: Sistema de Alimentação de carvão				Assinatura:			
Ponto da Falha			Análise da Falha			Avaliação de risco					Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Componente	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	Criticidade	
Correia transportadora de carvão bruto	Transportar carvão bruto até as mesa alimentadora de carvão 1 e 2	Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	9	9	162	A	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda e correia.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão.
		Roletes de retorno	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Raspadores	Acúmulo de material nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	4	9	5	180	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Esticadores	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	4	9	4	144	A	Realizar inspeção no componente periodicamente e realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	9	6	162	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dispositivo de segurança	Acionamento do dispositivo (Simulação ou emergência)	Risco de acidente	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	2	10	10	200	A	Realizar ensaio de segurança no componente conforme NR - 12. Realizar limpeza diariamente em torno do componente.
Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Avarias em rolamento e mancais.	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	9	315	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.		

		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Duto de transporte (correia transportadora para mesa alimentadora)	Vazamento de carvão bruto	Perda de matéria-prima durante o processo de abastecimento	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	9	3	7	189	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	1	9	9	81	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motoredutor da correia transportadora de carvão bruto	Movimentar correia transportadora de carvão bruto	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem.	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão bruto)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	9	9	162	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão bruto)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	9	9	162	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão bruto)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	9	9	162	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão bruto)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	9	3	54	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão bruto)	Falha na vedação dos retentores.	6	9	3	162	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.

		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Carcaça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão bruto	Choque mecânico no componente	1	9	3	27	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Mesa alimentadora de carvão bruto nº 1	Realizar a pesagem e o abastecimento de carvão bruto para o britador nº 1	Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção diária no componente.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção diária no componente.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Células de carga	Pesagem descalibrada	Oscilações na quantidade de carvão bruto transportado	Choque mecânico ou descalibração do componente.	4	4	9	144	B	Realizar a calibração no equipamento conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	9	9	243	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	9	6	162	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Avarias em rolamento e mancais.	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	9	315	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	1	9	9	81	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Motoredutor da mesa alimentadora de carvão bruto nº 1	Movimentar a mesa alimentadora de carvão bruto nº 1	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento e vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	9	9	243	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Carcaça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 1	Choque mecânico no componente	1	8	3	24	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.		
		Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda.

Mesa alimentadora de carvão bruto nº 2	Realizar a pesagem e o abastecimento de carvão bruto para o britador nº 2	Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção periódica no componente. Realizar limpeza no componente diariamente.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção periódica no componente. Realizar limpeza no componente diariamente.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avárias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Células de carga	Pesagem descalibrada	Oscilações na quantidade de carvão bruto transportado	Choque mecânico ou descalibração do componente.	4	4	9	144	B	Realizar a calibração no equipamento conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	9	9	243	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	9	6	162	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	9	315	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componetes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	1	9	9	81	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	9	9	243	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.

