

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**MANUTENÇÃO CORRETIVA PARA
DESALINHAMENTO DE CORREIA EM
TRANSPORTADOR DE CORREIA**

**MARCOS TADEU DE MELLO ANDRADE
RODRIGO SENA CASTRO FARIA**

**VITÓRIA – ES
ABRIL/2004**

**MARCOS TADEU DE MELLO ANDRADE
RODRIGO SENA CASTRO FARIA**

**MANUTENÇÃO CORRETIVA PARA
DESALINHAMENTO DE CORREIA EM
TRANSPORTADOR DE CORREIA**

Parte manuscrita do Projeto de Graduação dos alunos Marcos Tadeu de Mello Andrade e Rodrigo Sena Castro Faria, apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

**VITÓRIA – ES
ABRIL/2004**

**MARCOS TADEU DE MELLO ANDRADE
RODRIGO SENA CASTRO FARIA**

**MANUTENÇÃO PARA CORREÇÃO DE
DESALINHAMENTO DE CORREIA EM
TRANSPORTADOR DE CORREIA**

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Professor Oswaldo Paiva Almeida Filho
Orientador**

**Professor Fernando Menandro
Examinador**

**Professor Guilherme Laux
Examinador**

Vitória - ES, 22 de Abril de 2004

DEDICATÓRIA

Dedicamos este projeto aos nossos familiares, colegas de curso e aos professores que nos ajudaram para nossa formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Mecânicos Paulo Sérgio Tovar (CVRD) e Paulo Sérgio Simões (Plena Engenharia), ao Técnico Mecânico Helbio Cardoso (Plena Engenharia) e ao nosso Orientador e Professor Oswaldo Paiva, pela viabilização deste projeto.

Agradecemos também à empresa Companhia Vale do Rio Doce e Plena Engenharia por terem viabilizado visitas técnicas, acompanhamento e fornecimento de material bibliográfico para pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Transportador de Correia	12
Figura 2 - Rolete de Carga.....	13
Figura 3 - Rolete de Retorno.....	14
Figura 4 - Rolete de Impacto.....	14
Figura 5 - Rolete Auto - Alinhador de Retorno.....	15
Figura 6 - Rolete Auto - Alinhador de Carga.....	15
Figura 7 - Rolete de Transição.....	15
Figura 8 - Tambor.....	16
Figura 9 - Tambor de Acionamento.....	17
Figura 10 - Tambor de Retorno e Esticador.....	18
Figura 11 - Tambor de Desvio.....	18
Figura 12 - Chute de Alimentação.....	19
Figura 13 - Chute de Descarga.....	19
Figura 14 - Esticador por Parafuso.....	20
Figura 15 - Esticador por Molas.....	20
Figura 16 - Esticador por Gravidade.....	20
Figura 17 - Esticador por Torre.....	21
Figura 18 - Esticador por Torre Lateral.....	21
Figura 19 - Esticador Especial.....	21
Figura 20 - Limpador Raspador.....	21
Figura 21 - Limpador Simples.....	21
Figura 22 - Limpador em "V".....	21
Figura 23 - Perfis de Transportador de Correias.....	24
Figura 24 - Complexo Portuário do Tubarão.....	28
Figura 25 - Fluxo do Processo Produtivo da CVRD.....	29
Figura 26 - Gráfico Estatístico de Paradas.....	37
Figura 27 - Gráfico Estatístico de Causas de Desalinhamento.....	37
Figura 28 - Tolerância de Rolete de Carga.....	38

Figura 29 - Tolerância para Nivelamento de Rolo.....	39
Figura 30 - Tolerância para Nivelamento de Deck.....	39
Figura 31 - Tolerância para Alinhamento de Deck.....	40
Figura 32 - Tolerância para Alinhamento de Cavalete.....	40
Figura 33 - Tolerância para Alinhamento de Tambor.....	41

LISTA DE TABELA

Tabela 1	Normas Técnicas de Transportador de Correias.....	21
----------	---	----

SIMBOLOGIA

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

CVRD - Companhia Vale do Rio Doce.

NBR - Norma Brasileira

P0 - Parada de Equipamento não programada, com perda de tempo.

TC - Transportador de Correia.

Tpb - Tonelada de porte bruto.

GLOSSÁRIO

Cavalete = Estrutura metálica de fixação dos rolos.

Deck = Estrutura de fixação do Rolete.

Drop Bottom = Tipo de vagão com abertura de fundo para escoamento da carga.

Gargalo = restrição de natureza física ou operacional que reduz a capacidade localizada de produção ou desempenho uma de planta.

Gôndola = Tipo de vagão que necessita girar 180° em seu eixo (pelo virador de vagão) para escoamento da carga.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE TABELA.....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
GLOSSÁRIO	VII
SUMÁRIO	VIII
RESUMO.....	X
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 TRANSPORTADOR DE CORREIA	12
2.1 Introdução	12
2.2 Funcionamento de Transportador de Correia	12
2.3 Definição dos componentes do Transportador de Correia.....	13
2.3.1 Roletes.....	13
2.3.2 Tambores.....	16
2.3.3 Chute.....	19
2.3.4 Esticadores.....	20
2.3.5 Sistema de Limpeza da Correia.....	21
2.4 Normas de Transportador de Correia.....	22
2.5 Perfis de Transportador de Correia.....	24
3 COMPLEXO PORTUÁRIO DA CVRD	25
3.1 Introdução	25
3.2 Terminal de Tubarão	25
3.3 Vista do Complexo de Tubarão	27
3.4 Processo Produtivo da CVRD.....	28
4 MONTAGEM E MANUTENÇÃO EM TC	29
4.1 Introdução	29
4.2 Estrutura.....	29
4.3 Tambores.....	29

4.4 Roletes.....	29
4.5 Correia.....	31
4.6 Esticador.....	32
4.7 Raspadores e Limpadores.....	33
4.8 Transição.....	33
5 DESALINHAMENTO DE CORREIA	34
5.1 Introdução	34
5.2 Definição	34
5.3 Incidência	34
5.4 Terceirização.....	36
5.5 Alinhamento de Correia Transportadora.....	36
5.5.1 Tolerâncias dos componentes do Transportador.....	36
5.5.1.1 Esquadro de roletes de carga.....	36
5.5.1.2 Nivelamento de Rolo.....	37
5.5.1.3 Nivelamento de Deck.....	37
5.5.1.4 Alinhamento de Deck.....	38
5.5.1.5 Alinhamento de Cavalete.....	38
5.5.1.6 Nivelamento e Alinhamento de Tambores.....	39
5.6 Plano de Ação.....	39
6 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

RESUMO

Desenvolveu-se um projeto para a manutenção corretiva em componentes mecânicos (rolos, tambores, estruturas, cavaletes, etc.) do equipamento Transportador de Correia tendo como objetivo principal o *alinhamento* da correia, visando obter a maior disponibilidade operacional do equipamento para atender a produtividade programada, e evitar perda de material transportado e danos à correia e componentes do Transportador.

1 INTRODUÇÃO:

Na antigüidade, todas as formas de transporte de materiais de um lado para o outro, num mesmo terreno ou instalação se davam por meio de força humana ou de animais, e o rendimento do trabalho diminuía à medida em que os homens e os animais cansavam-se.

Seguidamente, aproveitando rodas e roletes montados sobre estruturas rudimentares aliviaram-se em muito os esforços, pois os homens ou animais não mais necessitavam de carregar as pesadas cargas, agora só tinham que empurra-las sobre os roletes desta forma aumentando sobremaneira o rendimento do trabalho, assim, nascendo o primeiro equipamento transportador.

A necessidade de, cada vez mais transportar maior quantidade de cargas em tempos cada vez menores, deu origem a novas tecnologias de transportes de curtas distâncias por meio de equipamentos transportadores de materiais e cargas dos mais diversos tipos, incluindo os de *Transportadores de Correia*, originando desta forma a necessidade de elementos flexíveis de altas resistências mecânicas e químicas para atender especificações e exigências dos projetos de engenharia a cada dia mais ousados. Dando assim, subsídios básicos para os fabricantes desenvolverem tais equipamentos e elementos de máquinas com segurança e garantia de um perfeito funcionamento.

2 TRANSPORTADOR DE CORREIA

2.1 INTRODUÇÃO

Equipamento destinado ao transporte ou movimentação de materiais a granel ou volumes através de uma correia contínua, que se desloca sobre tambores e roletes, visando maior rapidez com custo reduzido.

Não existe meio de transporte industrial, de maneira geral, que supere o transportador de correia.

2.2 FUNCIONAMENTO DO TRANSPORTADOR DE CORREIA

Na maioria das instalações de Transportadores, a correia com a seção transversal côncava, conforme figura 1, passa por uma transição, para entrar em um tambor plano e transferir o material através de um chute para outra correia.



Figura 1 - Transportador de Correia

2.3 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES DO TRANSPORTADOR DE CORREIAS

O Transportador de Correia é composto basicamente por Roletes, Tambores, Chutes e Guias, Tensionadores e Limpadores.

