

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

**MELHORIAS NOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DE  
DESCARGA DE CARVÃO, VISANDO O AUMENTO DA  
DISPONIBILIDADE OPERACIONAL**

**AMÉRICO MANOLA NETTO**

**VITÓRIA – ES  
julho/2006**

**AMÉRICO MANOLA NETTO**

**MELHORIAS NOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DE  
DESCARGA DE CARVÃO, VISANDO O AUMENTO DA  
DISPONIBILIDADE OPERACIONAL**

Parte manuscrita do projeto de graduação do aluno Américo Manola Netto, apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

**VITÓRIA – ES**  
**julho/2006**

**AMÉRICO MANOLA NETTO**

**MELHORIAS NOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DE  
DESCARGA DE CARVÃO, VISANDO O AUMENTO DA  
DISPONIBILIDADE OPERACIONAL**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Profº Oswaldo Paiva Almeida Filho**  
**Orientador**

---

**Profº Fernando César Meira Menandro**  
**Examinador**

---

**Profº Marcos Aurélio Scopel Simões**  
**Examinador**

Vitória - ES, 17 de julho de 2006

## **DEDICATÓRIA**

É inevitável não citar minha esposa, Simoni, cuja paciência e compreensão colaboraram de forma extrema ao desenvolvimento do projeto.

Dedico a ela este trabalho, dedico também a minha mãe, ao meu pai, ao meu irmão, e a minha filha Ananda. Palavras neste momento não descreveriam o meu amor e carinho a vocês que fazem a minha jornada cada vez mais bela e feliz. Peço a Deus que ilumine os nossos caminhos e possamos sempre estar junto.

Aos amigos do curso de engenharia mecânica da UFES, e profissionais da CVRD ligados ao processo em questão que possam desfrutar dos resultados apresentados no projeto, trazendo-me imensa satisfação.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por todas as providências e privilégios que ele me concedeu durante esta conquista. Seria imprudente nomear as pessoas que colaboraram diretamente ou indiretamente com o desenvolvimento deste projeto, porque foram inúmeras e sempre faltariam algumas delas.

Agradeço em especial aos funcionários da CVRD que muito contribuíram ao desenvolvimento do mesmo e em especial ao professor Oswaldo Paiva, que me direcionou de forma clara e objetiva.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Descarregadores de Navios .....	11
Figura 2 - Silo de Carvão .....	11
Figura 3 - Pátios de Estocagem .....	12
Figura 4 - Recuperadora.....	14
Figura 5 - Visual do Terminal de Praia Mole.....	14
Figura 6 - Descarregador de Navio DN04 .....	18
Figura 7 - Descarregadores de Navios DN03 e DN02.....	19
Figura 8 - Descarregador de Navio 05.....	20
Figura 9 - Esquema Transportador de Correia .....	21
Figura 10 - Transportadores de Correia TC11 e TC13 .....	21
Figura 11 - Pareto dos Equipamentos da LDC .....	24
Figura 12 - Pareto DN04.....	24
Figura 13 - Histograma dos conjuntos do DN04 .....	25
Figura 14 - Histograma dos conjuntos Alimentador de Correia e Translação do Trolley DN04.....	26
Figura 15 - Histograma dos subconjuntos do Alimentador de Correia do DN04 .....	26
Figura 16 - Histograma dos defeitos do Alimentador de Correia do DN04 .....	27
Figura 17 - Histograma dos subconjuntos da Translação do Trolley do DN04 .....	28
Figura 18 – Histograma dos defeitos do Carro Trolley principal do DN04 .....	29
Figura 19 – Pareto DN05.....	30
Figura 20 – Histograma dos conjuntos do DN05 .....	30
Figura 21 - Histograma do Alimentador de Correia do DN05 .....	31
Figura 22 – Histograma dos subconjuntos do Alimentador de Correia do DN05.....	32
Figura 23 – Histograma dos defeitos do Alimentador de Correia do DN05 .....	32
Figura 24 - Pareto DN02.....	33
Figura 25 – Histograma dos conjuntos do DN02 .....	34
Figura 26 – Histograma da Elevação da Caçamba do DN02 .....	35
Figura 27 – Histograma dos subconjuntos da Elevação da Caçamba do DN02 .....	35
Figura 28 – Histograma dos defeitos da Elevação da Caçamba do DN02 .....	36
Figura 29 – Pareto DN03.....	37
Figura 30 – Histograma dos conjuntos do DN03 .....	37

Figura 31 – Histograma do Alimentador de Correia do DN03 .....	38
Figura 32 – Histograma dos subconjuntos do Alimentador de Correia do DN03.....	39
Figura 33 – Histograma dos defeitos do Alimentador de Correia do DN03 .....	40
Figura 34 – Histograma do Defeito do Alimentador de Correia do DN03 .....	41
Figura 35 - Pareto TRTC13 .....	42
Figura 36 – Histograma dos conjuntos do TRTC13.....	42
Figura 37 – Histograma dos subconjuntos do Acionamento do TRTC13 .....	43
Figura 38 – Histograma dos subconjuntos Motor e Acoplamento Hidráulico do TRTC13 .....	44
Figura 39 – Pareto TRTC11 .....	45
Figura 40 – Histograma do conjunto do TC11 .....	45
Figura 41 – Histograma dos subconjuntos do Transportador Estrutural do TC11 ...	46
Figura 42 – Histograma dos defeitos da Correia do TRTC11 .....	46
Figura 43 - Sensor e Atuador da Mesa de Giro do DN04 .....	47
Figura 44 - Polia e Correia do Alimentador do DN05.....	48
Figura 45 - Acionamento TRTC13.....	49
Figura 46 - Correia TRTC11 .....	50

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Capacidade de Estocagem..... 13

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	I
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	II
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	III
<b>LISTA DE TABELA.....</b>	V
<b>SUMÁRIO.....</b>	VI
<b>RESUMO .....</b>	VIII
<b>1      INTRODUÇÃO .....</b>	9
<b>2      PROCESSO DESCARGA DE CARVÃO .....</b>	9
2.1 Berço 1.....	11
2.2 Berço 2.....	12
2.3 Estocagem e Recuperação.....	12
<b>3      PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DESCARGA DE CARVÃO .....</b>	14
3.1 Descarregador de Navios 4 .....	14
3.2 Descarregadores de Navios 02 e 03.....	18
3.3 Descarregador de Navios 05 .....	20
3.4 Transportador de correia.....	20
<b>4      HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO .....</b>	21
<b>5      ANÁLISE DOS PROBLEMAS DOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DESCARGA DE CARVÃO.....</b>	23
5.1 Descarregador de Navios DN04 .....	24
5.2 Descarregador de Navio 05 .....	29
5.3 Descarregador de Navio 02 .....	33
5.4 Descarregador de Navio 03 .....	36
5.5 Transportador de Correia 13.....	41
5.6 Transportador de Correia 11 .....	44
<b>6      POSSÍVEIS SOLUÇÕES E MELHORES ALTERNATIVAS .....</b>	47
6.1 Descarregador de Navio 04 .....	47
6.2 Descarregador de Navio 05 .....	48
6.3 Transportador de Correia 13.....	48
6.4 Transportador de Correia 11 .....	49

<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>51</b>

## **RESUMO**

O presente projeto tem como principal objetivo analisar o histórico de manutenção de específicos equipamentos do processo de descarga de carvão propondo soluções e/ou melhorias nos mesmos, visando assim o aumento da disponibilidade operacional, pois são levados em consideração especial, logo que são eles os responsáveis diretamente para o atingimento das metas de produção da companhia.

Este projeto foi realizado com base no histórico de manutenção do Porto de Tubarão – CVRD/ES. O projeto foi desenvolvido por meio da análise deste histórico de manutenção, onde se observaram semelhanças entre os problemas dos equipamentos que poderiam ser agrupados e estudados separadamente, a fim de se obter respostas rápidas e confiáveis, visando à tomada de decisão para as melhorias a serem implantadas e o consequente aumento da disponibilidade operacional.

## 1 INTRODUÇÃO

No processo de descarga de carvão assim como nos demais processos, o acompanhamento de todas as paradas dos equipamentos é feito através do (PCM) programação e controle da manutenção, que tem como principais responsabilidades o planejamento de curto prazo, programação e gestão de recursos, gestão de paradas, gestão das solicitações externas e interfaces, gestão de informações de manutenção, gestão de indicadores e ativos da manutenção, gestão de documentação de rotina, gestão de recursos de materiais, gestão técnica de contratos de manutenção e gestão de custos do sistema de manutenção (SISMAN, MÁXIMO e SAP), conforme Leandro da Costa.

Com as informações do PCM foi possível levantar quais os equipamentos mais críticos do processo. Através da análise critica destas informações, mais especificamente no histórico de manutenção, podemos identificar as paradas por manutenções corretivas que representaram um maior custo para a empresa. Outro item importante a ser analisado é que através deste mesmo histórico de manutenção, podemos quantificar estas paradas, sabermos quais equipamentos representam um grau elevado de importância no processo e, usando ferramentas adequadas de controle, conseguimos também agrupar os problemas para posteriormente podermos tratá-los propondo soluções simples e objetivas.

## 2 PROCESSO DESCARGA DE CARVÃO

O Terminal de Praia Mole, localizado no complexo portuário de Tubarão (Vitória-ES), é um dos grandes responsáveis pelo excelente desempenho do parque siderúrgico instalado ao longo da (EFVM), Estação Ferroviária Vitória-Minas, devido à sua elevada produtividade na descarga de carvão e coque. Além desses produtos, Praia Mole também é responsável por descargas de antracito e minério de ferro além de outros granéis sólidos.

O Terminal de Praia Mole é capaz de atracar navios de até 180.000 DWT (Dead Weight Tonnage). Possui uma retro área com condições de armazenagem e carregamento de composições ferroviárias integrada ao sistema logístico da CVRD e FCA - Ferrovia Centro Atlântico.

O píer de carvão iniciou suas operações em 22 de maio de 1983. Suas dimensões são de 750m de comprimento por 27,5m de largura. Hoje, conta com quatro descarregadores de navios (DN's) que possuem uma capacidade nominal de descarga de 1800 t/h cada, com uma capacidade de içamento de carga de 50 t (DN-02 e DN-03 e DN-05) e 46 t (DN-04). O píer conta, atualmente, com três linhas de descarga com capacidades nominais de 2.200t/h.

Os equipamentos instalados na planta do terminal se encontram sob as seguintes condições ambientais:

Temperatura Ambiente Máxima: 40°C;

Temperatura Ambiente Média: 20 a 25°C;

Temperatura Ambiente Mínima: 16°C;

Clima: Tropical Úmido;

Altitude: Nível do Mar;

Atmosfera carregada de partículas de carvão, minério de ferro, cloreto de potássio em suspensão, partículas provenientes do terminal de grãos além de forte maresia.

As operações realizadas no terminal de Praia Mole compreendem a descarga de navios, o empilhamento, a homogeneização dos produtos nas áreas de estocagem, a recuperação e o embarque de carvão, coque e outros produtos. As informações acima seguem conforme Fabrício Salviato e Américo Manola Netto.

Para efetuar esse processo o terminal utiliza os descarregadores de navios (DN's) para efetuar a descarga, máquinas empilhadeiras móveis (EP's) que operacionalizam a estocagem, máquinas recuperadoras móveis (RC's) responsáveis pela retomada dos materiais nas pilhas, e uma estação de carregamento de vagões (ECV01) através da qual o embarque dos produtos é realizado. Todos esses equipamentos são interligados por uma malha de transportadores de correias.

Atualmente, em torno de 12 navios chegam a cada mês em Praia Mole, contabilizando uma média de 144 navios/ano, com um total de movimentação de carga de aproximadamente 12.000.000 de toneladas por ano.

A descarga de navios, como foi dito anteriormente, é efetuada através de 4 descarregadores de navios (DN's) com capacidade de 1800t/h cada um e 50 t de içamento, com exceção do DN04 de 46 t, além de 3 linhas de descarga com capacidade nominal de 2200 t/h cada.



Figura 1 - Descarregadores de Navios

O sistema permite a descarga simultânea de dois navios por vez. Nesse ponto, é feita a classificação do material que poderá ser enviado diretamente à CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão, aos pátios de estocagem ou ao silo da estação de carregamento de vagões (ECV-01).



Figura 2 - Silo de Carvão

O píer possui dois berços de atracação com as seguintes características operacionais:

## 2.1 Berço 1

Comprimento: o cais acostável tem 330m;

Calado: Máximo de 15,5m, mais a variação da maré, limitada a 1,20m;  
Air Draft Máximo: 20m até a tampa do porão e 32m até a parte mais alta do navio;  
Boca de porão mínima: 9,60m;  
Boca: Máximo de 50m;  
Comprimento do navio: Máximo de 270m;

## 2.2 Berço 2

Comprimento: o cais acostável tem 400m;  
Calado: Máximo de 16m, mais a variação da maré, limitada a 1,20m;  
Air Draft Máximo: 20m até a tampa do porão e 32m até a parte mais alta do navio;  
Boca de porão mínima: 9,60m;  
Boca: Máximo de 50m;  
Comprimento do navio: Máximo de 300m.