Motoredutor da mesa alimentadora de carvão bruto nº 2	Movimentar a mesa alimentadora de carvão bruto nº 2	Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Carcaça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para o britador 2	Choque mecânico no componente	1	8	3	24	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Número do FMEA/FMECA : 001 / 21			Data: Março / 2021			Setor: Beneficiamento de carvão mineral					Revisão:
Autor: Victor Zepka			Local: CGTELETROSUL			Sistema: Sistema de britagem de carvão					Assinatura:
Ponto da Falha			Análise da Falha			Avaliação de risco					Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Componente	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	Criticidade	
Britador de carvão 1	Reduzir a granulometria do carvão para o processo de classificação	Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento)	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	8	9	216	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	8	9	216	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixos de moagem motriz	Vibração elevada no britador 1	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento)	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	2	8	9	144	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixos de moagem movido	Vibração elevada no britador 1	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento)	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	2	8	9	144	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dentes de moagem	Inspeção dimensional no componente	Perda na granulometria do carvão britado linha 1	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	4	6	9	216	A	Realizar inspeção dimensional periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Interrupção na britagem de carvão (parada do equipamento)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	8	6	240	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção na britagem de carvão (parada do equipamento).	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto.	4	8	9	288	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Redutor do Britador de carvão 1	Transmitir movimento e torque entre motor elétrico e britador de carvão 1	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão.	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento).	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem.	3	8	9	216	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagem motriz	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento).	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagem intermediária	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento).	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagem movida	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento).	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixos de transmissão	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento).	Falha no processo de montagem ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no redutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (parada do equipamento).	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no redutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção na britagem de carvão linha 1)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica do redutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção na britagem de carvão linha 1 (parada do equipamento)	Avaria no equipamento (choque mecânico)	1	8	9	/2	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do Britador de carvão 1	Movimentar o conjunto redutor e britador de carvão 1	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção na bitragem de carvão linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	8	9	216	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motor elétrico (interrupção na bitragem de carvão linha 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção na bitragem de carvão na linha 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motor elétrico (interrupção na bitragem de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção na bitragem de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção na bitragem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	8	9	216	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção na bitragem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	8	9	216	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Britador de carvão 2	Reduzir a granulometria do carvão mineral	Eixos de moagem motriz	Vibração elevada no britador 1	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	2	8	9	144	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixos de moagem movido	Vibração elevada no britador 1	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	2	8	9	144	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dentes de moagem	Inspeção dimensional no componente	Perda na granulometria do carvão britado linha 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	4	6	9	216	A	Realizar inspeção dimensional periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	8	6	240	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	4	8	9	288	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	8	9	216	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagem motriz	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagem intermediária	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagem movida	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Redutor do Britador de carvão 2	Transmitir movimento e torque entre motor elétrico e britador de carvão 2	Eixos de transmissão	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Falha no processo de montagem ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no redutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (parada do equipamento)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no redutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (interrupção na britagem de carvão linha 2)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica do redutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção na britagem de carvão linha 2 (parada do equipamento)	Avaria no equipamento (choque mecânico)	1	8	9	72	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motor elétrico do Britador de carvão 2	Movimentar o conjunto redutor e britador de carvão 2	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção na britagem de carvão linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	8	9	216	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motoreductor	Desarme no motor elétrico (interrupção na britagem de carvão linha 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção na britagem de carvão na linha 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção na britagem de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção na britagem de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2.	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda e correia.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2.	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção diária no raspador da carvão.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção diária no raspador da carvão.
		Roletes de retorno	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	B	Realizar inspeção periódica no componente, conforme plano de manutenção.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	B	Realizar inspeção periódica no componente, conforme plano de manutenção.
		Raspadores	Acúmulo de material nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	4	8	5	160	B	Realizar inspeção periódica no componente, conforme plano de manutenção.

Correia transportadora de carvão britado 1	Transportar carvão britado para os classificadores 1 e 2	Esticadores	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	4	8	4	128	B	Realizar inspeção no componente periodicamente e realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	8	6	144	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	4	8	9	288	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dispositivo de segurança	Acionamento do dispositivo (Simulação ou emergência)	Risco de acidente	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	2	10	9	180	B	Realizar ensaio de segurança no componente conforme NR - 12. Realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Avarias em rolamento e mancais.	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	6	210	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Duto de transporte (correia transportadora para os classificadores 1 e 2)	Vazamento de carvão bruto	Perda de matéria-prima durante o processo de abastecimento	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	9	3	7	189	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 1 e 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	1	8	9	72	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem.	3	8	9	216	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.

Motoredutor da correia transportadora de carvão britado 1	Movimentar a correia transportadora de carvão britado 1	Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão linha 1 e 2)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Carcaça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2	Choque mecânico no componente	1	8	3	24	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 3 e 4.	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda e correia.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 3 e 4.	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção diária no raspador da carvão.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 3 e 4.	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	8	4	224	B	Realizar inspeção diária no raspador da carvão.
		Roletes de retorno	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Raspadores	Acúmulo de material nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 3 e 4.	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	4	8	5	160	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Correia transportadora de carvão britado 2	Transportar carvão britado para os classificadores 3 e 4	Esticadores	Desalinhamento constante	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 3 e 4.	Acúmulo de carvão britado em torno do componente	4	8	4	128	B	Realizar inspeção no componente periodicamente e realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 3 e 4.	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	8	6	144	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no abastecimento de carvão britado para os classificadores 3 e 4.	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	4	8	9	288	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dispositivo de segurança	Acionamento do dispositivo (Simulação ou emergência)	Risco de acidente	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	2	10	9	180	B	Realizar ensaio de segurança no componente conforme NR - 12. Realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Desgaste em rolamento e mancais.	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	6	210	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Duto de transporte (correia transportadora para os classificadores 1 e 2)	Vazamento de carvão bruto	Perda de matéria-prima durante o processo de abastecimento.	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	9	3	7	189	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 3 e 4.	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão bruto	1	8	9	72	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motorreductor	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem.	3	8	9	216	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.