2.3.1 ROLETES

Roletes é um conjunto de rolos, geralmente cilíndricos e seu suporte, chamado de cavalete. Os rolos são capazes de efetuar livre rotação em torno do seu eixo e são usados para suportar e/ou guiar a correia transportadora. Normalmente dividem-se em 8 tipos:

- **ROLETE DE CARGA** – Conjunto de rolos no qual se apoia o trecho carregado da correia transportadora e possuem corpos metálicos, conforme figura 2.



Figura 2 - Rolete de Carga

- **ROLETE DE RETORNO** – Conjunto de rolos no qual se apoia o trecho de retorno da correia, são corpos metálicos revestidos com borracha, conforme figura 3.



Figura 3 - Roleta de Retorno

- **ROLETE DE IMPACTO** – Conjunto de rolos localizados nos pontos de carregamento, destinados a absorver o choque resultante do impacto do material sobre a correia. Possuem corpos revestidos de borracha, conforme figura 4.



Figura 4 - Roleta de Impacto

- **ROLETE AUTO-ALINHADOR** – Conjunto de rolos dotados de mecanismo giratório acionado pela correia transportadora de modo a controlar o deslocamento lateral da mesma, usualmente utilizados tanto no trecho carregado (carga), figura 6, quanto retorno, figura 5.



Figura 5 - de Retorno

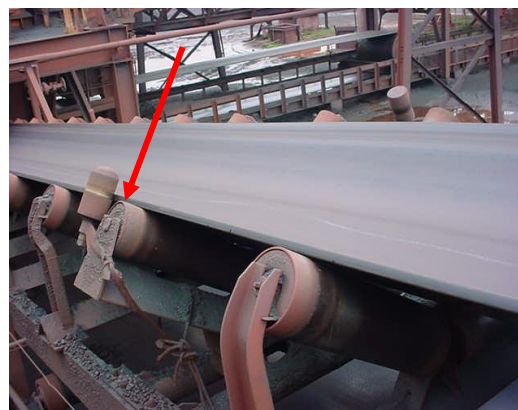


Figura 6 - de Carga

- **ROLETES DE TRANSIÇÃO** – Conjunto de rolos localizados no trecho carregado próximo aos tambores terminais, conforme figura 7, com a possibilidade de variação do ângulo de inclinação dos rolos laterais para sustentar, guiar e auxiliar a transição da correia entre roletes e tambor.

Transição: É a distância mínima a ser mantida entre o último rolete com inclinação normal no transportador e o tambor mais próximo (descarga ou retorno), com o objetivo de se evitarem tensões excessivas na correia.



Figura 7 - Roletes de Transição

- **ROLETE DE RETORNO COM ANÉIS** – Tipo de rolete de retorno onde os rolos são constituídos de anéis de borracha, de modo a evitar o acúmulo do material no rolete e promover o desprendimento do material aderido a correia.
- **ROLETE ESPIRAL** – Tipo de rolete de retorno onde o rolo tem forma espiral, destinado a promover o desprendimento do material aderido a correia.
- **ROLETE DE CATENÁRIA** – Conjunto de rolos suspensos dotados de interligações articuladas entre si. Tem a vantagem de um maior abraçamento da correia, por ter mais rolos, mas de difícil manutenção.

2.3.2 TAMBORES

São elementos importantes num Transportador de Correias, no que tange à transmissão de potência, dobras, desvios e retorno da correia. São de forma cilíndrica e geralmente revestidos, conforme figura 8.



Figura 8 - Tambor

Revestimentos - teoricamente, tanto os tambores de acionamento, como os tambores livres podem, ou não, ter revestimento, embora seja recomendável a sua utilização. O revestimento oferece como principais vantagens: aumento do coeficiente de atrito entre a correia e o tambor; os revestimentos ranhurados evitam deslizamentos da correia; evita a aderência do material ao tambor; etc..

Os tipos de revestimentos são: Liso, Ranhurado do tipo "espinha de peixe", Ranhurado do tipo diamante, de borracha, de pastilhas cerâmicas.

Os tipos de Tambores são:

- **TAMBOR DE ACIONAMENTO** – Serve para transmitir o torque ao sistema, conforme figura 9.



Figura 9 - Tambor de Acionamento

- **TAMBOR DE RETORNO E ESTICADOR** – Para o retorno da correia e dar tensão necessária a correia absorvendo o esticamento da mesma, conforme mostra a figura 10.



Figura 10 - Tambor de Retorno e Esticador

- **TAMBOR DE DESVIO** – Utilizados sempre que seja necessário um desvio no curso da correia, conforme figura 11.

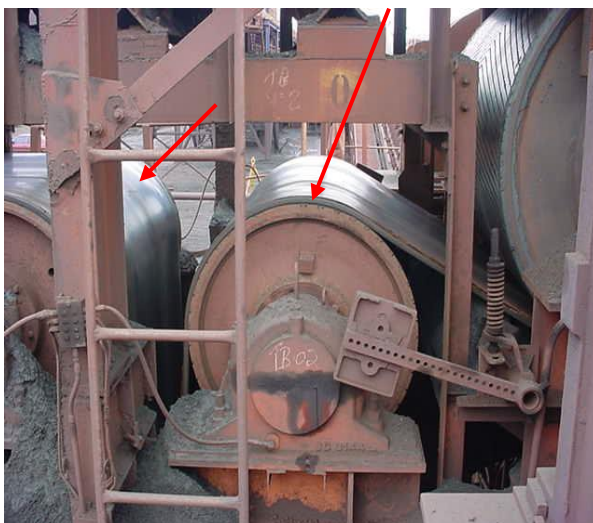


Figura 11 - Tambor de Desvio

- **TAMBOR DE ENCOSTO** – Para aumentar o ângulo de contato do tambor de acionamento.

2.3.3 CHUTE

A função do Chute é transferir o material de forma a minimizar a degradação e permitir que o material flua suavemente, sem acúmulo, ou entupimento. Teoricamente o chute perfeito deve dar ao material a mesma velocidade e sentido da correia no ponto de contato do material com a correia de recebimento. O ângulo de inclinação do chute é determinado pela natureza do material, pela velocidade de entrada e pelo comprimento e convergência do chute. Como há vários tipos de material passando no mesmo chute, devemos colocá-lo de maneira que atenda com eficiência a todos os tipos de materiais. As figuras 12 e 13 representam chute de alimentação e descarga respectivamente.

As *Guias Laterais*, indicadas nas figuras 12 e 13, servem para reter o material na correia, depois que este deixa o chute de carregamento até alcançar a velocidade da correia.



Figura 12 - Chute de Alimentação



Figura 13 - Chute de Descarga

2.3.4 ESTICADORES

A principal função do esticador é garantir a tensão conveniente para o acionamento da correia, e, absorvendo as variações no comprimento da correia causadas pelas mudanças de temperatura, oscilações de carga, tempo de trabalho, etc.

Tipos de Esticadores:

- Parafusos - Tensionamento executado manualmente por meio de parafusos, conforme figura 14.
- Molas - Com ajuste executado automaticamente pela energia potencial de molas, conforme figura 15.
- Gravidade - Com ajuste executado automaticamente pela energia potencial do contra - peso, podendo ser inclinado ou vertical, conforme figura 16.
- Torre - Pode se alinhada com carrinho de esticamento ou lateral, conforme figuras 17 e 18 respectivamente.
- Especial - Com ajuste executado automaticamente por meio de acionamento de um equipamento eletro-mecânico ou hidráulico, conforme figura 19. Quanto mais carga maior a tensão aplicada no esticamento.



Figura 14 - Parafuso

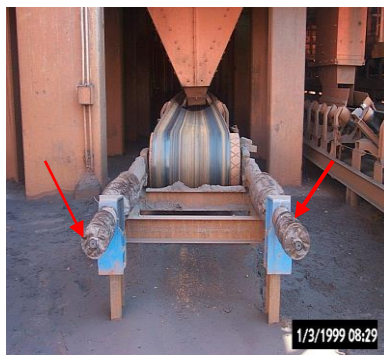


Figura 15 - Molas



Figura 16 - Gravidade



Figura 17 - Torre



Figura 18 - Torre



Figura 19 - Especial

2.3.5 SISTEMA DE LIMPEZA DA CORREIA

Os dispositivos de limpeza da correia destinam-se a limpeza de superfície, evitando o retorno da mesma com material impregnado sobre os roletes. Daí a necessidade de limpeza da correia, para evitar o acúmulo de material nos componentes vitais do transportador de correia; entre a correia e os tambores de acionamento, desvio e traseiro; sobre a estrutura metálica da mesma e em outros pontos, podendo causar sérios prejuízos, como rolos travados, desgaste nas coberturas dos tambores, desalinhamento da correia, podendo diminuir a vida útil da correia. As figuras 20, 21 e 22, nos mostram Limpador Raspador, Limpador Simples e Limpador em "V".