## 2.3 Estocagem e Recuperação

O terminal conta com 3 empilhadeiras com capacidade de 2200 t/h e 5 pátios com capacidade de armazenagem estática de 250.000 t. O pátio é dotado de sistema de aspersão para reduzir a emissão de particulado.



Figura 3 - Pátios de Estocagem

O terminal possui uma grande área de estocagem de material, com capacidade total de 900.000 toneladas. Existem cinco pátios de estocagem com as seguintes características:

Área A					
L (m)	W (m)	Bp (m)	Ap (m)	Ce (t)	
94 0	51	44	18	150.000	
Área B					
L (m)	W (m)	Bp (m)	Ap (m)	Ce (t)	
94 0	51	44	18	150.000	
Área C					
L (m)	W (m)	Bp (m)	Ap (m)	Ce (t)	
94 0	51	44	18	150.000	
Área D					
L (m)	W (m)	Bp (m)	Ap (m)	Ce (t)	
94 0	51	44	18	150.000	
Área G					
L (m)	W (m)	Bp (m)	Ap (m)	Ce (t)	
91 0	33	30	16	300.000	

Tabela 1 - Capacidade de Estocagem

A observação seguinte é valida somente para área “G”, onde a capacidade de estocagem é 300.000 t, (considerando o empilhamento de minério de ferro, manganês, carvão, coque, etc.).

A retirada do material é feita por duas recuperadoras com capacidade de 2200 t/h ou através de pás mecânicas e caminhões (área G).



Figura 4 - Recuperadora

### 3 PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DESCARGA DE CARVÃO

O processo de descarga de carvão assim como os demais processos é composto por diversos equipamentos entre eles os transportadores de correia, descarregadores de navios, empilhadeiras, recuperadoras, etc.

A seguir encontra-se o detalhe esquemático do processo de descarga de carvão juntamente com seus equipamentos.

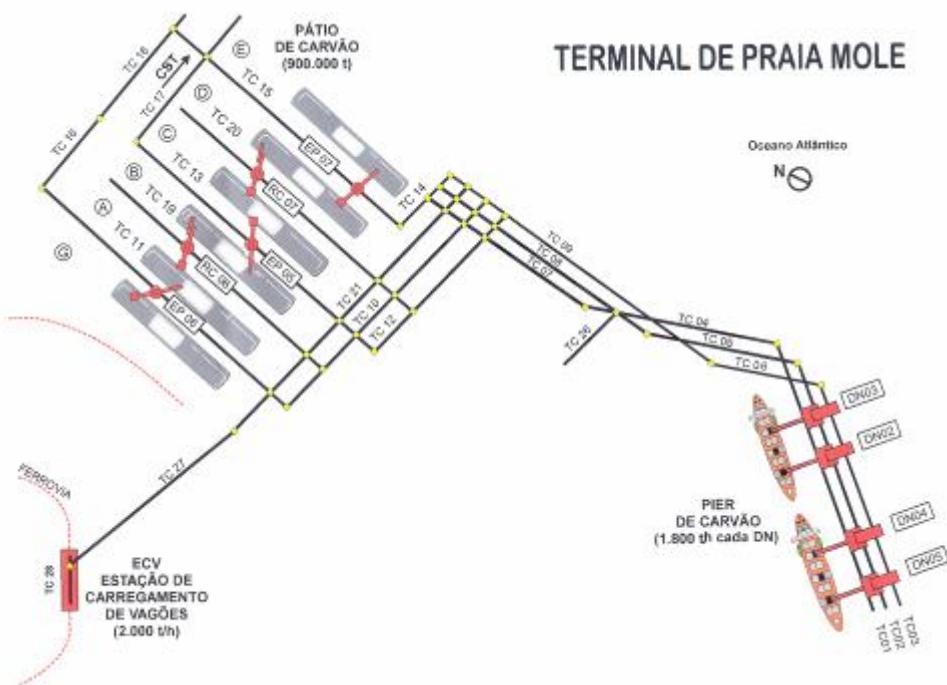


Figura 5 - Visual do Terminal de Praia Mole

Abaixo segue uma breve apresentação dos equipamentos em que foram feitas análises do gráfico de Pareto e histograma com base no histórico de manutenção.

#### 3.1 Descarregador de Navios 4

O Descarregador de Navio 04 (DN04), foi fabricado pela SVEDALA/FAÇO, teve inicio de operação em 1997, e ele é responsável pela descarga de carvão do píer 03 e 04, com capacidade nominal de descarga de 1800 t/h. Para podermos entender um pouco mais sobre este descarregador de navios devemos conhecer

inicialmente suas principais partes, ou seja, os principais conjuntos que o compõe, juntamente com as especificações e dados adicionais.

Os principais conjuntos que compõe os quatros descarregadores são: a *Translação do Pórtico, Alimentador de Correia, Tremontia, Translação do Trolley, içamento da Caçamba (Elevação), Abertura e Fechamento Caçamba, Lança, Enrolador de Cabos, Estrutura da Caçamba e Cabine de Operação*.

Abaixo segue as informações adicionais e especificações, do descarregador de navios 04, que será considerado o mesmo para o descarregador de navios 05.

Descarregador de navios tipo “Rope Trolley” se desloca sobre trilhos duplos ao longo do píer e consiste basicamente em uma torre estrutural, com uma contra-lança fixa em sua parte superior. Uma lança pivotada suportada por tirantes, forma uma extensão desta outra lança, avançando sobre o mar e pode ser basculada e travada quando fora de operação.

O trolley principal é projetado para transladar ao longo de uma pista de rolamento formada pela lança e contra-lança através de um sistema de guincho, polias e cabos de aço, suportando uma caçamba que promove a retirada de material dos porões do navio.

O trolley auxiliar que também translada ao longo desta pista, através do mesmo sistema de guincho, tem por finalidade manter constante a elevação da caçamba durante o curso de translação do trolley principal.

Paralelamente aos trolley, porém em outra pista, a cabine de comando pode ser posicionada em qualquer ponto para aperfeiçoar a visão do operador enquanto o navio é descarregado. Os controles de movimento da cabine assim como outros controles da máquina estão localizados no console de operação da cabine.

O descarregador possui um Controlador Lógico Programável (CLP), que processa toda lógica do sistema para permitir uma operação segura e eficiente.

Possui três caçambas de capacidades de 10, 15 e 30m<sup>3</sup>. A caçamba é suspensa, abaixada, aberta e fechada através de sistemas de cabo de aço, polias e guinchos. É provida de olhais que lhe permitem içar equipamentos (como uma pá carregadeira) que pesem menos de 20 toneladas. Todos os guinchos (abertura, fechamento e elevação das caçambas, translação dos trolleys e basculamento da lança) e outros equipamentos auxiliares estão posicionados na sala de máquinas a qual esta situada no topo da estrutura do descarregador. Os controles dos

acionamentos, e todo equipamento de controle de motores, painéis de controle lógico e as subestações, estão localizadas na sala elétrica que está situada ao lado da casa de máquinas.

Na parte inferior da torre está a moega de recepção, completa com grelha e proteções laterais equipadas com sistema antipoluição. A moega atua como um pulmão temporário para o material que é descarregado na capacidade desejada por um alimentador de correia.

A capacidade do alimentador de correia é função da velocidade da correia (que neste caso é variável conforme material a ser transportado) e da altura de abertura da comporta. O alimentador de correia pode alimentar alternativamente a três transportadores de pátio, através de um sistema de giro. O giro do alimentador e a abertura da comporta são executados através de cilindros hidráulicos. As informações acima seguem conforme manual *SVEDALLA*.

A seguir seguem os dados técnicos dos descarregadores de navios 04 e 05.

- Capacidade nominal de descarga 1800 t/h;
- Peso total estimado Caçamba maior e moega vazios 1425 t;
- Peso total estimado Caçamba maior e moega cheios 1569 t;
- Duração do ciclo de descarga 43 seg;
- Tipo de trilho 175lb/jd;
- Nível do topo trilho Lado navio +7.401 m;
- Nível do topo trilho Lado oposto +7.401 m;
- Bitolas entre pares de trilhos 22.500 m;
- Distância entre linhas de centro dos trilhos 1,00 m;
- Tolerância de nivelamento entre os boletos dos trilhos de cada par +/- 12.0mm;
- Tolerância de afastamento entre os trilhos de cada par +/- 3.0 mm;
- Tolerância de afastamento entre as linhas de centro de cada par +/- 15 mm;
- Pórtico:
  - ✓ Capacidade de içamento 50 t
  - ✓ Velocidade de translação 0 a 20m/min
  - ✓ Distância entre trens de rodas 20 m
  - ✓ Número de rodas motrizes – lado do mar 16.0
  - ✓ Número de rodas motrizes – lado oposto 6.0

- ✓ Número de rodas – lado mar – 32.0
- ✓ Número de rodas – lado oposto – 16.0
- ✓ Diâmetro da roda – 630 mm
- ✓ Dureza da superfície de rolamento da roda – 321 a 363 HB
- Mecanismo de içamento/abaixamento da caçamba:
  - ✓ Altura içamento da caçamba acima do nível dos trilhos – 28 m
  - ✓ Altura içamento da caçamba abaixo do nível dos trilhos – 24.0 m
  - ✓ Altura total do içamento - 52.0 m
  - ✓ Carga nominal do içamento - 50 t
  - ✓ Velocidade máxima do içamento – 145m/min
  - ✓ Diâmetro do tambor – 1450 mm
  - ✓ Diâmetro das roldanas – 1400 mm
- Mecanismo de abertura e fechamento da caçamba:
  - ✓ Velocidade de abertura / fechamento - 145m/min
  - ✓ Diâmetro do tambor – 1450 mm
  - ✓ Diâmetro das roldanas – 1400 mm
- Mecanismo de translação dos trolleys:
  - ✓ Curso total de translação do trolley principal – 62.4 m
  - ✓ Velocidade de translação – 206m/min
  - ✓ Diâmetro do tambor – 1800 mm
  - ✓ Diâmetro das roldanas – 1800 mm
- Mecanismo de elevação da lança:
  - ✓ Velocidade de elevação da extremidade da lança - 6.5m/min
  - ✓ Tempo de elevação total - 300 seg
  - ✓ Diâmetro do tambor - 1500 mm
  - ✓ Diâmetro das roldanas - 1000m
- Translação da Cabine:
  - ✓ Velocidade de translação – 27m/min
  - ✓ Potência do motor do trolley – 2x0. 736Kw
  - ✓ Max. Alcance dianteiro (centro pórtico frontal até centro cabine) - 31m.
  - ✓ Max. Alcance traseiro (centro pórtico frontal até centro cabine) - 19.5 m.
- Moega:
  - ✓ Capacidade volumétrica - 150m3

- ✓ Capacidade máxima da moega - 120 t
  - ✓ Sistema de Despoeiramento
  - Sistema de aspersão de água por jatos de spray tipo air-mist
  - Fabricante: Spraying Systems do Brasil Ltda.
  - Células de Carga:
  - ✓ Quantidade: 01 sistema p/ moega – 01 sistema p/ alimentador
  - ✓ Modelo - MASTERPIECE 100W
  - ✓ Fabricante – ABB
  - Alimentador de Correia:
  - ✓ Capacidade máxima - 2.200t/h
  - ✓ Velocidade máxima - 0.5 m/s
  - ✓ Velocidade mínima – 0.2 m/s
  - Sistema de giro do alimentador:
  - ✓ Ângulo de giro - 61°
  - ✓ Diâmetro da roda – 300 mm
  - ✓ Dureza da superfície de rolamento da roda – 321 a 363 HB
- Especificações conforme manual SVEDALLA.

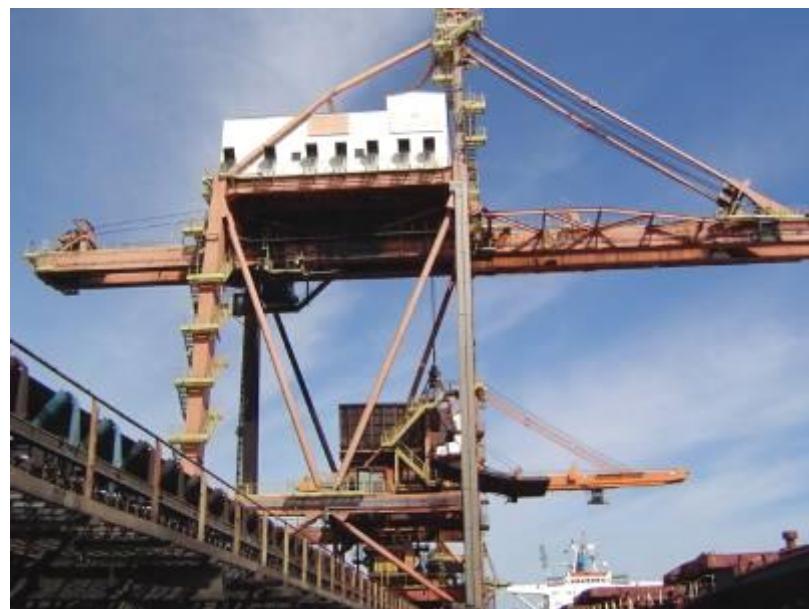


Figura 6 - Descarregador de Navio DN04

### 3.2 Descarregadores de Navios 02 e 03

Os Descarregadores de Navios 02 e 03, conhecidos como DN02 e DN03 foram fabricados pela MITSUBISHI/BARDELLA e tiveram inicio de operação em 1990 e 1987 respectivamente, são os responsáveis pela descarga de carvão do píer 03 e 04, com capacidade nominal de descarga de 1800 t/h cada.