Motoreductor da correia transportadora de carvão britado 2	Movimentar a correia transportadora de carvão britado 2	Retentores	Vazamento de lubrificante no motoreductor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruido anormal ou vibração elevada no motoreductor	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	8	9	144	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruido anormal no motoreductor	Desarme no motoreductor (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motoreductor (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruido anormal ou aquecimento no motoreductor	Desarme no motoreductor (interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.

		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no abastecimento de carvão linha 1 e 2)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes.	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Caraça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no abastecimento de carvão para os classificadores 1 e 2	Choque mecânico no componente	1	8	3	24	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Número do FMEA/FMECA : 001 / 21		Data: Março / 2021		Setor: Beneficiamento de carvão mineral				Revisão:			
Autor: Victor Zepka		Local: CGTELETROSUL		Sistema: Sistema de carvão beneficiado				Assinatura:			
Ponto da Falha		Análise da Falha				Avaliação de risco					Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Componente	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da Falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	Críticidade	
Classificador de carvão 1	Classificar carvão mineral retirando suas impurezas e encaminhar para correia de carvão beneficiado	Grade de classificação	Perda de eficiência no processo de classificação de carvão na linha 1	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Obstrução de matéria-prima nos orifícios de passagem de ar	5	7	9	315	A	Realizar limpeza periodica no equipamento conforme plano de manutenção.
		Eixo motriz	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	8	112	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixo excêntrico 1	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 1)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixo excêntrico 2	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 1)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

		Engrenagens de transmissão (eixo motriz e excêntricos)	Ruído anormal e Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 1)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Vedações	Vazamento de carvão	Perda de matéria prima no processo de classificação na linha 1	Avarias no componente devido ao atrito com o carvão britado.	7	7	3	147	A	Realizar inspeção diária no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 1)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	6	210	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão britado	3	7	6	126	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do classificador de carvão 1	Movimentador o classificador de carvão 1	Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Filtro manga linha 1	Filtrar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 1	Elemento filtrante (mangas)	Presença de carvão pulverizado na descarga do ventilador de tiragem induzida 1	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Rompimento do elemento filtrante	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura filtrante (gaiolas)	Ruído anormal no filtro manga 1	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Choque mecânico ou desafixação do componente	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Eixo com pás (rotor)	Ruído anormal ou vibração elevada na válvula rotativa 1	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	9	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Válvula rotativa linha 1	Descarregar carvão pulverizado do filtro manga 1 para a rosca transportadora 1	Mancais	Ruído anormal ou vibração na válvula rotativa 1	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na válvula rotativa 1	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes (Risco de acidente)	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	3	90	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motor elétrico da válvula rotativa da linha 1	Movimentar a válvula rotativa da linha 1	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Rosca transportadora de carvão pulverizado da linha 1	Transportar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 1	Eixo helicóide	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 1	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	5	7	6	210	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 1	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 1)	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 1	Desarme na rosca transportadora (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 1	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 1)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	6	7	6	252	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	6	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico da rosca transportadora de carvão pulverizado 1	Movimentar a rosca transportadora de carvão pulverizado 1	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Grade de classificação	Perda de eficiência no processo de classificação de carvão na linha 2	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Obstrução de matéria-prima nos orifícios de passagem de ar	5	7	9	315	A	Realizar limpeza periódica no equipamento conforme plano de manutenção.