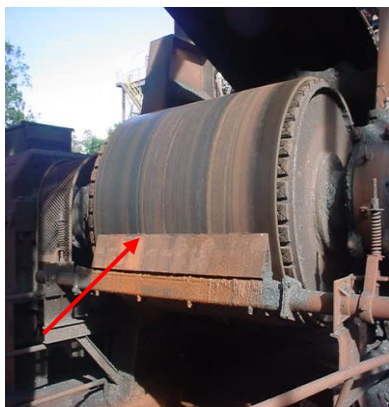


Figura 20 - Raspador



Figura 21 - Simples



Figura 22 - em "V"

2.4 NORMAS DE TRANSPORTADORES DE CORREIA

Conteúdo Geral:

NORMA	CONTEÚDO
NR22	Segurança e Saúde Operacional na Mineração (122.000-4)
10.060 NBR 5987 (NB 619)	Preparo para utilização e técnicas de aplicação na pintura de estruturas, instalações e equipamentos industriais.
NBR 6171	Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia- Folga das bordas das correias
NBR 6172	Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia - Tambores - Dimensões
NBR 6177	Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia- Terminologia
01.014 NBR 6591	Tubos de aço carbono com costura de seção circular, quadrada, retangular e especiais para fins industriais.
NBR 6678	Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia- Roletes- Dimensões
NBR 7265	Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia- Dispositivos de esticamento- valores do curso
NBR 7348	Limpeza de superfícies de aço com jato abrasivo
NBR 8011	Cálculo da capacidade de transportadores contínuos- Transportadores de Correia
NBR 10392	Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia- Anéis para Roletes- Dimensões
NBR 11003	Tintas- Determinação da aderência
NBR 13742	Procedimentos de Segurança para Transportadores Contínuos- Transportadores de Correia

NBR 13743	Roteiro de inspeção para transportadores contínuos em operação- Transportadores de Correia
NBR 13861	Transportadores Contínuos- correia transportadora- armazenagem, embalagem e manuseio
NBR 13862	Sistema de classificação de materiais elastoméricos vulcanizados para aplicações gerais.
EB-362	Sistema de classificação de materiais elastoméricos vulcanizados para aplicações gerais.
DIN 22 102 (parte1)	Correias Transportadoras com lona têxteis para produtos a granel- medidas, exigências e marcação.
DIN 22 102 (parte 2)	Correias Transportadoras com lona têxteis para produtos a granel.
DIN 22 102 (parte 3)	Correias Transportadoras com lona têxteis para produtos a granel- junções de correias inseparáveis.
DIN 53516 (junho 1987)	Partes que têm divergências em relação à mesma norma de 1985
DIN 53 530	Separation test on fabric plies bonded together
ASTM D 2240-86	Standard test method for rubber property- durometer hardness
ISSO 252-1 First Edition	Textile conveyor belts- adhesive strength between constitutive elements- part 1: method of test
ISSO 283 Second Edition	Conveyor belts- full thickness tensile strength and elongation- specification and method of test.

Tabela 1 - Normas Técnicas de Transportador de Correia

2.5 PERFIS DE TRANSPORTADORES DE CORREIA

- 1 – Horizontal
- 2 – Inclinado
- 3 – Inclinado Horizontal
- 4 e 7 – Horizontal Inclinado
- 5 e 6 – Com Duas ou Mais Curvas

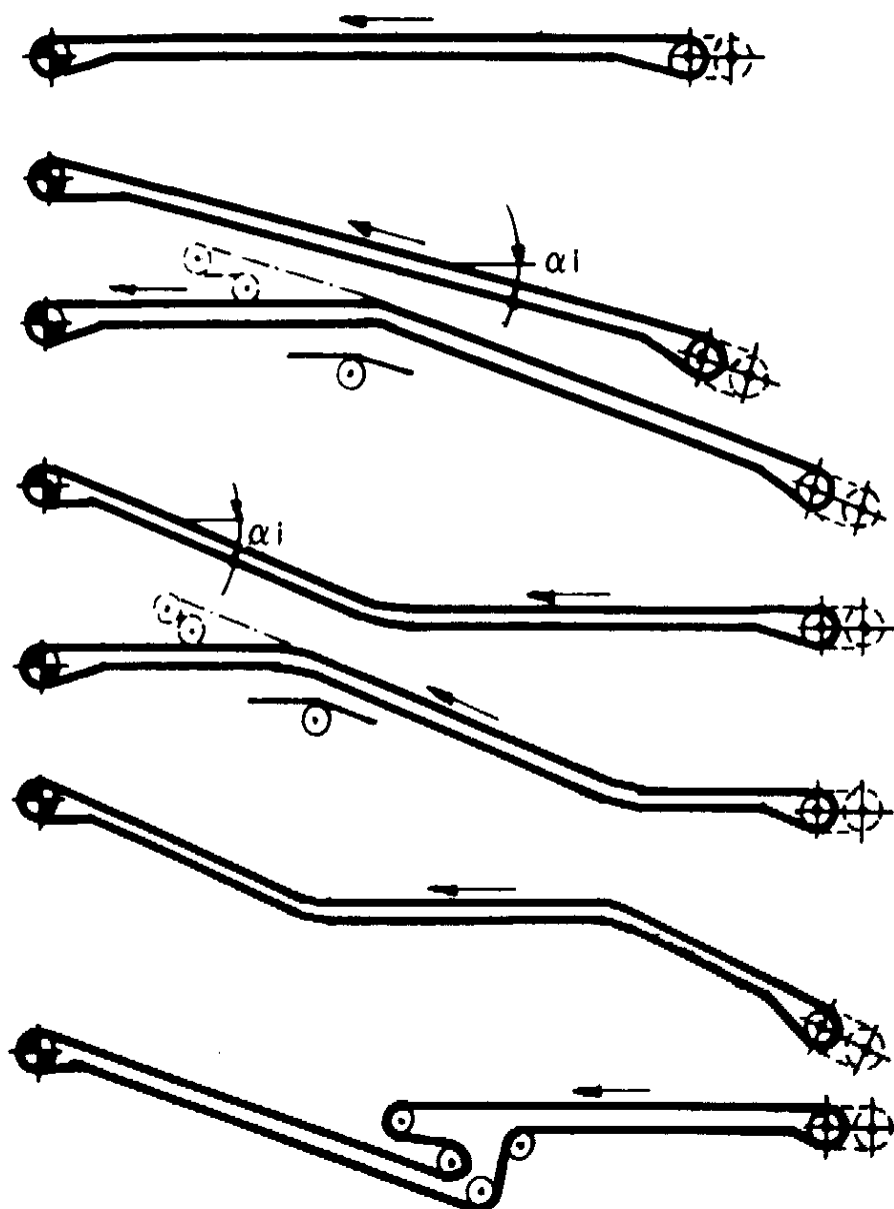


Figura 23 - Perfis de Transportadores de Correia

3 COMPLEXO PORTUÁRIO DA COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (CVRD) - TRANSPORTADORES DE CORREIA

3.1 INTRODUÇÃO

O complexo portuário da Companhia Vale do Rio Doce no Espírito Santo situa-se na região metropolitana da Grande Vitória. Iniciou atividades em 1966 e, após sucessivas expansões, ganhou capacidade para cerca de 90 milhões de toneladas anuais e diversificou os serviços. Manuseia cargas combinadas e pode receber navios com capacidade de até 300 mil toneladas.

Formado pelos Terminais de Tubarão, de Praia Mole, de Vila Velha, de Produtos Diversos e de Paul, permite o manuseio de uma diversidade de produtos, entre os quais minério de ferro, carvão, pelotas de minério, fertilizantes, rocha fosfática, ferro gusa, enxofre, manganês, escória, soja, farelo de soja, derivados de petróleo, contêineres, granito, fertilizantes, açúcar, entre outros.

Eficiente, moderno e competitivo, faz parte de um amplo sistema de transporte, cuja logística permite ligação rápida e segura entre os principais Estados do Centro - Leste brasileiro e a costa do Espírito Santo por meio das ferrovias Vitória a Minas e Centro - Atlântica.

3.2 TERMINAL DE TUBARÃO

Inaugurado em 1966, o Terminal de Tubarão é privativo e dispõe de todos os instrumentos necessários ao manuseio de graneis. Possui quatro viradores para vagões tipo *gôndola* que operam a uma taxa de 6 mil toneladas por hora e moegas apropriadas para vagões tipo *drop bottom*.

Dois pátios permitem a estocagem de até 4 milhões de toneladas de minério de ferro e pelotas. Possuem os seguintes equipamentos:

Três empilhadeiras com capacidade para 6 mil toneladas por hora;

Uma empilhadeira com capacidade para 16 mil toneladas por hora;

Uma empilhadeira - recuperadora com capacidade para 8 mil toneladas por hora;

Duas empilhadeiras - escravas com capacidade para 16 mil toneladas por hora;

Sistema de peneiramento, para separação de finos, com capacidade para 6 mil toneladas por hora.

Os embarques são feitos em dois píeres, cujas características são as seguintes:

Píer 1:

- Dois berços;
- Um carregador com capacidade para 8 mil toneladas por hora;
- Um carregador com capacidade para 6 mil toneladas por hora;
- Calado de 15,20 metros, ampliável em média de 1,3 metros com maré;
- Carregamento simultâneo de dois navios com capacidade de até 125 mil tpb.