Assim como os dados adicionais descritos no DN04 e DN05, o DN02 e DN03 tiveram em comum o mesmo fabricante e modelo de projeto, suas características são iguais. Uma análise conjunta será, portanto, mostrada.



Figura 7 - Descarregadores de Navios DN03 e DN02

A seguir seguem os dados técnicos dos descarregadores de navios 02 e 03.

- Descarregador montado sobre trilhos, do tipo “rope trolley”.
- Tamanho de Navio a ser descarregado, 250.000 DWT – máximo volume de carga;
- Principais dimensões dos 130.000 DWT a ser usado para cálculo da capacidade serão as seguintes:
  - ✓ Largura do navio (B), Aproximadamente 44,5 m;
  - ✓ Largura da abertura do porão (b), Aproximadamente 10,8 m;
  - ✓ Profundidade total (D), 23 m;
  - ✓ Linha do calado carregado (d), 14,3 m;
  - ✓ Linha do calado descarregado (dl), 8,32 m;
- Capacidade:
  - ✓ Capacidade de descarga calculada de acordo com o especificado e “free digging rate”: 1800 t/h;
  - ✓ Capacidade de levantamento incluindo o peso próprio da caçamba: Máximo 50 t;
- Capacidade do alimentador:
  - ✓ Tipo: Alimentador de Correia;
  - ✓ Capacidade nominal:  $1800 \text{ t/h} \times 1.22 \text{ (unit.)} = 2.200\text{t/h}$ ;
- Carga de teste:
  - ✓ Teste dinâmico: 1,2 vezes a capacidade de levantamento; 60,0t;
  - ✓ Teste estático: 1,4 vezes a capacidade de levantamento; 70,0t;

- ✓ Dimensões principais do descarregador:
- Vão entre trilhos (distância entre centros das pernas do descarregador), 22,5m;
- Alcance e percurso da caçamba:
- Do centro da perna do lado do navio até o lado do navio, 41m;
- Do centro da perna do lado do navio até o lado oposto, 23,5m;
- Percurso total da caçamba, 64,5m:
- Altura de elevação:
- Da cota EL 7200 para baixo, até o fundo da caçamba (fechada), 24m;
- Da cota EL 7200 para cima até o fundo da caçamba, 25m;
- Altura total de elevação, 49m;
- Do centro da perna do lado do navio até, 31m.

Os dados técnicos seguem conforme manual *Bardella*.

### **3.3 Descarregador de Navios 05**

O Descarregador de Navio 05, mais conhecido como DN05, foi construído pelo fabricante ITALIMPIANTI/CONFAB, teve inicio de operação em 2002. Consideraremos que os conjuntos citados anteriormente no descarregador de navios 04 são os mesmos para todo DN05, inclusive as especificações e dados adicionais.



Figura 8 - Descarregador de Navio 05

### **3.4 Transportador de correia**

A seguir será feita uma breve apresentação do modelo de transportadores de correia do processo de descarga de carvão.

O transportador de correia consiste basicamente em uma mesa com rolos, que contém tambores de acionamento, esticamento e desvio, calhas de transferência,

acionamento motriz constituído de motor, redutor e acoplamento, a correia propriamente dita e também outros componentes.

O modelo pode ser explicado conforme figura abaixo:

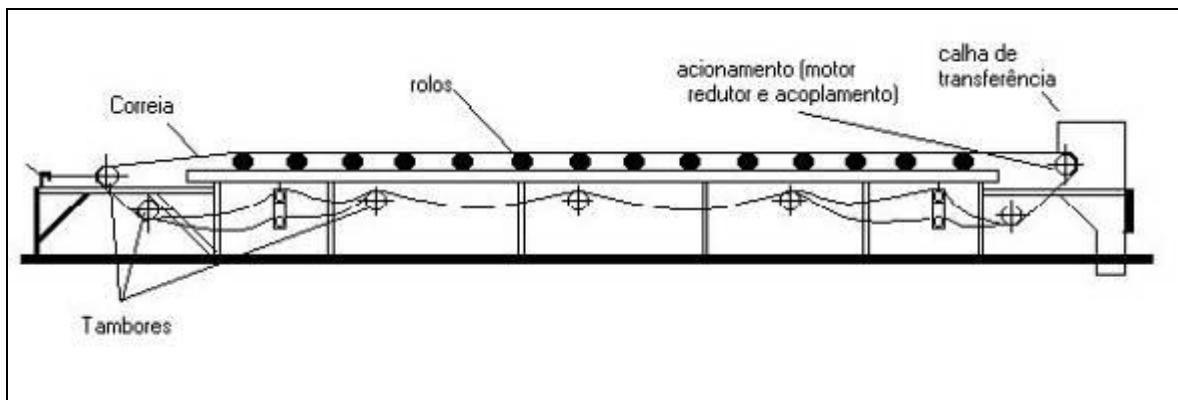


Figura 9 - Esquema Transportador de Correia

Agora que já conhecemos os principais conjuntos de um transportador de correia, iremos avaliar especificamente dois principais transportadores do processo em questão, são eles: TC13 (Transportador de correia 13) e TC11 (Transportador de correia 11). Estes equipamentos foram os transportadores que tiveram o maior número de paradas em 2004, 2005 e parte de 2006, por isso a análise será feita somente nestes. Os transportadores de correia TC11 e TC13 tiveram como fabricante FILSAN, e inicio de operação em 1985 e 1983 respectivamente.



Figura 10 - Transportadores de Correia TC11 e TC13

#### **4 HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO**

A manutenção deixou de ser, nas últimas décadas, uma simples atividade de reparo para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas de diversas indústrias. Coloca-se estratégicamente como parte fundamental do processo produtivo em um ambiente onde, cada vez mais, se utilizam equipamentos de última

geração, com os mais modernos sistemas mecânicos e eletro-eletrônicos, de maior grau de complexidade, alto custo e exigências elevadas quanto ao nível da manutenção.

A maior complexidade dos equipamentos e diversidade dos ativos físicos fez da manutenção, uma função igualmente complexa as estratégias da companhia, levando ao desenvolvimento de novas técnicas, modernas ferramentas de gestão e abordagens inovadoras quanto à organização e estratégia de manutenção. Gerenciar corretamente esses modernos meios de produção exige conhecimentos de métodos e sistemas de planejamento e execução que sejam ao mesmo tempo eficientes e economicamente viáveis.

Equipamentos parados em momentos inoportunos comprometem a produção e podem significar perdas irrecuperáveis num ambiente altamente competitivo.

Com isso, o presente projeto tem como foco principal garantir a disponibilidade dos equipamentos do processo de descarga de carvão, com retorno atrativo para a CVRD.

Através do histórico de manutenção e analisando os perfis de perdas através do princípio de Pareto e histogramas, conseguiremos reduzir significativamente os tempos de parada dos principais equipamentos e consequentemente reduzir as perdas para tal processo.

A análise de Pareto pode ser utilizada quando encontramos vários problemas relacionados ou um problema comum com múltiplas causas. Com esta técnica, você coleta métricas sobre quantas vezes ocorre cada problema ou causa. (Vilfredo Pareto, Wikipédia Livre; Internet).

O objetivo da análise do Pareto é observar os problemas e determinar sua freqüência de ocorrência, proporcionando assim as informações necessárias para priorizar o esforço e garantir que se está utilizando o seu tempo onde obterá o impacto mais positivo. (Vilfredo Pareto, Wikipédia Livre; Internet).

A análise de Pareto se baseia na clássica regra 80/20. Em outras palavras, 20% das ocorrências causam 80% dos problemas. Com essas informações saberemos quais problemas deverão se resolvidos primeiros.

Mediante análise de Pareto, partiremos para analisar os histogramas, uma representação gráfica da distribuição de freqüência de uma massa de medições.

O histograma é um gráfico composto por linhas, em que a base de cada um deles corresponde ao intervalo de classe e a sua altura à respectiva freqüência.

A construção de histogramas tem caráter preliminar em qualquer estudo e é um importante indicador de dados.

Logo estas poderosas ferramentas serão utilizadas mais adiante como forma de se obter respostas equivalentes com a realidade, já que os dados que aqui foram informados são de suma confiabilidade.

## **5 ANÁLISE DOS PROBLEMAS DOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DESCARGA DE CARVÃO**

Como forma de reduzir às paradas operacionais tornam-se necessárias as análises dos problemas dos principais equipamentos do processo de descarga de carvão. Através desta análise teremos como propor soluções de melhorias para os ativos em questão. Essa análise, baseado no perfil de perdas identificado do processo, indicará quais partes do equipamento deverão ser levada em consideração para que posteriormente sejam estratificadas e tratadas.

Serão aqui utilizados os dados de manutenções corretivas do processo de descarga de carvão e equipamentos referentes ao ano de 2004, 2005 e 2006, por serem os que mais se aproximam da realidade. Serão escolhidas para pesquisa, visto que alguns não apresentavam dados confiáveis, desenhos técnicos, etc.

Com os dados de manutenção corretiva relacionados à linha de descarga de carvão (LDC), foi realizada a estratificação em termos de equipamento, baseados no tempo em minutos de paralisação por manutenção corretiva. O resultado foi:

### Perfil de Perdas LDC - Equipamentos

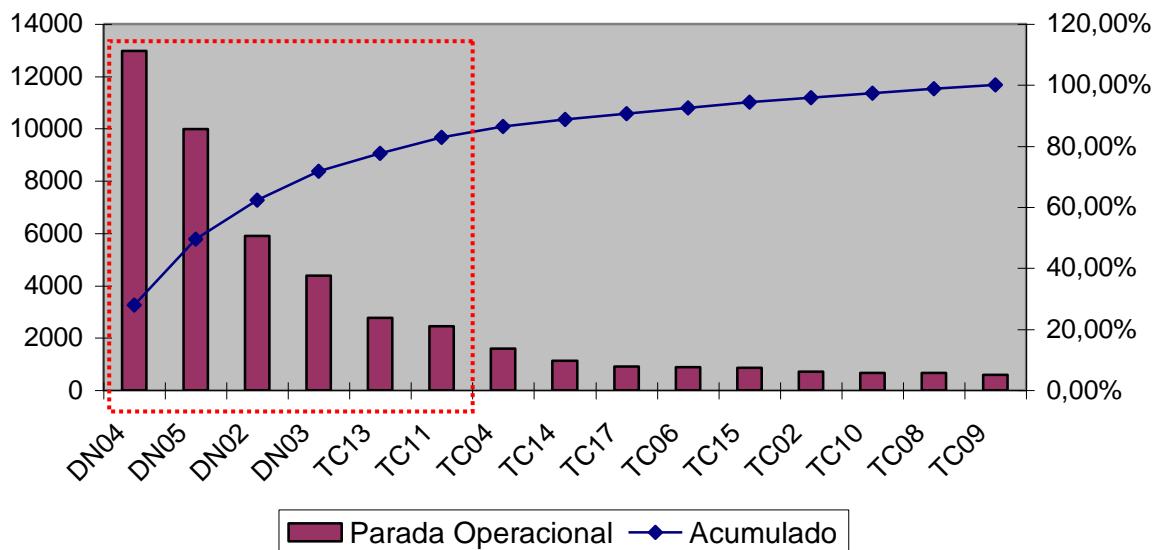


Figura 11 – Pareto dos Equipamentos da LDC

Os equipamentos que serão estudados conforme gráfico de Pareto acima são os Descarregadores DN02, DN03, DN04 e DN05 além dos transportadores de correia TRTC13 e TRTC11.