Classificador de carvão 2	Classificar carvão mineral retirando suas impurezas	Eixo motriz	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	8	112	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixo excêntrico 1	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 2)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixo excêntrico 2	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 2)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens de transmissão (eixo motriz e excêntricos)	Ruído anormal e Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 2)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Vedações	Vazamento de carvão	Perda de matéria prima no processo de classificação na linha 2	Avarias no componente devido ao atrito com o carvão britado.	7	7	3	147	A	Realizar inspeção diária no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 2)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	6	210	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão britado	3	7	6	126	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motor elétrico do classificador de carvão 2	Movimentador o classificador de carvão 2	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Filtro manga linha 2	Filtrar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 2	Elemento filtrante (mangas)	Presença de carvão pulverizado na descarga do ventilador de tiragem induzida 2	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Rompimento do elemento filtrante	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura filtrante (gaiolas)	Ruído anormal no filtro manga 2	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Choque mecânico ou desafixação do componente	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Válvula rotativa linha 2	Descarregar carvão pulverizado do filtro manga 2 para a rosca transportadora 2	Eixo com pás (rotor)	Ruído anormal ou vibração elevada na válvula rotativa 2	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	9	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração na válvula rotativa 2	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na válvula rotativa 2	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	3	90	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motor elétrico da válvula rotativa da linha 2	Movimentar a válvula rotativa da linha 2	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Rosca transportadora de carvão pulverizado da linha 2	Transportar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 2	Eixo helicóide	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 2	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	5	7	6	210	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 2	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 2	Desarme na rosca transportadora (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Acomplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 2	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 2)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	6	7	6	252	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	6	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico da rosca transportadora de carvão pulverizado 2	Movimentar a rosca transportadora de carvão pulverizado 2	Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Grade de classificação	Perda de eficiência no processo de classificação de carvão na linha 3	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3 (Desarme no ventilador de inserção de ar linha 3)	Obstrução de matéria-prima nos orifícios de passagem de ar	5	7	9	315	A	Realizar limpeza periódica no equipamento conforme plano de manutenção.
		Eixo motriz	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	8	112	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Classificador de carvão 3	Classificar o carvão mineral bruto retirando suas impurezas	Eixo excêntrico 1	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 3)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixo excêntrico 2	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 3)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens de transmissão (eixo motriz / excêntricos)	Ruído anormal e Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 3)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Vedações	Vazamento de carvão	Perda de matéria prima no processo de classificação na linha 3	Avarias no componente devido ao atrito com o carvão britado.	7	7	3	147	A	Realizar inspeção diária no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 3)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	6	210	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componetes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão britado	3	7	6	126	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motor elétrico do classificador de carvão 3	Movimentador o classificador de carvão 3	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Filtro manga linha 3	Filtrar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 3	Elemento filtrante (mangas)	Presença de carvão pulverizado na descarga do ventilador de tiragem induzida 3	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Rompimento do elemento filtrante	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura filtrante (gaiolas)	Ruído anormal no filtro manga 3	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Choque mecânico ou desafixação do componente	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Válvula rotativa linha 3	Descarregar carvão pulverizado do filtro manga 3 para a rosca transportadora	Eixo com pás (rotor)	Ruído anormal ou vibração elevada na válvula rotativa 3	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	9	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração na válvula rotativa 3	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na válvula rotativa 3	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	3	90	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motor elétrico da válvula rotativa da linha 3	Movimentar a válvula rotativa da linha 3	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Rosca transportadora de carvão pulverizado da linha 3	Transportar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 3	Eixo helicóide	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 3	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	5	7	6	210	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 3	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 3	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 3	Desarme na rosca transportadora (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 3	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 3)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	6	7	6	252	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	6	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico da rosca transportadora de carvão pulverizado 3	Movimentar a rosca transportadora de carvão pulverizado 3	Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Grade de classificação	Perda de eficiência no processo de classificação de carvão na linha 4	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Obstrução de matéria-prima nos orifícios de passagem de ar	5	7	9	315	A	Realizar limpeza periódica no equipamento conforme plano de manutenção.
		Eixo motriz	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	8	112	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Eixo excêntrico 1	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 4)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Classificador de carvão 4	Classificar carvão mineral retirando suas impurezas e encaminhar para correia de carvão beneficiado	Eixo excêntrico 2	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 4)	Desbalanceamento no conjunto de transmissão (falha no processo de montagem)	3	7	8	168	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens de transmissão (eixo matriz / excêntricos)	Ruído anormal e Vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 4)	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	3	7	9	189	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Vedações	Vazamento de carvão	Perda de matéria prima no processo de classificação na linha 4	Avarias no componente devido ao atrito com o carvão britado.	7	7	3	147	A	Realizar inspeção diária no componente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 4)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	6	210	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componetes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão britado	3	7	6	126	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do classificador de carvão 4	Movimentador o classificador de carvão 4	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Elemento filtrante (mangas)	Presença de carvão pulverizado na descarga do ventilador de tiragem induzida 4	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Rompimento do elemento filtrante	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Filtro manga linha 4	Filtrar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 4	Estrutura filtrante (gaiolas)	Ruído anormal no filtro manga 4	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Choque mecânico ou desafixação do componente	2	7	9	126	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Válvula rotativa linha 4	Descarregar carvão pulverizado do filtro manga 4 para a rosca transportadora 4	Eixo com pás (rotor)	Ruído anormal ou vibração elevada na válvula rotativa 4	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	9	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração na válvula rotativa 4	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na válvula rotativa 4	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais	Inspeção visual de rotina	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	3	90	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico da válvula rotativa da linha 4	Movimentar a válvula rotativa da linha 4	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Eixo helicóide	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 4	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	5	7	6	210	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