Píer 2:

- Um berço;
- Dois carregadores, com capacidade individual para 16 mil toneladas por hora;
- Calado de 20 metros, ampliável em média de 1,3 metros com maré;
- Capacidade para navios de até 300.000 tpb.

Outras Instalações:

Tubarão conta ainda com um completo sistema de amostragem, para controle da qualidade do material embarcado; um pátio de estocagem de ferro gusa, com capacidade para 15 mil toneladas; e toda a infra-estrutura de serviços necessária para seu funcionamento.

3.3 VISTA DO COMPLEXO DO TUBARÃO

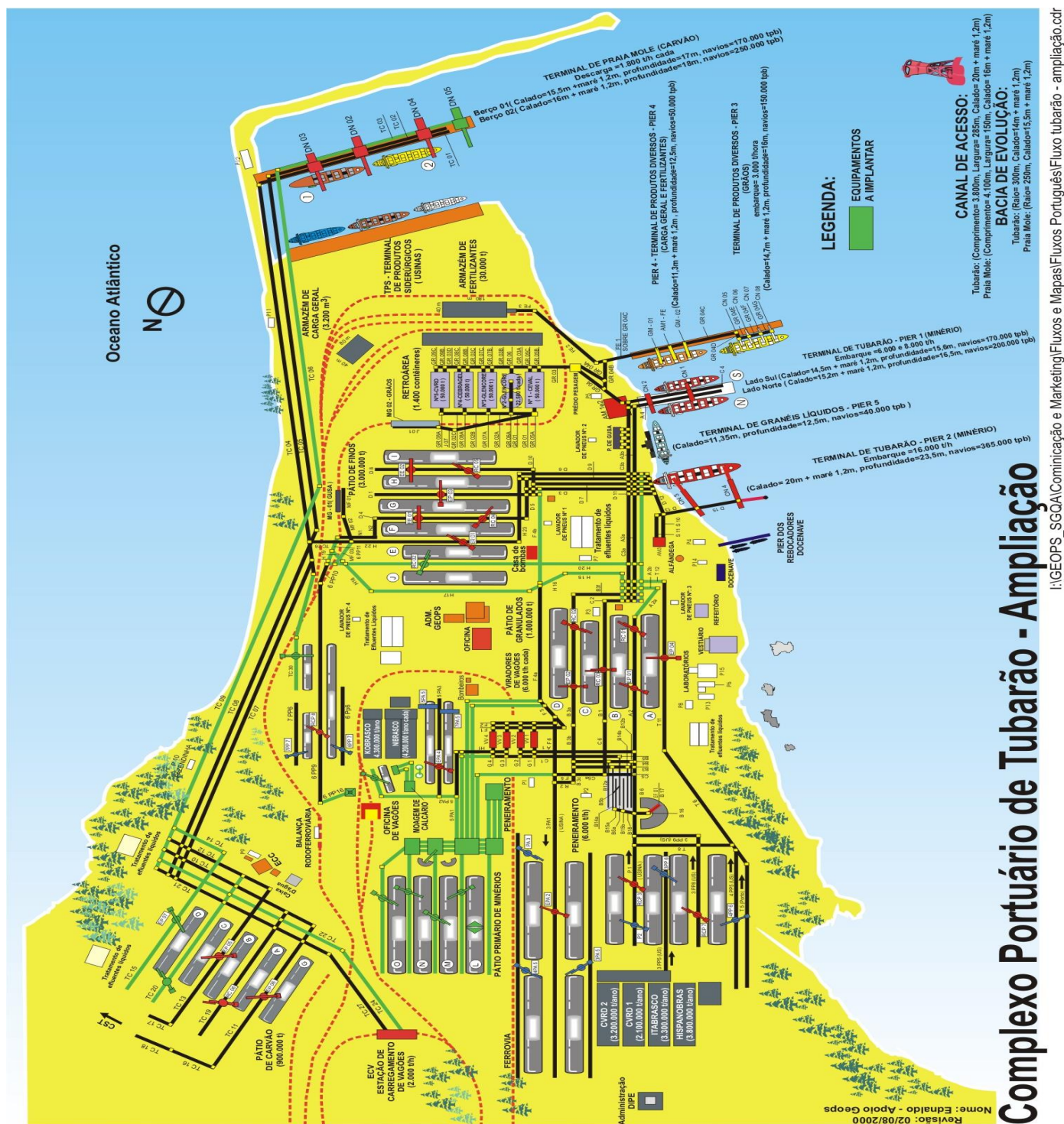


Figura 24 - Complexo Portuário do Tubarão

3.4 PROCESSO PRODUTIVO DA COMPANHIA VALE DO RIO DOCE - CVRD

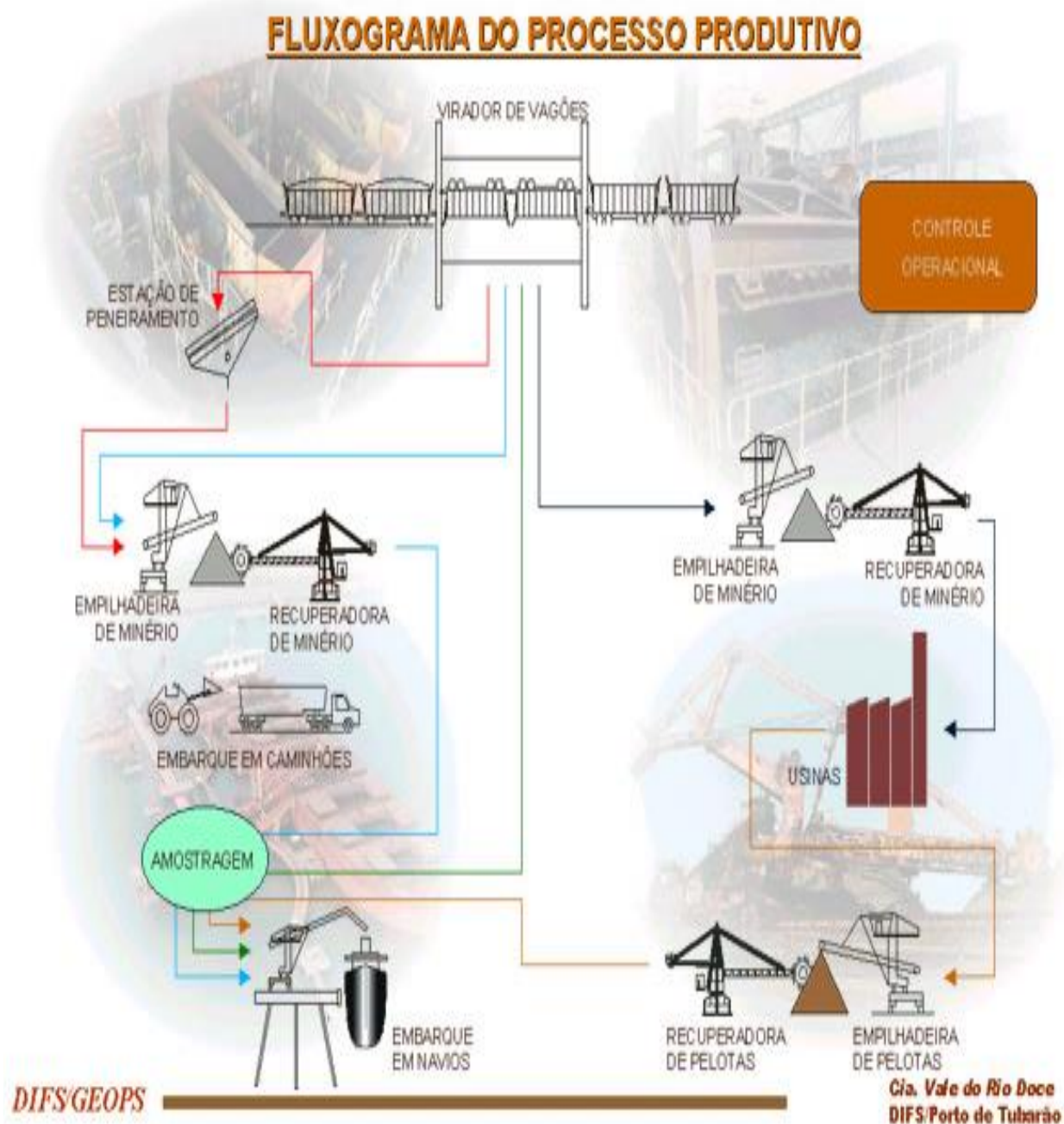


Figura 25 - Fluxograma do Processo Produtivo da CVRD

4 MONTAGEM E MANUTENÇÃO EM TRANSPORTADORES DE CORREIAS:

4.1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo desse capítulo é deixar uma série de informações úteis e práticas para o desenvolvimento da atividade de montagem e manutenção corretiva do transportador, sem, contudo defini-las como as únicas possíveis de serem aplicadas.