#### 5.1 Descarregador de Navios DN04

Estratificando as falhas ocorridas no DN04 por conjunto tem-se:

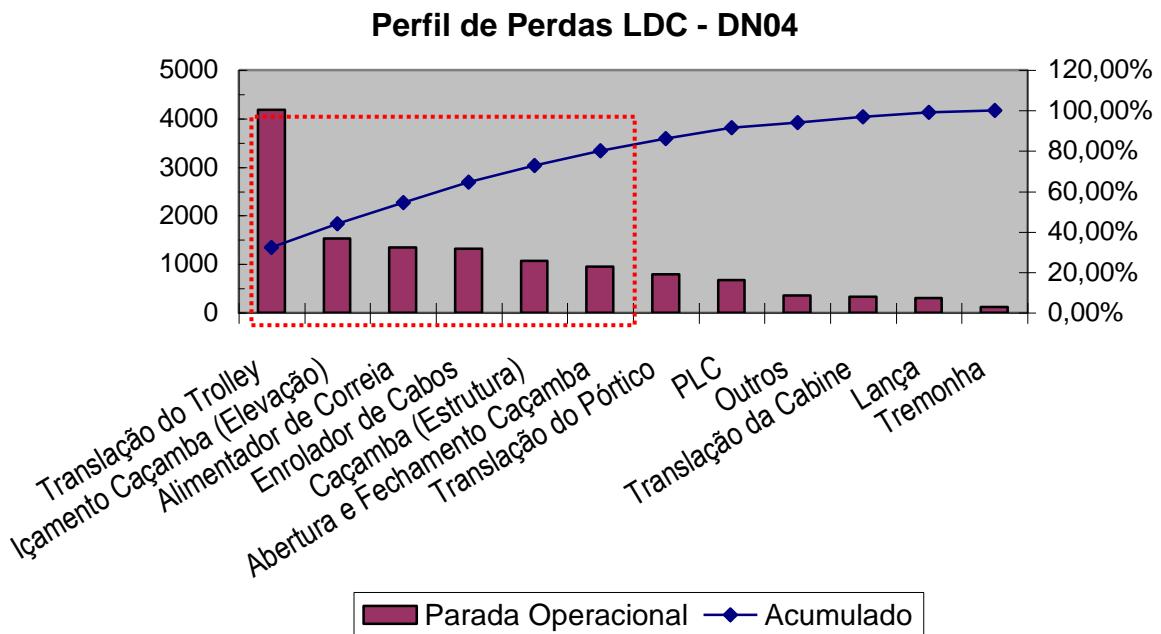


Figura 12 – Pareto DN04

Conforme o gráfico de Pareto acima, os principais problemas ocorreram na Translação do Trolley, içamento Caçamba (Elevação), Alimentador de Correia, Enrolador de Cabos, Caçamba (Estrutura) e Abertura e Fechamento Caçamba respectivamente.

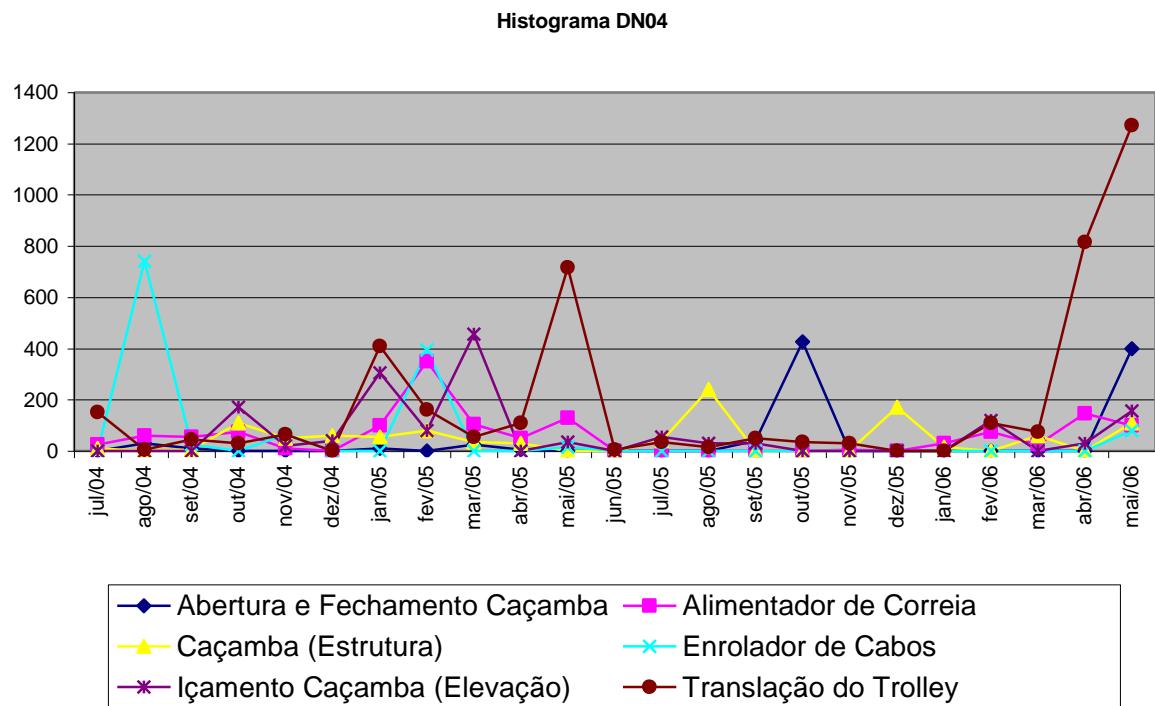


Figura 13 - Histograma dos conjuntos do DN04

De acordo com o histograma acima, é possível verificar que as ações tomadas anteriormente eliminaram as principais causas de paradas por falhas na Abertura e Fechamento da Caçamba, Enrolador de Cabos, Içamento Caçamba (Elevação) e Caçamba (Estrutura) do DN04.

Assim, não é necessária mais nenhuma ação para essa redução nos anos seguintes, também podemos verificar que os problemas na Translação do Trolley ainda não estão controlados, apresentando picos e valores altos de tempo de falhas assim como os problemas no Alimentador de Correia. Dessa forma, é importante que se execute alguma melhoria para reduzir o número de falhas nesses conjuntos.

Abaixo observamos os conjuntos Translação do Trolley e Alimentador de Correia separadamente:

Depois de observado o comportamento de cada conjunto separadamente, se mostram os seus subconjuntos e posteriormente os defeitos que eles apresentaram,

para que assim possamos identificar com clareza o local exato do defeito e propor soluções adequadas para cada caso em questão.

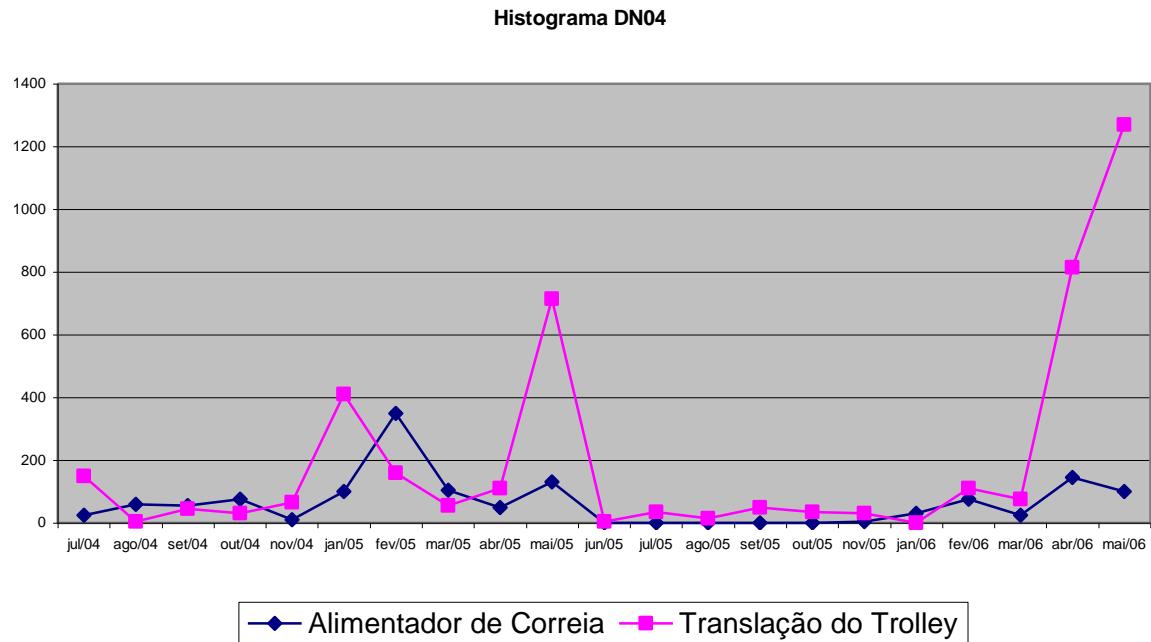


Figura 14 - Histograma dos conjuntos Alimentador de Correia e Translação do Trolley DN04

Estratificando os subconjuntos do Alimentador de Correia, temos:

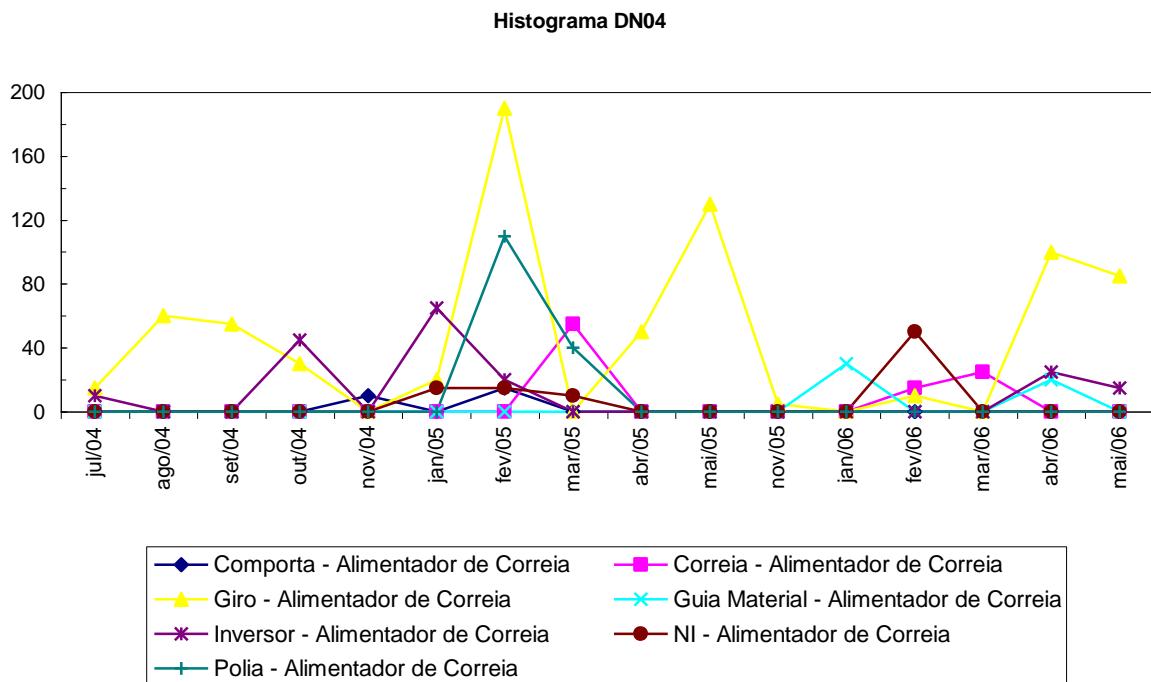


Figura 15 - Histograma dos subconjuntos do Alimentador de Correia do DN04

Dos diversos subconjuntos apresentados que compõem o Alimentador de Correia, o Giro apresenta os maiores valores de parada por manutenção corretiva, cabendo a este subconjunto tratamento diferenciado.

Com o subconjunto analisado iremos identificar os defeitos que ocorrem no Giro com maior freqüência.

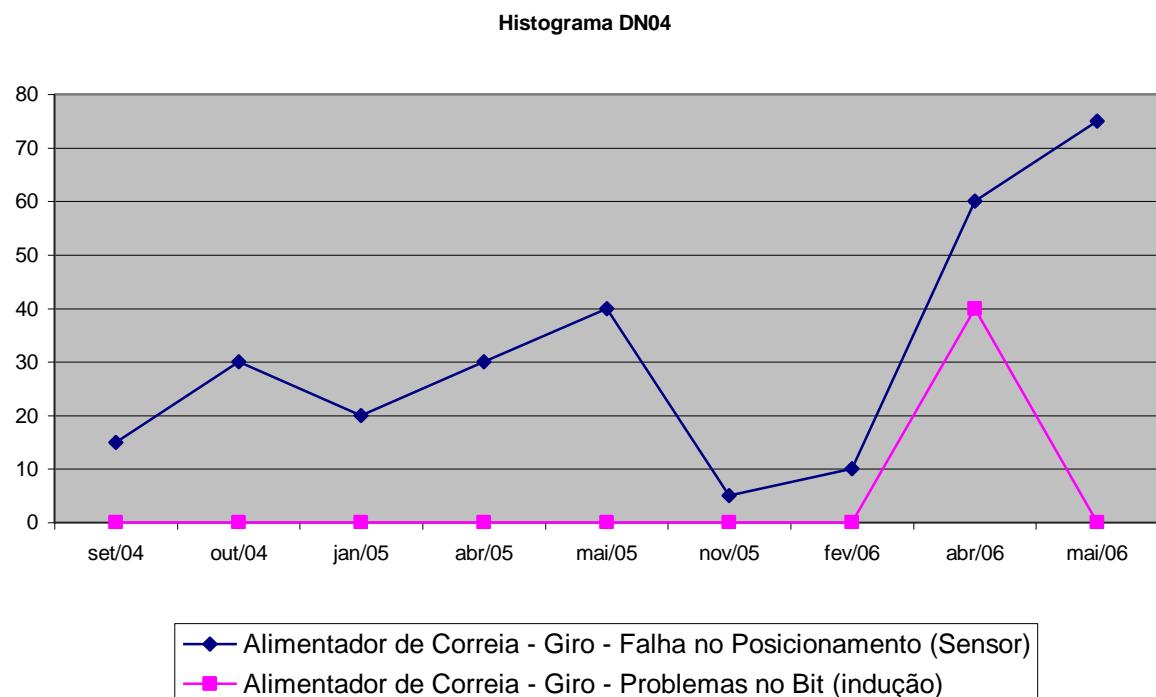


Figura 16 - Histograma dos defeitos do Alimentador de Correia do DN04

Pelo histograma pode-se verificar que os problemas ocorridos no giro do Alimentador de Correia com maior freqüência foram relativos às falhas no Posicionamento do Sensor. Sendo este intermitente caberá tratamento e propostas para solução. Já as falhas no Bit de indução foram resolvidas em abril de 2006.