Rosca transportadora de carvão pulverizado da linha 4	Transportar carvão pulverizado oriundo do processo de classificação na linha 4	Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 4	Interrupção no processo de classificação de carvão linha 4	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada na rosca transportadora 4	Desarme na rosca transportadora (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada na rosca transportadora 4	Avarias em rolamentos e mancais (Parada no processo de classificação na linha 4)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	6	7	6	252	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica (corpo)	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	3	10	6	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	C	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico da rosca transportadora de carvão pulverizado 4	Movimentar a rosca transportadora de carvão pulverizado 4	Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	C	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	9	9	162	A	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda e correia.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Acúmulo de carvão pulverizado em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão da correia conforme plano de manutenção.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Acúmulo de carvão pulverizado em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão da correia conforme plano de manutenção.
		Roletes de retorno	Ruído anormal no componente	Avárias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	A	Realizar inspeção semanal no componente conforme plano de manutenção.

Correia transportadora de carvão pulverizado	Transportar carvão pulverizado para correia de carvão pulverizado	Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	A	Realizar inspeção semanal no componente conforme plano de manutenção.
		Raspadores	Acúmulo de material nos rolos motriz e movido	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	4	9	5	180	A	Realizar inspeção semanal no componente conforme plano de manutenção.
		Esticadores	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Acúmulo de carvão pulverizado em torno do componente	4	9	4	144	A	Realizar inspeção no componente periodicamente e realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	9	6	162	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dispositivo de segurança	Acionamento do dispositivo (Simulação ou emergência)	Risco de acidente	Acúmulo de carvão pulverizado em torno do componente	2	10	10	200	A	Realizar ensaio de segurança no componente conforme NR - 12. Realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Desgaste em rolamento e mancais.	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	9	315	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Piñon de transporte (correia de carvão pulverizado para correia de carvão beneficiado)	Vazamento de carvão beneficiado	Perda de matéria-prima durante o processo de transporte de carvão pulverizado	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	9	3	7	189	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão pulverizado	1	9	9	81	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Motoredutor da correia transportadora de carvão pulverizado	Movimentar a correia transportadora de carvão pulverizado	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem.	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no transporte de carvão pulverizado)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no transporte de carvão pulverizado	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	8	9	144	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de carvão pulverizado)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão no conjunto elétrico	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de carvão pulverizado)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de carvão pulverizado)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no transporte de carvão pulverizado)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Carcaça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Choque mecânico no componente	1	8	3	24	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Correia transportadora de carvão beneficiado	Transportar carvão beneficiado para o pátio de carvão	Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	9	9	162	A	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda e correia.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Acúmulo de carvão beneficiado em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão da correia conforme plano de manutenção.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão da correia conforme plano de manutenção.
		Roletes de retorno	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	A	Realizar inspeção semanal no componente conforme plano de manutenção.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	4	4	112	A	Realizar inspeção semanal no componente conforme plano de manutenção.
		Raspadores	Acúmulo de material nos rolos motriz e movido	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	4	9	5	180	A	Realizar inspeção semanal no componente conforme plano de manutenção.
		Esticadores	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Acúmulo de carvão beneficiado em torno do componente	4	9	4	144	A	Realizar inspeção no componente periodicamente e realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	5	9	6	270	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