4.2 ESTRUTURA

Deverá estar em perfeito alinhamento e nivelada transversalmente, em bom estado de conservação (sem corrosão e/ou desgastes) e sem apresentar falhas mecânicas (trincas).

4.3 TAMBORES

- Proceder à limpeza dos pontos onde serão fixados os tambores;
- Os tambores deverão girar macia e livremente a um toque de mão, sem arranhar, ou fazer ruído;
- Todos os tambores devem estar alinhados 90° com a linha de centro dos transportadores;
- Os tambores devem ser instalados com uma folga mínima de 600mm acima do piso, para facilitar a limpeza dos mesmos.

4.4 ROLETES

- Seus rolos deverão girar macia e livremente a um toque de mão, sem arranhar ou fazer ruído;

- Todos os roletes devem estar alinhados em 90° com a linha de centro dos transportadores. Este alinhamento pode ser obtido esticando um barbante sobre os mesmos;
- É conveniente montar os cavaletes dos roletes, deixando-se os parafusos de fixação no meio do rasgo de seus suportes. Isto permite uma movimentação posterior no sentido recomendado para o alinhamento da correia;
- Durante a montagem, não se deve apertá-los de maneira definitiva, mas de tal modo que se possa ajustá-los posteriormente. Isto facilita o alinhamento da correia com uma ligeira mudança de posição de alguns cavaletes, através de leves batidas de martelo em seus suportes;
- Os roletes que têm os rolos laterais com inclinação de 2° deverão ser montados de tal forma que a direção do deslocamento da correia coincida com a direção da inclinação dos rolos laterais;
- Os roletes que não têm os cavaletes laterais inclinados 2° podem ser montados nesta inclinação, com o auxílio de pequenos calços (arruelas) do lado de trás de seus suportes. Entretanto, a inclinação não pode ser superior à indicada, porque provocará um desgaste acentuado na cobertura inferior da correia;
- Os roletes auto-alinhantes devem ser montados 12 a 19 mm acima da linha normal dos demais roletes, para se garantir um bom contato com a correia. Para ambientes úmidos, os roletes auto-alinhantes devem possuir rolos laterais;
- A posição mais atuante dos roletes auto-alinhantes é a situada 6 a 15 metros a partir dos tambores extremos, dependendo da largura da correia. Para transportadores de grande capacidade e comprimento, devem-se utilizar espaçamentos de 30m..Não se utilizam auto-alinhantes sob guias de material;

- Os rolos-guia dos roletes auto-alinhantes não devem ser colocados antes de se fazer um trabalho prévio de alinhamento da correia e/ou em transportadores com máquinas móveis na parte da carga;
- Todos os tipos de guia desgastam a correia, quando em contato permanente com a mesma;
- Os transportadores reversíveis não deverão possuir roletes superiores inclinados 2° e os roletes auto-alinhantes deverão ser especiais, diferente dos citados em outros tópicos acima;
- No retorno, todas as correias devem estar suficientemente elevadas do piso para facilitar a inspeção, manutenção e limpeza;
- Os rolos guias devem manter 25 a 30 mm de distância da borda da correia em cada lado, pois aumentando-se, ou diminuindo-se esta distância, o conjunto perderá a eficiência no alinhamento da correia;
- Colocar o conjunto auto-alinhante de carga sempre entre 2 cavaletes, a uma distância igual ou inferior a 0,90m pois, em se tratando de um conjunto apoiado sobre rolamentos, a uma distância maior, ou em uma área de transição, ele receberá muito peso, sujeitando-se a esforço excessivo da correia, o que causará danos ao conjunto.

4.5 CORREIA

- A primeira providência a se tomar é a colocação da correia simultaneamente no centro dos tambores de acionamento e retorno;
- O alinhamento deve ser iniciado com o transportador vazio, a partir do retorno da correia passando, em seguida, à parte superior da mesma;
- O melhor lugar para se iniciar o alinhamento, no retorno, é no tambor de acionamento. Se houver tambor de encosto no retorno, este poderá ajudar o alinhamento da correia no tambor e no trecho de retorno, através de pequenos deslocamentos no referido trecho, em caso de extrema necessidade;

- Qualquer ajuste no trecho superior da correia deverá ser iniciado pelo tambor de retorno. Quando absolutamente necessário, o ângulo do tambor poderá ser ligeiramente alterado com pequenas batidas de martelo, que o fazem correr para o lado desejado;
- Na montagem da correia, deixar o tambor de esticamento na posição de menor tensão;
- Para um perfeito alinhamento da correia, é preciso que ela esteja bem assentada em seu leito, quando vazia, isto é, tocando no rolo central;
- Não usar correia com bordas ou revestimentos danificados;
- O alinhamento natural da correia é garantido, no trecho superior, pelos roletes auto-alinhantes de carga; e no trecho inferior, pelos roletes auto-alinhantes de retorno.
- Verificar data de vencimento do adesivo a ser aplicado na emenda.
- Ao esmerilhar as lonas para receber o adesivo, ter cuidado para que o esmeril não danifique a lona.
- Os passos da emenda não devem apresentar folgas, para evitar bolhas na emenda.
- Ao fechar a emenda esta deve estar centralizada e alinhada para não causar desquadramento da correia.

4.6 ESTICADOR

- O esticador deve manter a correia sob a tensão mínima necessária, quando o transportador estiver em operação permanente;
- O tambor esticador deve estar ortogonal à linha de centro do transportador;
- As guias dos esticadores de gravidade verticais devem ser montadas verticalmente;
- Os trilhos dos esticadores horizontais de gravidade devem estar nivelados e alinhados com o transportador;

4.7 RASPADORES E LIMPADORES

- Seus pontos de articulação deverão estar livres de sujeira e lubrificados, para permitir a livre oscilação dos mesmos;
- Suas lâminas de borracha, poliuretano, cerâmica, ou qualquer outro tipo de material deverão estar bem posicionados, pressionando a correia pela ação das forças exercidas pelas molas ou contrapeso.

4.8 TRANSIÇÃO

- A norma NBR 6678, estabelece os procedimentos para cálculos da distância mínima de transição entre regiões de carregamento e descarga de transportadores de correias. Aplicável para transportadores de correia que empregam correias de alma de tecidos/lonas e de cabo de aço.

5 DESALINHAMENTO DE CORREIA

5.1 INTRODUÇÃO

O desalinhamento de correia gera uma grande quantidade de paradas não programadas no Porto de Tubarão, causando assim perda de produção, tempo e consequentemente prejuízos a Companhia Vale do Rio Doce. O *desalinhamento de correia* se dá por vários fatores, tais como: problemas operacionais, variações de carga, falhas na montagem e/ou na manutenção dos componentes do Transportador.

5.2 DEFINIÇÃO

O desalinhamento de correia é a alteração na linearidade da correia em seu leito, devido a problemas de projeto, manutenção e/ou montagem dos transportadores de correia, causando perda do material transportado, desgaste de componentes e da correia transportadora.

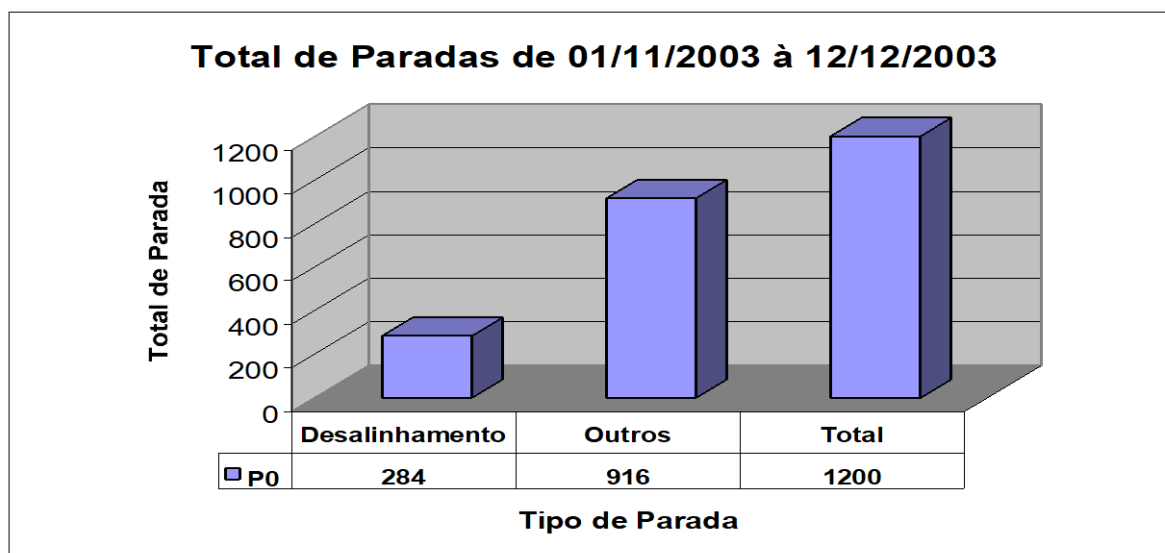
5.3 INCIDÊNCIA

O desalinhamento de correias está entre os maiores causadores de parada de equipamentos no Porto de Tubarão, causando perda de tempo e produção, consequentemente de capital, além do desgaste de componentes e/ou da correia do transportador. Tentando diminuir este prejuízo, a CVRD criou rotas alternativas para algumas rotas principais, consideradas "gargalos".