Estratificando os subconjuntos da Translação do Trolley temos:

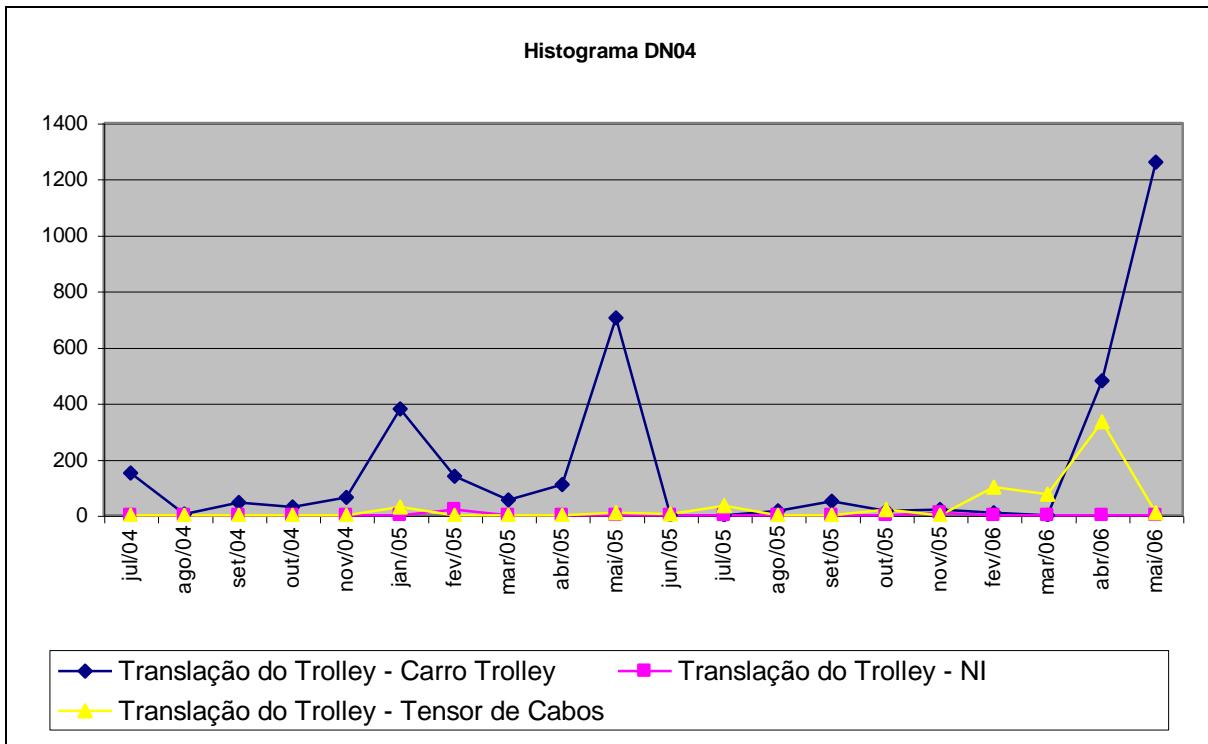


Figura 17 - Histograma dos subconjuntos da Translação do Trolley do DN04

Dos diversos subconjuntos apresentados que compõem a Translação do Trolley, o Carro Trolley apresenta os maiores valores de parada por manutenção corretiva, cabendo a este subconjunto tratamento diferenciado.

Com o subconjunto analisado iremos identificar os defeitos que ocorrem no Carro Trolley com maior freqüência:

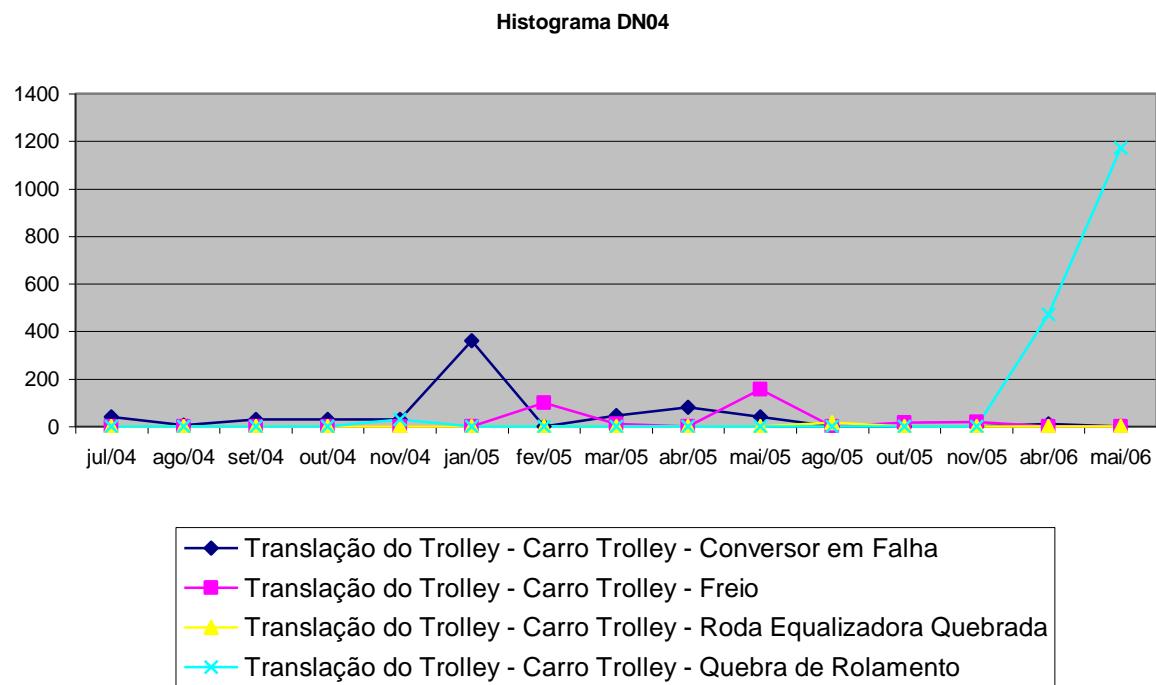


Figura 18 – Histograma dos defeitos do Carro Trolley principal do DN04

Pelo histograma pode-se verificar que os problemas ocorridos no Carro Trolley foram as falhas no Conversor, a Roda Equalizadora quebrada, o Freio e Quebra de rolamento, cabendo maior atenção a estes dois últimos. O problema ocorrido por quebra de rolamento foi pontual e já resolvido com execução de melhorias nos meses de abril e maio de 2006, e o problema ocorrido no freio também foi pontual em fevereiro e maio de 2005 apresentando valores pequenos, não cabendo tratamento, pois apenas acompanhamento deste conjunto e subconjunto apresentados será suficiente.

## 5.2 Descarregador de Navio 05

Estratificando as falhas ocorridas no DN05 por conjunto tem-se:

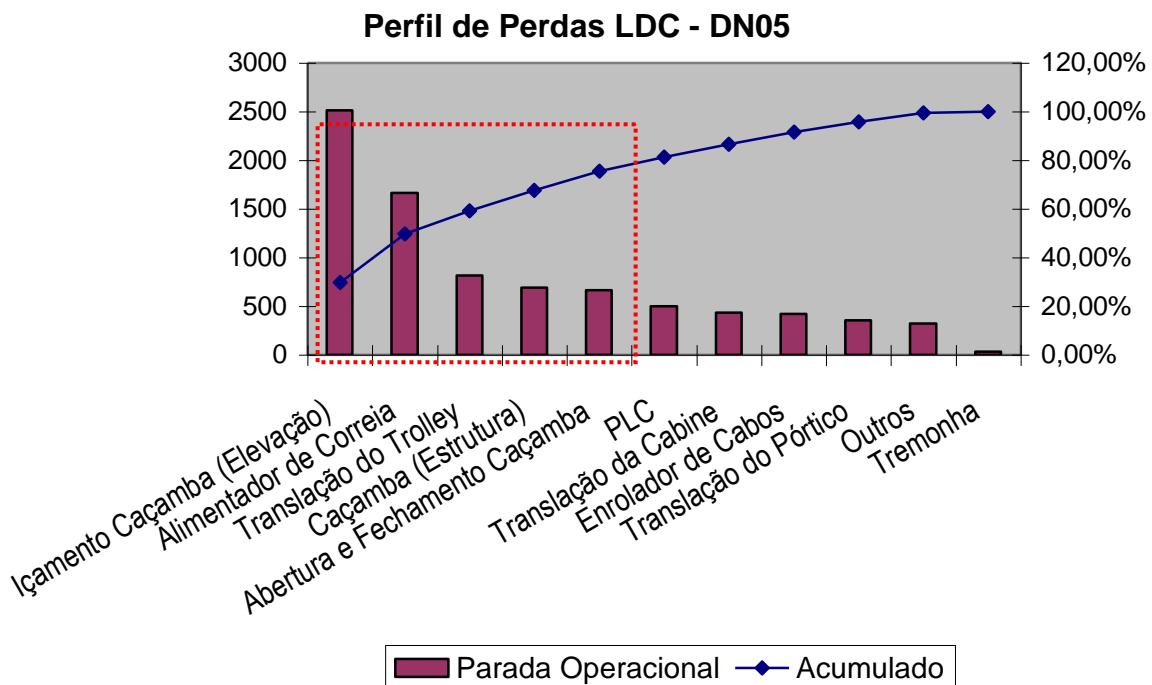


Figura 19 – Pareto DN05

Conforme o gráfico de Pareto acima, os principais problemas ocorreram no Içamento Caçamba (Elevação), Alimentador de Correia, Translação do Trolley e Caçamba (Estrutura) e Abertura e Fechamento Caçamba respectivamente.

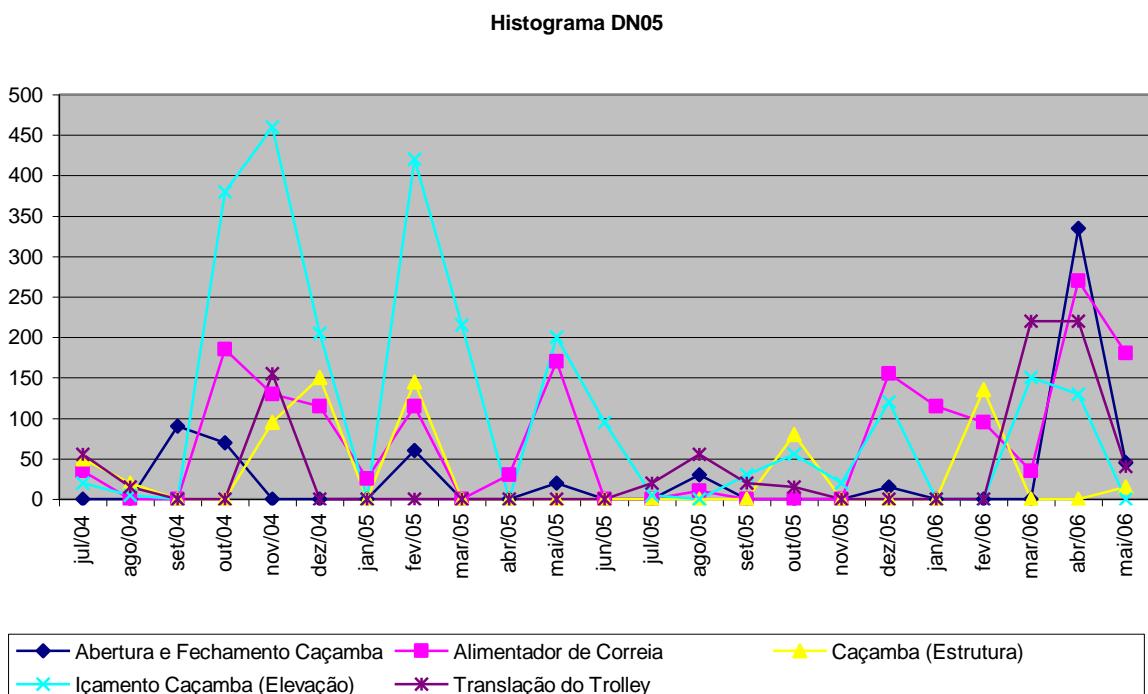


Figura 20 – Histograma dos conjuntos do DN05

De acordo com o histograma acima, é possível verificar que as ações tomadas em 2005 eliminaram as principais causas de paradas por falha na Abertura e Fechamento da Caçamba, Translação do Trolley e Caçamba (Estrutura) do DN05.