		Dispositivo de segurança	Acionamento do dispositivo (Simulação ou emergência)	Risco de acidente	Acúmulo de carvão beneficiado em torno do componente	2	10	10	200	A	Realizar ensaio de segurança no componente conforme NR - 12. Realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Desgaste em rolamento e mancais.	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	7	9	315	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componetes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Duto de transporte (correia transportadora para os classificadores 1 e 2)	Vazamento de carvão beneficiado	Perda de materia-prima durante o processo de transporte de carvão beneficiado	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão beneficiado	9	3	7	189	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Desgaste ou avaria no componente por atrito com carvão beneficiado	1	9	9	81	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem.	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no transporte de carvão beneficiado)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	8	3	144	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no transporte de carvão beneficiado	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	8	9	144	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de carvão beneficiado)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	8	9	144	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.

Motorreductor da correia transportadora de carvão beneficiado	Movimentar a correia transportadora de carvão beneficiado	Estator bobina (motor elétrico)	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão no conjunto elétrico	Desarme no motorreductor (interrupção no transporte de carvão beneficiado)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	8	9	144	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motorreductor	Desarme no motorreductor (interrupção no transporte de carvão beneficiado)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	8	3	48	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motorreductor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no transporte de carvão beneficiado)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Número do FMEA/FMECA : 001 / 21			Data: Março / 2021			Setor: Beneficiamento de carvão mineral					Revisão:
Autor: Victor Zepka			Local: CGTELETROSUL			Sistema: Sistema de ventilação					Assinatura:
Ponto da Falha			Análise da Falha			Avaliação de risco					Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Componente	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	Criticidade	
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de inserção de ar 1	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ou falha na processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção

Ventilador de inserção de ar linha 1	Fornecer fluxo de ar necessário para o processo de classificação de carvão na linha 1	Rotor centrífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 1	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçara (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 1	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do ventilador de inserção de ar linha 1	Movimentar o ventilador de inserção de ar linha 1	Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Ventilador de tiragem induzida linha 1	Fazer a retirada do ar utilizado no processo de classificação de carvão linha 1	Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de tiragem induzida 1	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ou falha na processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avarias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 1	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Rotor centrifugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 1	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desbalanceamento devido ao acumulo de material em sua superficie ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 1	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme do manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.

		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 1)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 1	Movimentar o ventilador de tiragem induzida 1	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 1)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de inserção de ar 2	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos rentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Falha na vedação dos rentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.

Ventilador de inserção de ar linha 2	Fornecer fluxo de ar necessário para o processo de classificação de carvão na linha 2	Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Rotor centrífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 2	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 2	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do ventilador de inserção de ar linha 2	Movimentar o ventilador de inserção de ar linha 2	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estatô bobina	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Ventilador de tiragem induzida linha 2	Fazer a retirada do ar utilizado no processo de classificação de carvão linha 2	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de tiragem induzida 2	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ou falha na processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 2	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Rotor centífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 2	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 2	Perda de eficiência no fluxo de ar (Interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção

		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 2)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 2	Movimentar o ventilador de tiragem induzida 2	Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 2)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Ventilador de inserção de ar linha 3	Fornecer fluxo de ar necessário para o processo de classificação de carvão na linha 3	Retentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de inserção de ar 3	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Rotor centrífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 3	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 3	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção

		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar linha 3	Movimentar o ventilador de inserção de ar linha 3	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estatóbobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de tiragem induzida 3	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 3	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção

Ventilador de tiragem induzida linha 3	Fazer a retirada do ar utilizado no processo de classificação de carvão linha 3	Rotor centrífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 3	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 3	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade do fluxo de ar ou carvão	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avarias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade do fluxo de ar ou carvão	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 3)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade do fluxo de ar ou carvão	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida 3	Movimentar o ventilador de tiragem induzida 3	Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Varição nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 3)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.