Atualmente, segue-se um Plano de Manutenção, que faz a inspeção Sensitiva de componentes, tais como: Tambores, Roletes, Raspadores, Limpadores e Preditiva como a análise de vibração do equipamento, tendo como objetivo, durante parada do equipamento, a correção e funcionamento em curto prazo de tempo do transportador para operação, não atuando na causa do desalinhamento. Este Plano não propõe melhorias em outros pontos críticos do equipamento, visando evitar novas paradas do

para correções nesses pontos. Mesmo com esse plano existente em ação, foi detectado um grande numero de paradas de equipamentos por desalinhamento de correia.

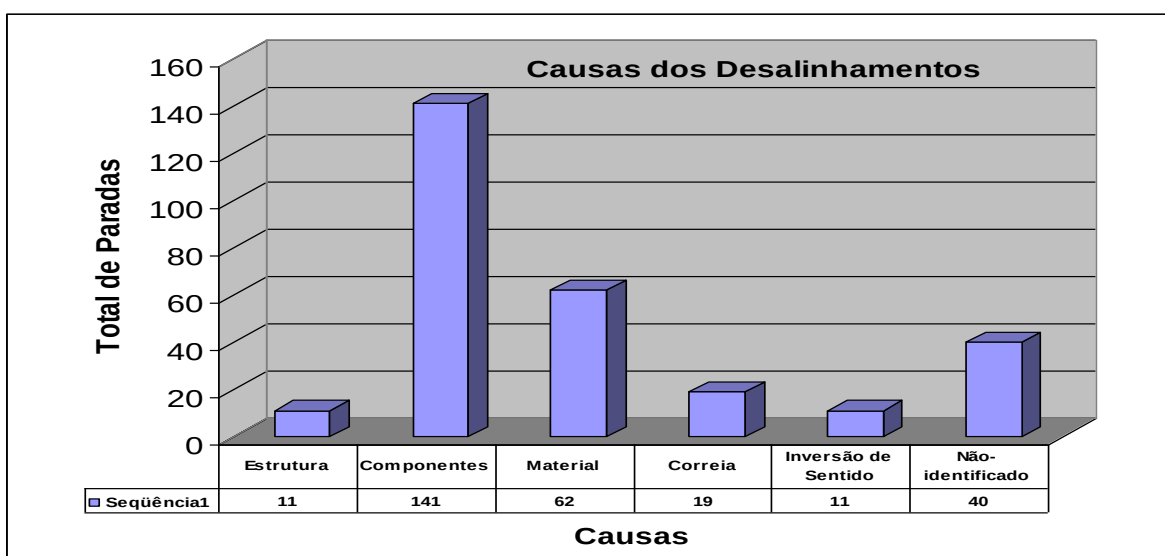
O gráfico da figura 25 mostra a quantidade de paradas por desalinhamento de correia no Porto de Tubarão, no período de 1 de Novembro de 2003 à 12 de Dezembro do mesmo ano.



FONTE: GAVIS-CVRD

Figura 26- Gráfico Estatístico de Paradas

Verifica-se que 284 (23,66%) das paradas é por motivo de desalinhamento de correia e 916 (76,34%) por outros motivos. No gráfico da figura 26, temos os principais causadores de desalinhamento de correia.



FONTE: GAVIS-CVRD

Figura 27- Gráfico Estatístico de Causas de desalinhamento

Verificando a incidência das principais causas de desalinhamento de correia, temos:

- Estrutura = 11 (3,87%);
- Componentes (rolos, tambores, chute, limpadores, cavalete, carrinho de esticamento) = 141 (49,64%);
- Material (queda irregular, umidade) = 62 (28,87%);
- Correia(emenda, tiras, bolhas, trincas, desgaste da borda) = 11 (6,69%);
- Inversão de Sentido = 11 (3,87%);
- Não - Identificado = 40 (14,08%).

5.4 TERCEIRIZAÇÃO

Visando a redução na ocorrência de desalinhamento de correias, a CVRD contratou empresa para **Estudar, Especificar e Corrigir Não-Conformidades** existentes em cada Transportador, estabelecendo Equilíbrio Geral do Sistema.

5.5 ALINHAMENTO DE CORREIA TRANSPORTADORA

5.5.1 TOLERÂNCIAS DOS COMPONENTES DO TRANSPORTADOR

5.5.1.1 ESQUADRO DE ROLETES DE CARGA

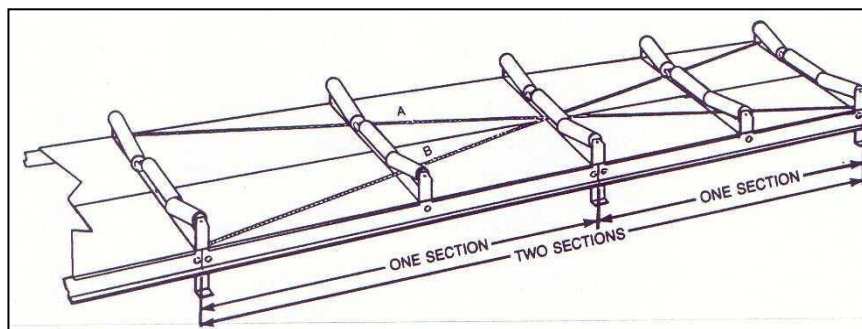


Figura 28- Tolerância de Roleta de Carga
Corrigir quando superior a 3,2 mm, Norma CEMA.

5.5.1.2 NIVELAMENTO DE ROLO

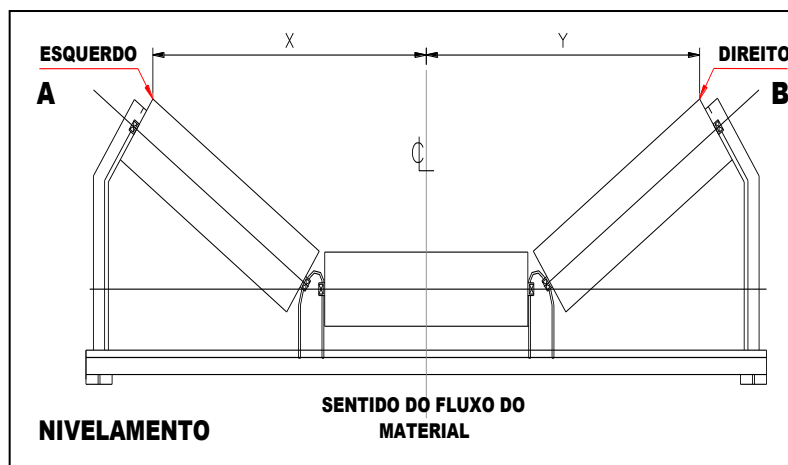


Figura 29- Tolerância para nivelamento de Rolo

Corrigir quando superior a 3,2 mm, Norma CEMA.

5.5.1.3 NIVELAMENTO DE DECK

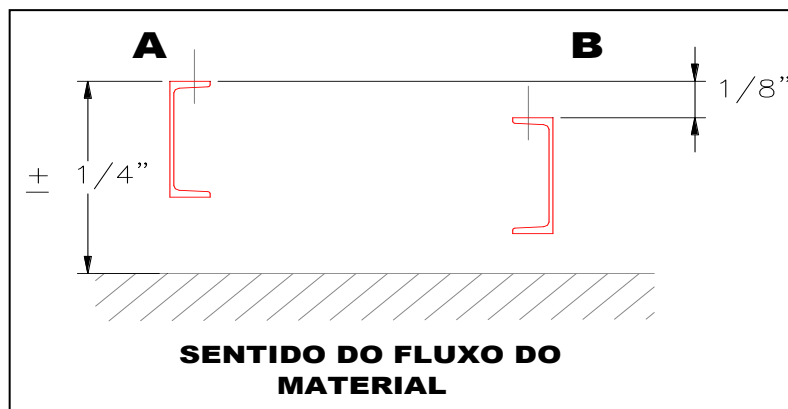


Figura 30-Tolerância para nivelamento de Deck

Corrigir quando superior a 3,2 mm, Norma CEMA.