Assim, não é necessária mais nenhuma ação para essa redução nos anos seguintes. Também podemos verificar que os problemas no içamento da Caçamba, apesar de apresentarem altos valores, foram pontuais e já controlados através de Tratamento de Analise de Falhas (TAF'S). Restou apenas a análise para o Alimentador de Correia que apresenta valores intermitentes ao longo dos anos. Dessa forma, é importante que se faça uma abordagem separada para este conjunto em questão.

Abaixo observamos o conjunto Alimentador de Correia separadamente:

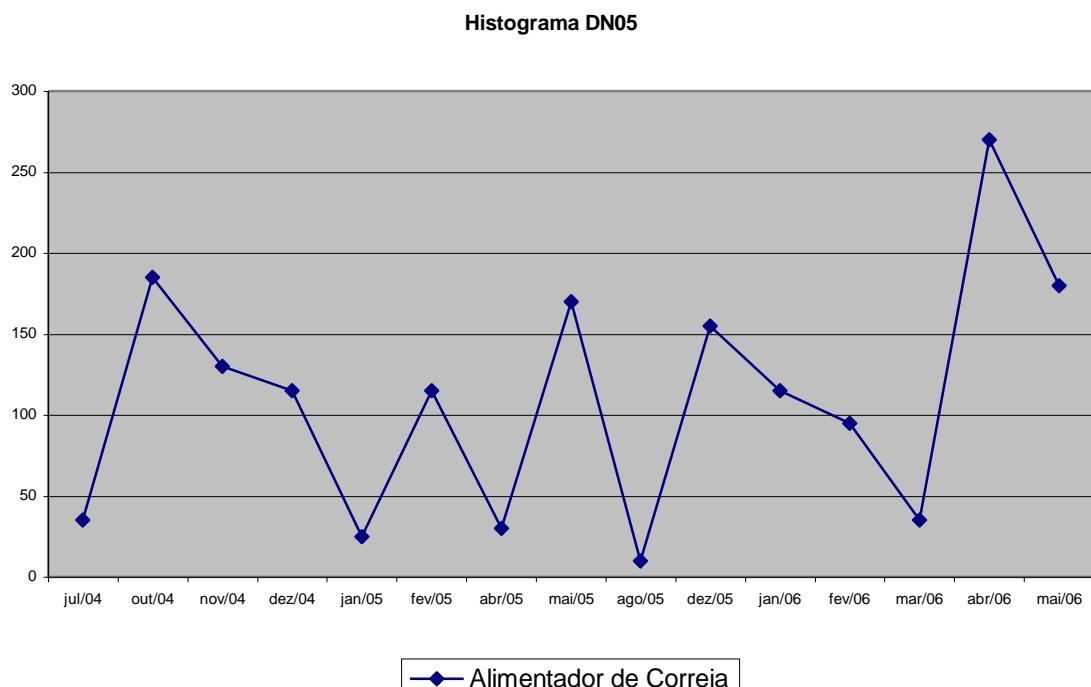


Figura 21 - Histograma do Alimentador de Correia do DN05

Estratificando os subconjuntos do Alimentador de Correia temos:

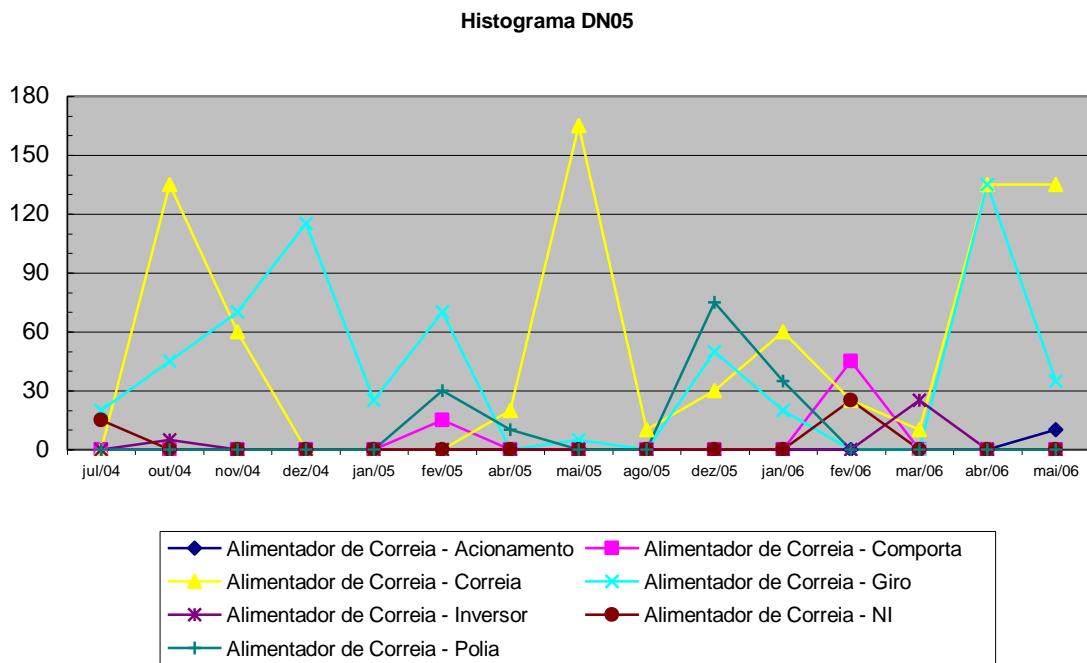


Figura 22 – Histograma dos subconjuntos do Alimentador de Correia do DN05

Dos diversos subconjuntos apresentados que compõem o Alimentador de Correia, a Correia e o Giro apresentam os maiores valores de parada por manutenção corretiva, cabendo a estes subconjuntos tratamento diferenciado.

Com o subconjunto analisado iremos identificar os defeitos que ocorrem na Correia e no Giro com maior freqüência:

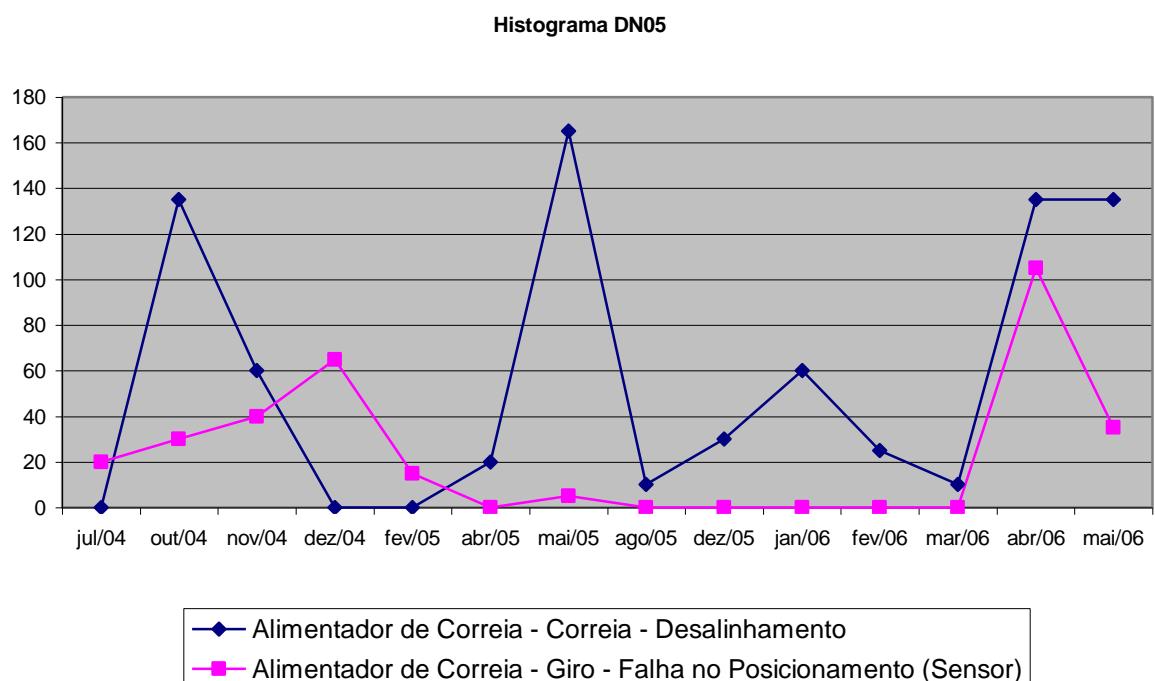


Figura 23 – Histograma dos defeitos do Alimentador de Correia do DN05

Podemos observar que os problemas ocorridos na Correia e no Giro foram o Desalinhamento e Falha no Posicionamento do Sensor respectivamente.

Destes dois problemas podemos observar que a principal parada do equipamento se deve ao Desalinhamento que ocorre na correia do Alimentador, embora o Giro apresente Falha no Posicionamento do Sensor, não é tão significante quando comparamos com o Alimentador de Correia, cabendo somente tratamento para o Desalinhamento e uma maior atenção para o sensor do Giro.

### 5.3 Descarregador de Navio 02

Estratificando as falhas ocorridas no DN02 por conjunto tem-se:

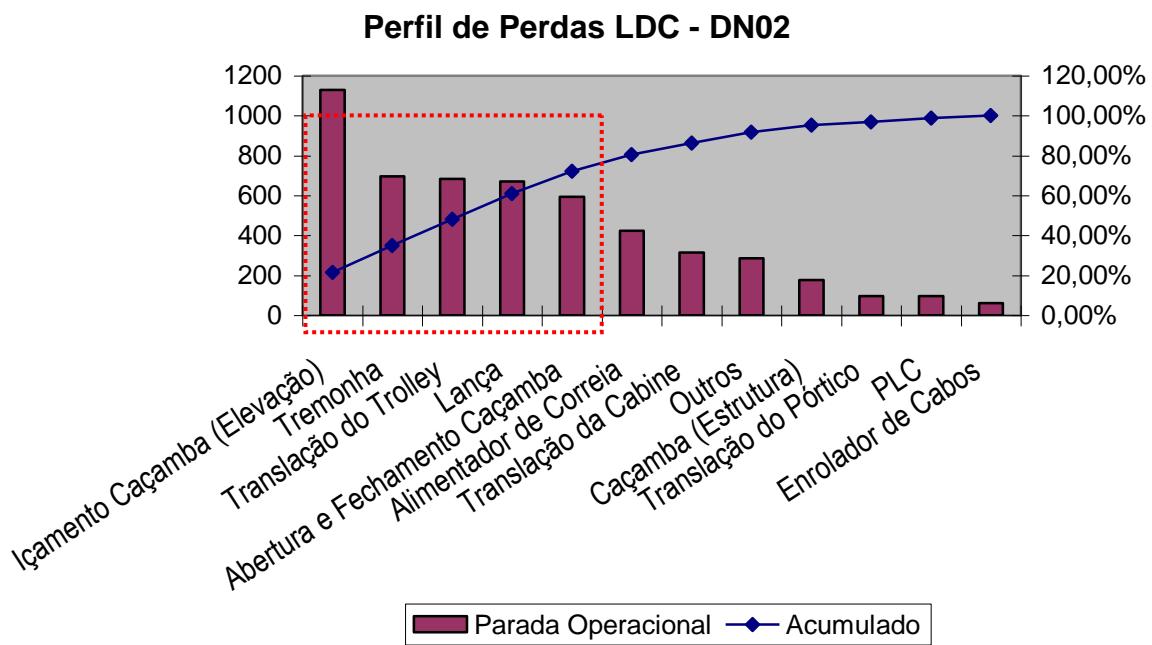


Figura 24 – Pareto DN02

F

Conforme gráfico de Pareto acima, os principais problemas ocorreram no Içamento Caçamba (Elevação), Tremonha, Translação do Trolley, Lança e Abertura e Fechamento da Caçamba respectivamente.