Ventilador de inserção de ar linha 4	Fornecer fluxo de ar necessário para o processo de classificação de carvão na linha 4	Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de inserção de ar 4	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ou falha na processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Rotor centífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 4	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de inserção de ar 4	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
Motor elétrico do ventilador de inserção de ar linha 4	Movimentar o ventilador de inserção de ar linha 4	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Lubrificação inadequada, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Mancais	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante nos mancais do ventilador de tiragem induzida 4	Falhas na lubrificação de eixos, rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ou falha no processo de montagem	6	7	3	126	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Lubrificante	Vazamento de lubrificante nos retentores	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Falha na vedação dos retentores.	6	8	3	144	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.

Ventilador de tiragem induzida linha 4	Fazer a retirada do ar utilizado no processo de classificação de carvão linha 4	Eixo principal	Vibração elevada no conjunto de transmissão	Interrupção no processo de classificação na linha 4	Desgaste no componente devido a falhas no processo de montagem	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Rotor centrífugo	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 4	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desbalanceamento devido ao acúmulo de material em sua superfície ou pás	3	7	9	189	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Carçaca (voluta)	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no ventilador de tiragem induzida 4	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade do fluxo de ar ou carvão	3	7	6	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano manutenção
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração elevada no conjunto de transmissão	Avárias em rolamentos e mancais (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	3	7	6	126	B	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Duto de admissão	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade do fluxo de ar ou carvão	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Duto de descarga	Vazamento de ar	Perda de eficiência no fluxo de ar (interrupção no processo de classificação na linha 4)	Desgaste no componente ocasionado pela abrasividade do fluxo de ar ou carvão	3	7	3	63	B	Realizar inspeção no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Motor elétrico do ventilador de tiragem induzida linha 4	Movimentar o ventilador de tiragem induzida linha 4	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou erro no processo de montagem	3	7	9	189	B	Realizar procedimento de montagem e manutenção conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rotor	Ruído anormal no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	7	9	126	B	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avarias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motor elétrico	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Tampas laterais do motor elétrico	Inspeção visual de rotina	Desarme no motor elétrico (interrupção no processo de classificação de carvão na linha 4)	Choque mecânico no componente	2	7	3	42	B	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação (montagem dos componentes).	1	10	9	90	B	Realizar procedimento de manutenção e montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.

Número do FMEA/FMECA : 001 / 21			Data: Março / 2021			Setor: Beneficiamento de carvão mineral					Revisão:
Autor: Victor Zepka			Local: CGTELETROSUL			Sistema: Sistema de resíduos (Ganga)					Assinatura:
Ponto da Falha			Análise da Falha			Avaliação de risco					Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Componente	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	Criticidade	
		Correia	Ruptura da emenda da correia	Interrupção no transporte de resíduos	Falha no processo de vulcanização da emenda da correia	2	9	9	162	A	Realizar procedimento de vulcanização conforme NBR 15547. Realizar inspeção periódica das condições da emenda e correia.
		Rolo motriz	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de resíduos	Acúmulo de resíduos em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão da correia.
		Rolo movido	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de resíduos	Acúmulo de resíduos em torno do componente	7	9	4	252	A	Realizar inspeção diária no raspador da carvão da correia.
		Roletes de retorno	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	7	4	196	A	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Roletes intermediários	Ruído anormal no componente	Avarias na correia (Cortes ou rasgos)	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	7	7	4	196	A	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Raspadores	Acúmulo de material nos rolos motriz e movido	Interrupção no transporte de resíduos	Desgaste no componente por atrito c/ a correia.	4	9	5	180	A	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Esticadores	Desalinhamento constante	Interrupção no transporte de resíduos	Acúmulo de resíduos em torno do componente	4	9	4	144	A	Realizar inspeção no componente periodicamente e realizar limpeza diariamente em torno do componente.