5.5.1.4 ALINHAMENTO DE DECK

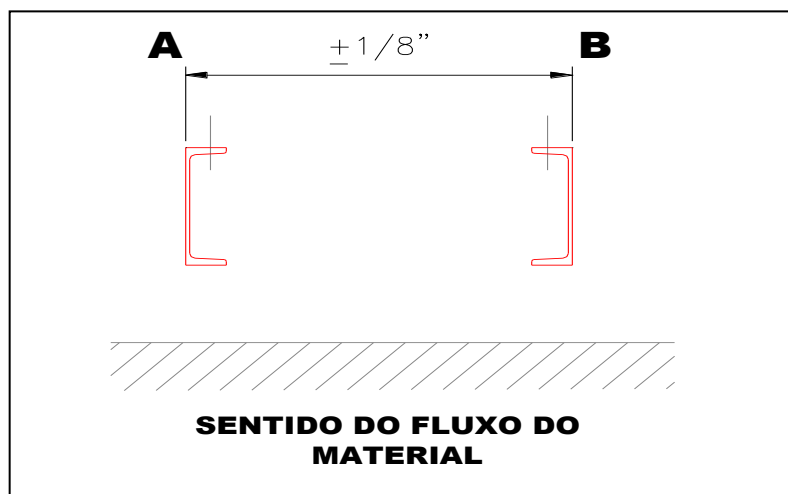


Figura 31- Tolerância para alinhamento de Deck

Corrigir quando superior a 3,2 mm, Norma CEMA.

5.5.1.5 ALINHAMENTO DE CAVALETE

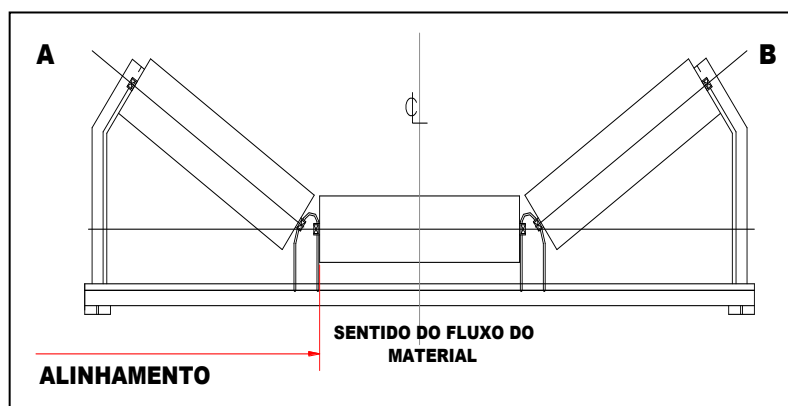


Figura 32- Tolerância para alinhamento de cavalete

Corrigir quando superior a 3,2 mm, Norma CEMA.

5.5.1.6 NIVELAMENTO E ALINHAMENTO DE TAMBORES



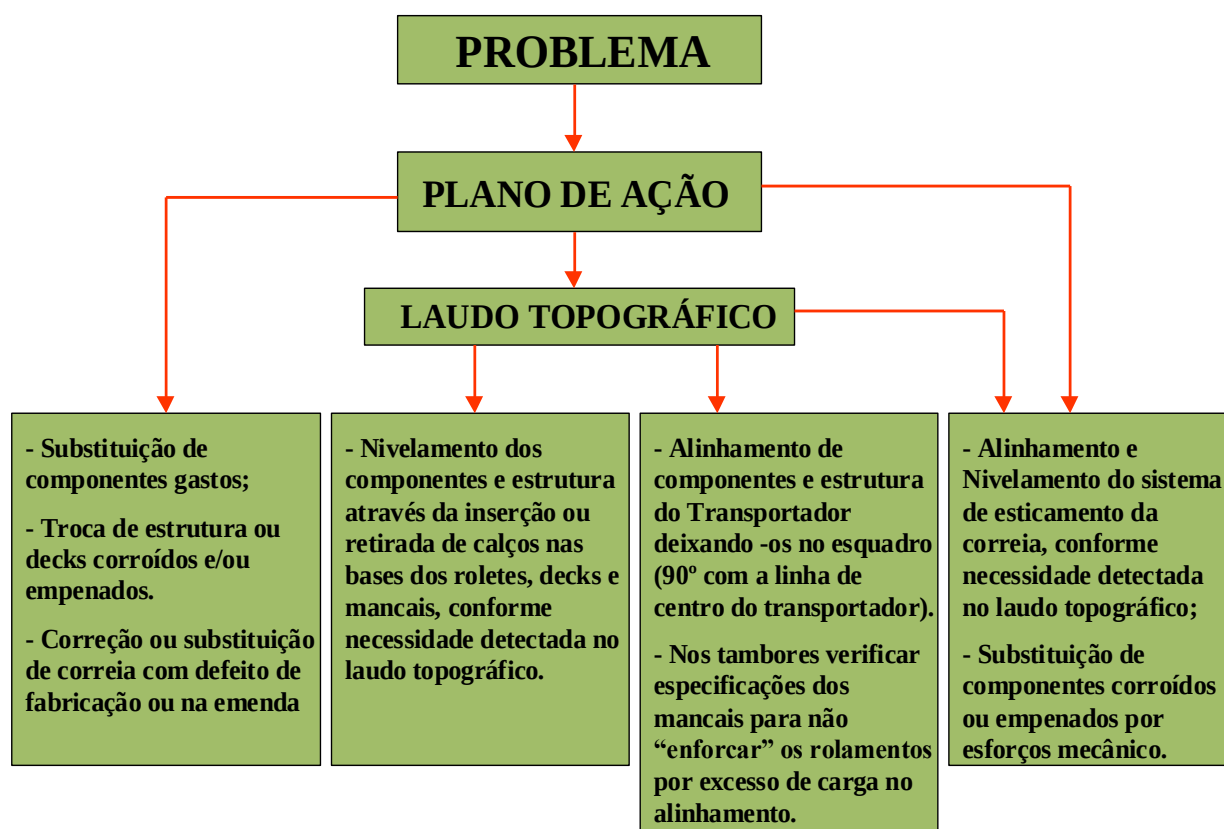
Figura 33- Tolerância de Nivelamento e Alinhamento de Tambores

Corrigir quando superior a 3,2 mm, Norma CEMA.

5.6 PLANO DE AÇÃO

São planos para as interferências, em diversos tipos de problemas que possam causar o desalinhamento da correia, durante a correção no Transportador de Correia ou Máquinas Móveis. Neste tópico serão descritos os problemas mais comuns que proporcionam o desalinhamento na correia, suas prováveis causas, efeitos e medidas a serem executadas para o *Alinhamento* da correia.

Os Planos de Ações propostos neste projeto seguem a mesma estrutura, como mostra o esquema abaixo, variando a correção a ser realizada de acordo com o tipo e local do problema detectado ao longo do transportador.



Problema 1: A correia desalinha num ponto localizado no tambor de retorno, de acionamento ou de desvio.

Causas: Tambor desalinhado e/ou desnivelado com a linha de centro do Transportador; estrutura do transportador desalinhada e/ou desnivelada; falta de revestimento no tambor ou revestimento gasto.

Efeitos: Esforços irregulares na carcaça da correia e nos mancais.

PLANO DE AÇÃO	
O QUE FAZER	COMO FAZER
1- Fazer serviço de topografia na região próximo ao(s) Tambor(es)	Fazer topografia do(s) tambor(es), roletes próximo ao(s) tambor(es), decks e estrutura
2- Fazer acertos e ajustes nos pontos desalinhamento e/ou desnivelamento dos roletes, decks e estrutura próximo ao tambor.	Fazer nivelamento dos roletes através da inserção de calços nas bases ou retirada de calços já existentes, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. Alinhar os roletes 90° com a linha de centro do transportador.
3- Verificar revestimento do tambor	Fazer troca do(s) tambor(es), caso não seja revestido, por tambor(es) com revestimento de borracha ranhurada, evitando assim deslizamentos da correia. Se o(s) tambor(es) for revestido, fazer troca do revestimento se este estiver gasto.
4- Fazer acertos e ajustes nos pontos de desalinhamento e/ou	Fazer nivelamento do(s) tambor(es) com a inserção de calços na base dos

desnivelamento do(s) tambor(es).	mancais ou retirada de calços já existentes, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. O calço deve ocupar toda a base do mancal para que esse não fique em balanço e possa vir a quebrar devido a concentração de força. Fazer correção no mancal para alinhamento do(s) tambor(es) , sem enforcamento do rolamento, deixando-o 90° em relação à linha de centro do transportador.
----------------------------------	--

Problema 2: A correia desalinha num ponto ao longo do Transportador, na carga ou no retorno.

Causas: Roletes de carga ou retorno desalinhados e/ou desnivelados; estrutura e/ou decks do Transportador desalinhada e/ou desnivelada; roletes auto-alinhadores de carga ou de retorno travados.

Efeitos: Esforços irregulares na carcaça da correia, esforços mecânicos nas bordas da correia, desgaste de rolos.

PLANO DE AÇÃO	
O QUE FAZER	COMO FAZER
1- Fazer serviço de topografia na região desalinhada e/ou desnivelada.	Fazer topografia dos roletes e decks na região de desalinhamento e/ou desnivelamento.
2- Fazer acertos e ajustes nos roletes e decks desalinhados e/ou desnivelado.	Fazer nivelamento dos roletes através da inserção de calços nas bases ou retirada de calços já existentes, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. Alinhar os roletes 90° com a linha de centro do transportador.
3- Verificar condições dos decks do Transportador.	Fazer troca de decks corroídos ou empenados por esforços mecânicos. Fazer alinhamento das bases ou dormentes dos decks. Promover fixação do “pé” (sapata) dos decks que estiverem desprendidos, ao chão ou estrutura, dependendo da localização dos decks.