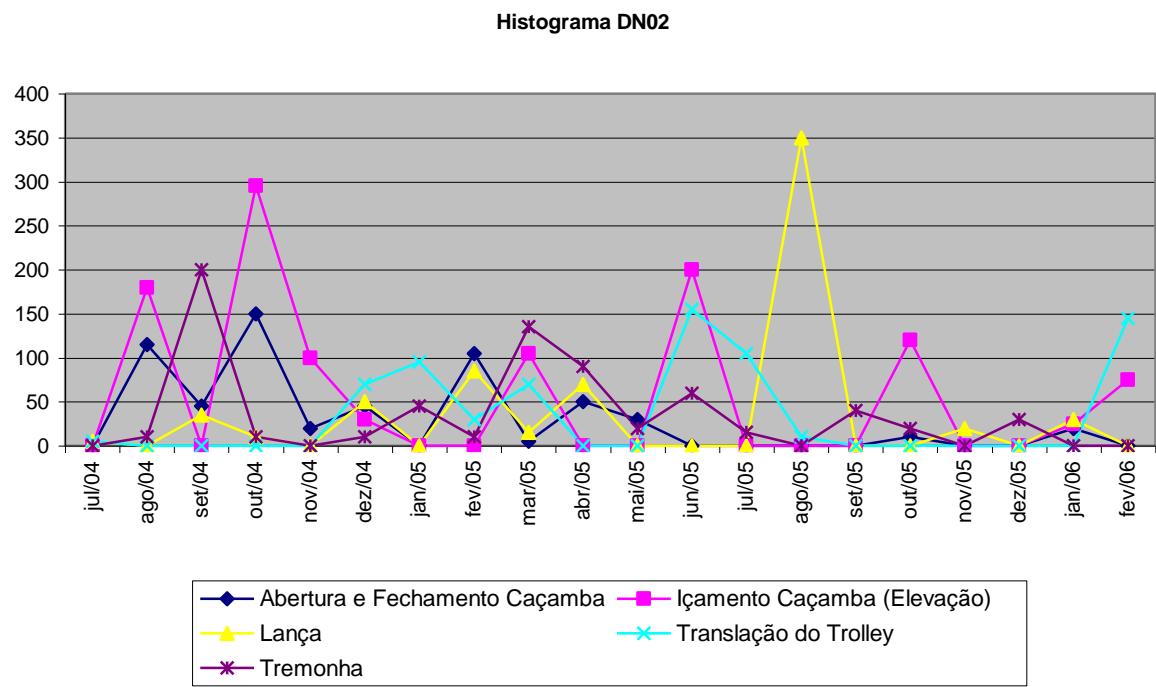


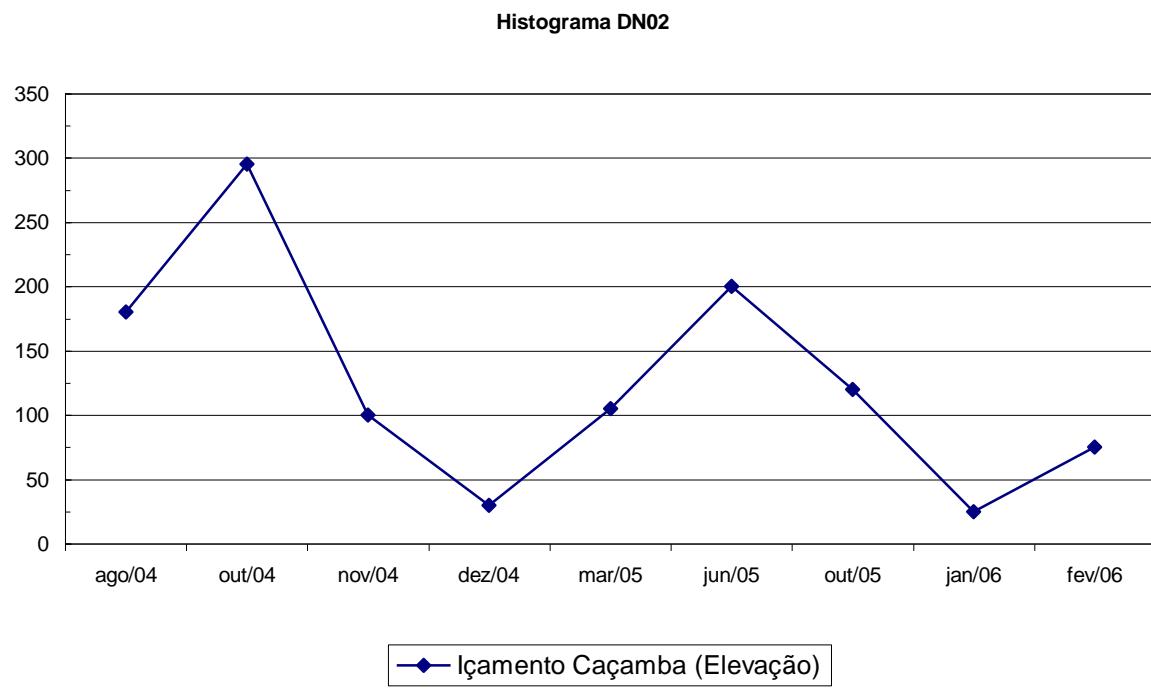
Figura 25 – Histograma dos conjuntos do DN02

F

De acordo com o histograma acima, é possível verificar que as ações tomadas em 2005 e 2006 eliminaram as principais causas de paradas por falha na Abertura e Fechamento da Caçamba, Lança, Tremonha e Translação do Trolley.

Assim, não é necessária mais nenhuma ação para essa redução nos anos seguintes, também podemos verificar que os problemas no Içamento da Caçamba (Elevação) são intermitentes. Dessa forma é importante que se faça uma abordagem separada para este conjunto em questão.

Abaixo se encontra o histograma analisando unicamente o Içamento da Caçamba (Elevação) durante os anos:



F

Figura 26 – Histograma da Elevação da Caçamba do DN02

Estratificando os subconjuntos do Içamento da Caçamba (Elevação) temos:

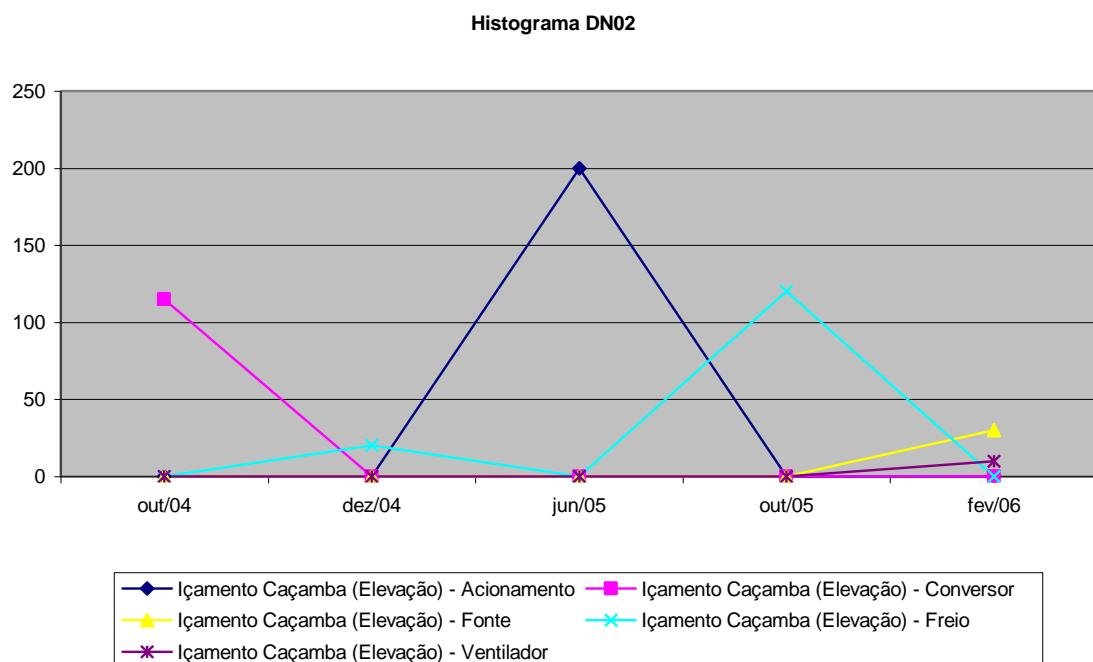


Figura 27 – Histograma dos subconjuntos da Elevação da Caçamba do DN02

Dos diversos subconjuntos que compõem o Içamento da Caçamba (Elevação), somente alguns foram perceptíveis são eles: o Acionamento e o Freio, o restante foi pontual sem muita importância para o trabalho proposto.

Com os subconjuntos analisados iremos identificar os defeitos que ocorrem no Acionamento e no Freio com maior freqüência.

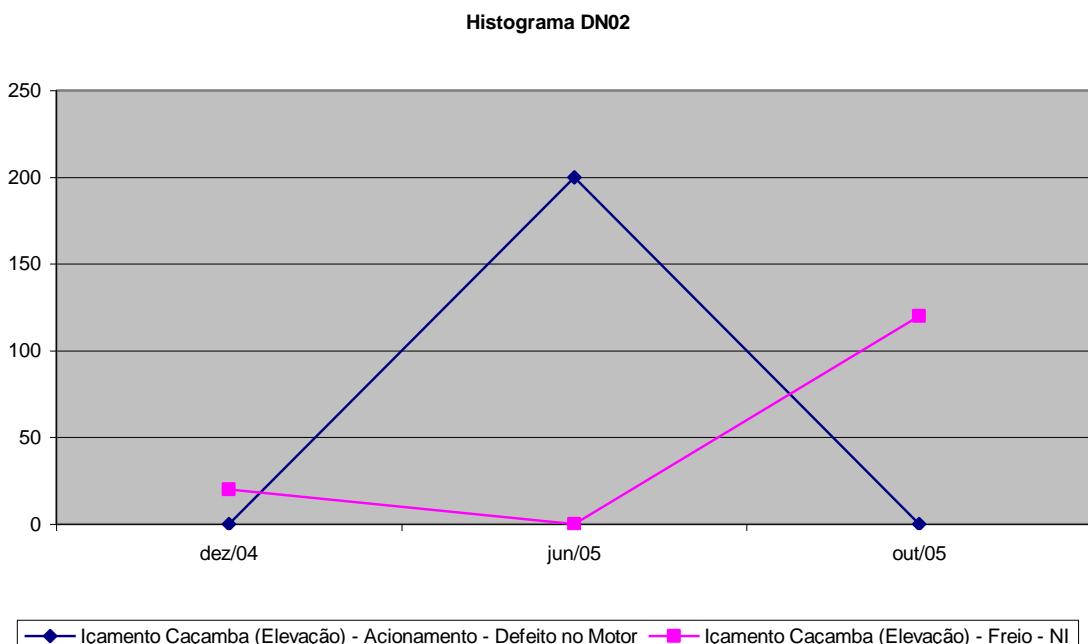


Figura 28 – Histograma dos defeitos da Elevação da Caçamba do DN02

Podemos observar que os problemas ocorridos no Içamento da Caçamba (Elevação) foram no acionamento e no Freio, sendo que neste último não foi identificada à causa.

Como dito anteriormente, um dos problemas no Içamento da Caçamba (Elevação) são os defeitos que vêm ocorrendo no Acionamento, embora o descriptivo do defeito esteja bem generalizado, “Defeito no Motor”, já sabemos por onde circula tal defeito.

Observando novamente os histogramas dos subconjuntos e defeitos, vemos que os problemas são diversificados e pontuais, ou seja, não cabe análise mais rigorosa, pois se tratam de pequenas paradas.

Embora não se saiba a causa dos problemas do Freio de Içamento da Caçamba (Elevação) é de grande importância um acompanhamento rotineiro deste conjunto para compreender melhor a origem destes problemas.

#### 5.4 Descarregador de Navio 03

Estratificando as falhas ocorridas no DN03 por conjunto tem-se:

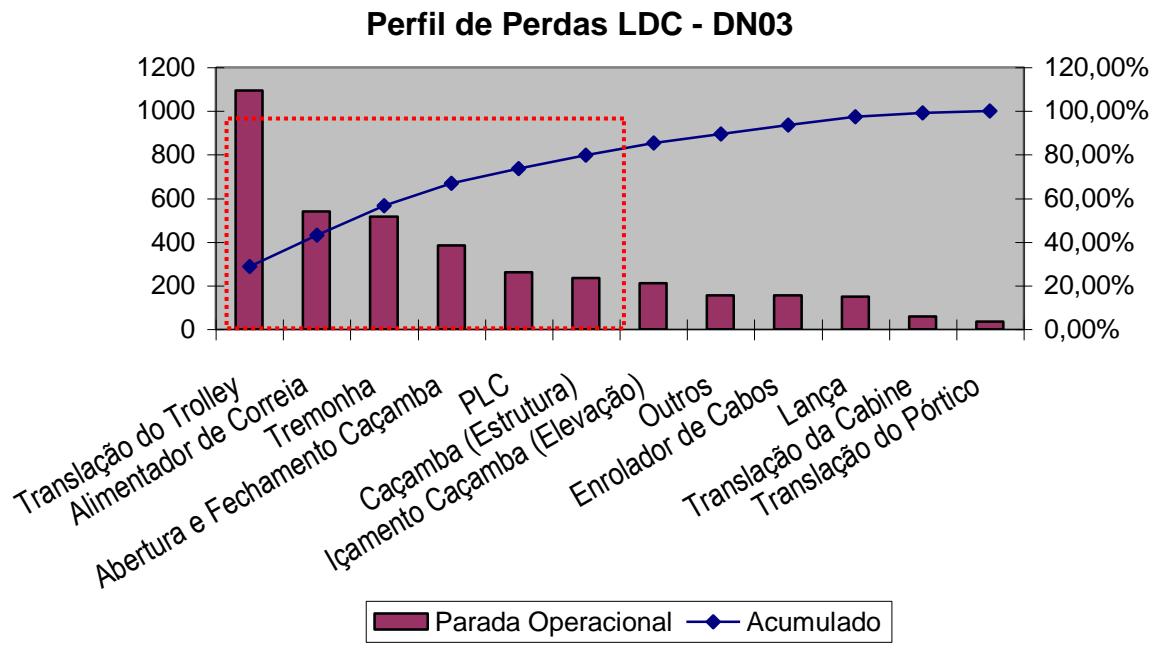


figura 29 – Pareto DN03

F

Conforme gráfico de Pareto acima, os principais problemas ocorreram na Translação do Trolley, Alimentador de Correia, Tremonha, Abertura e Fechamento da Caçamba, PLC e Caçamba (Estrutura) respectivamente.