Correia transportadora de carvão de resíduos (ganga)	Transportar os resíduos extraídos do processo de classificação para o silo de armazenagem	Mancais	Ruído anormal ou vibração nos rolos motriz e movido	Interrupção no transporte de resíduos	Falha no processo de montagem ou desalinhamento entre componentes	3	9	6	162	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração no conjunto de transmissão	Interrupção no transporte de resíduos	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Dispositivo de segurança	Acionamento do dispositivo (Simulação ou emergência)	Risco de acidente	Acúmulo de carvão bruto em torno do componente	2	10	9	180	A	Realizar ensaio de segurança no componente conforme NR - 12. Realizar limpeza diariamente em torno do componente.
		Acoplamento mecânico	Ruído anormal ou vibração no rolo motriz	Avarias em rolamento e mancais (interrupção no transporte de resíduos)	Desalinhamento entre componentes (falha no processo de montagem).	5	9	6	270	A	Realizar procedimento de montagem conforme manual técnico do fabricante. Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componentes	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periodica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Duto de transporte (correia para o silo de armazenagem de resíduos)	Vazamento de carvão bruto	Perda de resíduos durante o processo de transporte	Desgaste ou avaria no componente por atrito com resíduos	9	6	3	162	A	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica	Inspeção visual de rotina	Interrupção no transporte de resíduos	Desgaste ou avaria no componente por atrito com resíduos	1	9	9	81	A	Realizar inspeção periodica no componente conforme plano de manutenção.

Motoredutor da correia transportadora de resíduos	Movimentar correia transportadora de resíduos	Rolamentos	Ruído anormal, aquecimento ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no transporte de resíduos	Falha na lubrificação, contaminação no componente por impurezas ou falha no processo de montagem.	3	9	9	243	A	Realizar procedimento de montagem conforme orientações do fabricante e realizar análise preditiva no componente periodicamente conforme plano de manutenção.
		Retentores	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avárias em rolamentos e engrenagens (interrupção no transporte de resíduos)	Falha no processo de montagem ou desgaste do componente por atrito.	6	9	3	162	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Engrenagens	Ruído anormal ou vibração elevada no motoredutor	Interrupção no transporte de resíduos	Falha na lubrificação ou falha no processo de montagem.	2	9	9	162	A	Realizar procedimento de montagem e manutenção, conforme orientações do fabricante. Realizar análise preditiva e lubrificação no componente conforme plano de manutenção.
		Rotor (motor elétrico)	Ruído anormal no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de resíduos)	Falhas em rolamentos, mancais ou avaria no componente	2	9	9	162	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Estator bobina (motor elétrico)	Variação nos valores de corrente, resistência ou tensão do motor elétrico	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de resíduos)	Avaria no isolamento elétrico do componente	2	9	9	162	A	Realizar análise preditiva no componente conforme plano de manutenção.
		Caixa de ligação	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Choque mecânico no componente	2	10	3	60	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Cabos elétricos	Inspeção visual de rotina	Risco de acidente	Avárias no componente (Perda do isolamento elétrico)	2	10	9	180	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
		Ventoinha	Ruído anormal ou aquecimento no motoredutor	Desarme no motoredutor (interrupção no transporte de resíduos)	Choque mecânico no componente ou falha no processo de montagem.	2	9	3	54	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.

		Lubrificante	Vazamento de lubrificante no motoredutor	Avarias em rolamentos e engrenagens (interrupção no transporte de resíduos)	Falha na vedação dos retentores.	6	9	3	162	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção. Realizar a complementação do componente quando ocorrer perda.
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componetes	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	A	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Carcaça motoredutor	Inspeção visual de rotina	Interrupção no transporte de resíduos	Choque mecânico no componente	1	9	3	27	A	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.
Silo de armazenagem de resíduos	Armazenar resíduos extraídos no processo de classificação do carvão	Válvula de descarregamento de resíduos	Falha na movimentação do componente (abertura ou fechamento)	Interrupção no transporte de resíduos	Choque mecânico ou acúmulo de material no componente	6	9	3	162	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção
		Parafusos e porcas de fixação	Inspeção visual de rotina	Desafixação de componetes	Torque inadequado durante o processo de fixação/montagem dos componentes.	1	10	9	90	C	Realizar procedimento de montagem conforme NBR 11201. Realizar inspeção periódica nos componentes conforme plano de manutenção.
		Estrutura mecânica do silo de armazenagem	Inspeção visual de rotina	Interrupção no transporte de resíduos	Desgaste ou avaria no componente por atrito com resíduos	3	9	3	81	C	Realizar inspeção periódica no componente conforme plano de manutenção.