4- Fazer acertos e ajustes nos roletes auto - alinhadores de carga e/ou retorno .	Fazer destravamento dos roletes auto - alinhadores caso estejam travados. Os roletes auto - alinhadores devem estar no máximo 12mm (Norma ABNT) mais altos que os roletes de carga e retorno. Fazer limpeza desses roletes e da região onde estes atuam.
--	---

Problema 3: O desalinhamento da correia acompanha todo o seu movimento de percurso no Transportador.

Causas: Emenda fora do esquadro; correia com defeito de fabricação com tensões diferentes nas laterais.

Efeitos: Esforços irregulares na carcaça da correia, desgaste de rolos e tambores, esforços mecânicos nas bordas da correia.

PLANO DE AÇÃO	
O QUE FAZER	COMO FAZER
1- Inspeccionar a correia	Fazer inspeção no movimento da correia, verificando a espessura das bordas nos 02 (dois) lados da correia, para detectar possíveis problemas de fabricação .
2- Promover troca da correia.	Trocar a correia junto ao fabricante após confirmação de irregularidade na fabricação da mesma.
3- Fazer alinhamento da emenda.	Refazer emenda da correia pelo processo de Vulcanização e coloca-la alinhada, isto é, deixar a correia reta e os degraus perfeitamente assentados.

Problema 4: A correia desalinha ao longo de um grande trecho do Transportador, na carga ou no retorno.

Causas: Roletes de carga ou retorno desalinhados e/ou desnivelados; estrutura do Transportador desalinhada e/ou desnivelada; roletes auto-alinhadores de carga ou de retorno travado.

Efeitos: Esforços irregulares na carcaça da correia, esforços mecânicos nas bordas da correia, desgaste de rolos e tambores.

PLANO DE AÇÃO	
O QUE FAZER	COMO FAZER
1- Fazer serviço de topografia em todo o Transportador.	Fazer topografia dos roletes de carga e retorno, dos tambores, decks e estrutura do Transportador.
2- Fazer acertos e ajustes nos roletes e decks desalinhados e/ou desnivelados.	Fazer nivelamento dos roletes através da inserção de calços nas bases ou retirada de calços já existentes, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. Alinhar os roletes 90° com a linha de centro do transportador.
3- Fazer acertos e ajustes em tambores desalinhados e/ou desnivelados.	Fazer nivelamento do(s) tambor(es) com a inserção de calços na base dos mancais ou retirada de calços já existentes, conforme detectado no laudo topográfico. O calço deve ocupar toda a base do mancal para que esse não fique em balanço e

	possa vir a quebrar devido a concentração de forças. Fazer correção no mancal para alinhamento do tambor , sem enforcamento do rolamento, deixando-o 90° em relação à linha de centro do transportador.
4- Fazer acertos e ajustes no Chute.	Centralizar queda de material na correia alinhando o Chute com a linha de centro do Transportador. Promover a troca de chapas desgastadas no interior do Chute que estejam dificultando o fluxo de material a ser transportado.
5- Verificar roletes auto-alinhadores de carga e retorno	Fazer destravamento, caso estejam travados, e limpeza dos roletes auto - alinhadores de carga e/ou retorno

Problema 5: A correia trabalha irregularmente, desalinhando de um lado para o outro, ao longo do seu percurso na carga e/ou retorno no Transportador.

Causas: Correia pouco flexível, roletes de carga ou retorno desalinhados e/ou desnivelados; estrutura do Transportador desalinhada e/ou desnivelada; revestimento gasto do tambor de retorno..

Efeitos: Esforços irregulares na carcaça da correia, esforços mecânicos nas bordas da correia, desgaste de rolos e tambores.

PLANO DE AÇÃO	
O QUE FAZER	COMO FAZER
1- Fazer serviço de topografia em todo o Transportador.	Fazer topografia dos roletes de carga e retorno, dos tambores, decks e estrutura do Transportador.
2- Fazer acertos e ajustes nos roletes e decks desalinhados e/ou desnivelados.	Fazer nivelamento dos roletes através da inserção de calços nas bases ou retirada de calços já existentes, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. Alinhar os roletes 90° com a linha de centro do transportador.
3- Verificar condições dos decks do transportador.	Fazer troca de decks corroídos ou empenados por esforços mecânicos. Fazer alinhamento das bases ou dormentes dos decks. Promover fixação do “pé” (sapata) dos decks, que estiverem desprendidos ao chão ou estrutura, dependendo da

	localização do Deck.
4- Fazer acertos e ajustes no tambor de retorno se este estiver desalinhados e/ou desnivelados.	Fazer nivelamento do tambor com a inserção de calços na base dos mancais conforme necessidade detectada no laudo topográfico. O calço deve ocupar toda a base do mancal para que esse não fique em balanço e possa vir a quebrar devido a concentração de forças. Fazer correção no mancal para alinhamento do tambor , sem enforcamento do rolamento, deixando-o 90° em relação à linha de centro do transportador.
5- Verificar a relação entre a condição operacional exigida e a correia do transportador.	Fazer consulta a manuais técnicos, manual do fabricante para verificação se a correia do transportador esta de acordo (especificada) com o material a ser transportado.
6- Trocar a correia transportadora.	Promover troca da correia caso esta esteja em desacordo com a especificada.

Problema 6: A correia desalinha num ponto localizado no tambor de esticamento (esticador com carrinho sobre trilhos).

Causa: Tambor desalinhado e/ou desnivelado com a linha de centro do Transportador; estrutura e/ou decks do transportador desalinhada e/ou desnivelada; falta de revestimento no tambor ou revestimento gasto.

Efeito: Esforços irregulares na carcaça da correia, esforços irregulares nos de mancais, acúmulo de material no tambor.

PLANO DE AÇÃO	
O QUE FAZER	COMO FAZER
1- Fazer serviço de topografia em todo o Transportador.	Fazer topografia do tambor , roletes, decks, estrutura e sistema de esticamento
2- Fazer acertos e ajustes nos pontos desalinhamento e desnivelamento dos roletes e decks próximo ao tambor.	Fazer nivelamento dos roletes através da inserção de calços nas bases ou retirada de calços já existentes, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. Alinhar os roletes 90° com a linha de centro do transportador.
3- Verificar revestimento do tambor	Fazer troca do tambor, caso não seja revestido, por tambor com revestimento de borracha ranhurado, evitando assim deslizamentos da correia. Se o tambor for revestido, fazer troca do revestimento se este estiver gasto.

4- Fazer ajustes no sistema de contrapeso.	Fazer nivelamento do contrapeso reduzindo um dos cabos de esticamento caso estes tenham comprimentos diferentes. Promover alinhamento junto as Guias, desempenando as mesmas, caso estas estejam empenadas.
5- Fazer ajustes e acertos no carrinho de esticamento	Fazer desempenamento do carrinho de esticamento e trilhos conforme detectado no laudo topográfico
6- Fazer acertos e ajustes nos pontos de desalinhamento e desnivelamento do tambor.	Fazer nivelamento do tambor com a inserção de calços na base dos mancais conforme necessidade detectada no laudo topográfico. O calço deve ocupar toda a base do mancal para que esse não fique em balanço e possa vir a quebrar devido a concentração de forças. Fazer correção no mancal para alinhamento do tambor, sem enforcamento do rolamento, deixando-o 90° em relação à linha de centro do transportador.

OBS: Caso o esticamento seja feito por Fuso, segue-se o mesmo plano de ação indicado acima, porém fazer correção de alinhamento no próprio Fuso, conforme necessidade detectada no laudo topográfico. Se o esticamento for por Gravidade fazer nivelamento e alinhamento em todo o conjunto, já que este tipo de esticamento fica suspenso na estrutura do transportador através da própria correia transportadora.

6 CONCLUSÃO

Neste projeto foi abordado um dos grandes problemas em transportadores de correia no Complexo Portuário de Tubarão: o *Desalinhamento de Correia*. Suas causas são as mais diversas, principalmente na montagem e/ou manutenção dos componentes do transportador.

Este projeto visa a redução na incidência deste problema, realizando a manutenção e montagem correta nos componentes do transportador. Foram elaboradas soluções (Plano de Ação), para as mais prováveis causas de desalinhamento de correia.

Com isso, esperamos um menor numero de paradas não programadas com perda de tempo (P0), menor perda de material transportado, consequentemente maior produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fábrica de Aço Paulista S.A. **Livro FAÇO-** Manual de Transportadores Contínuos.
Editora Allis Mineral Systems - 4º edição Ano 1991

ADIB, Paulo .**Transporte Contínuo de Materiais a Granel** - Volumes I e II

DESSAUNE, Márcio. **Apostila de Transportadores de Correia.**

Gates do Brasil. **Manual Técnico da Gates** - Edição Gates Ano 1992.

CATÁLOGOS:

Lavrita - Engenharia, Consultoria e Equipamentos Industriais Ltda.

Soldering - Soluções para Desgaste

Correias Mercúrio Indústria e Comércio.