Histograma DN03

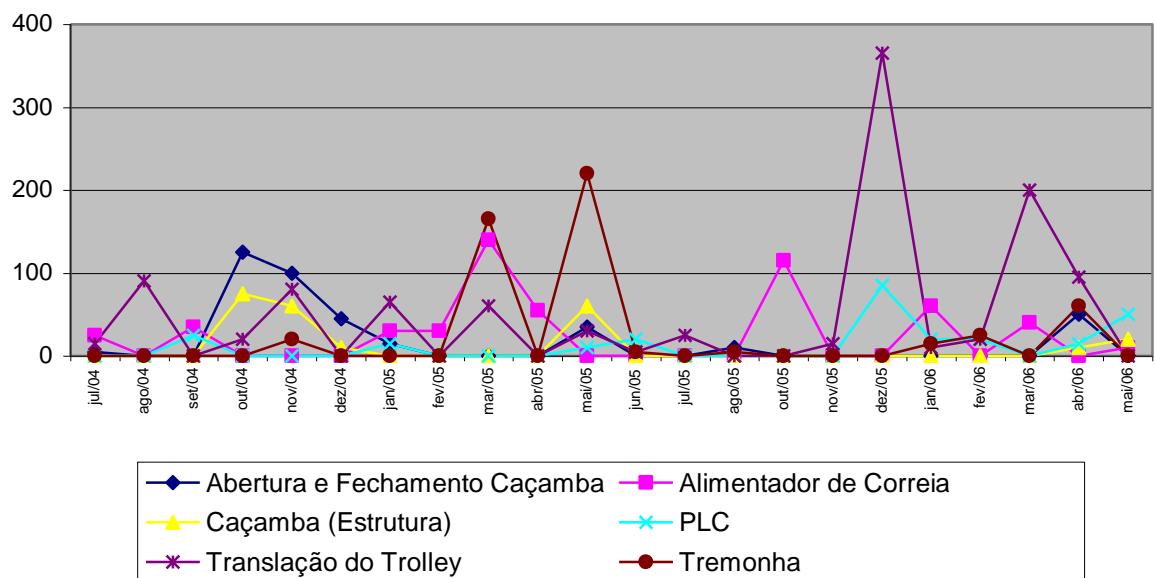


figura 30 – Histograma dos conjuntos do DN03

F

De acordo com o histograma acima, é possível verificar que as ações tomadas anteriormente eliminaram as principais causas de paradas por falha na Abertura e Fechamento da Caçamba, Caçamba (Estrutura), PLC e Tremonha.

Assim, não é necessária mais nenhuma ação para essa redução nos anos seguintes, também podemos verificar que os problemas na Translacão do Trolley foram pontuais em dezembro de 2005 e em março de 2006, direcionando desta forma a análise para o Alimentador de Correia.

Dessa forma é importante que se faça uma abordagem separada para este conjunto em questão:

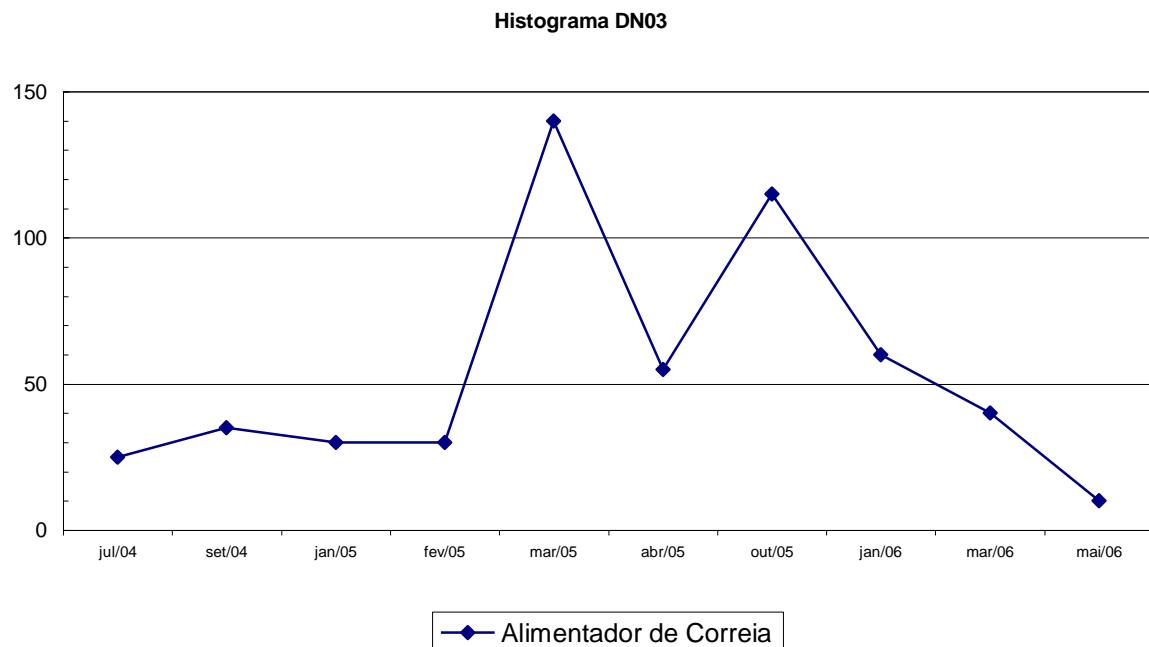


figura 31 – Histograma do Alimentador de Correia do DN03

F

Observamos que a partir do mês de fevereiro de 2005 o problema no Alimentador de Correia apresentou valores altos e significativos. Com base nesta analogia, iremos analisar os subconjuntos do Alimentador de Correia separadamente:

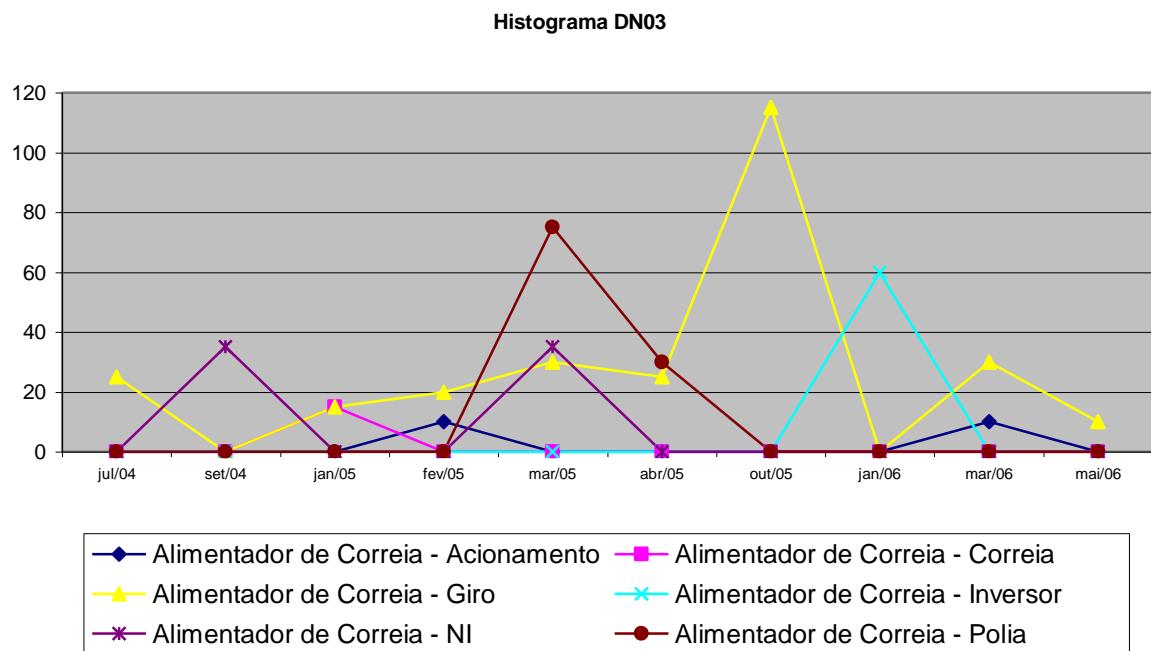


Figura 32 – Histograma dos subconjuntos do Alimentador de Correia do DN03

Nota-se pelo histograma que de todos os subconjuntos os que mais apresentam ocorrências durante os anos são: o Giro e a Polia.

Podemos observar claramente que o problema no subconjunto Polia ocorreu nos meses de março e abril de 2005, embora pontual, é representativo como subconjunto e terá que ser levado em consideração na análise posterior.

Vamos agora analisar quais defeitos ocorrem nestes dois subconjuntos separadamente, primeiramente iremos analisar o Giro:

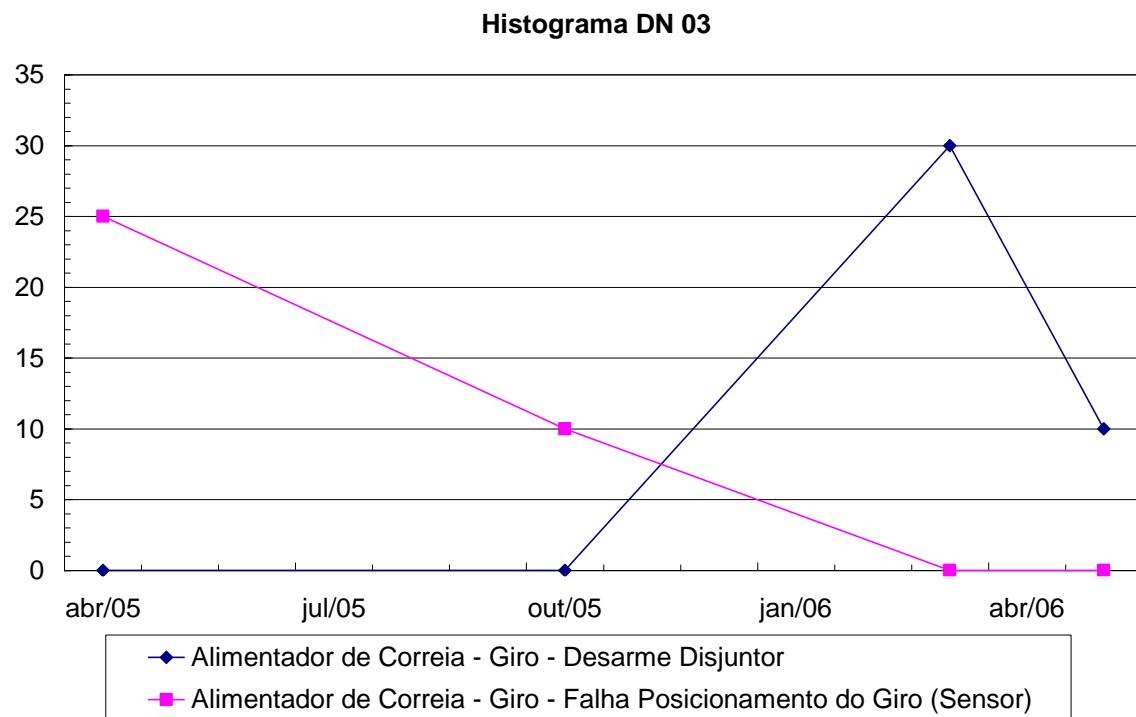


Figura 33 – Histograma dos defeitos do Alimentador de Correia do DN03

Podemos observar que os defeitos no Giro do Alimentador de Correia são os Desarmes no Disjuntor e Falha no Posicionamento do (Sensor).

Notadamente os problemas do Giro foram pontuais, não cabendo análise deste conjunto, apenas uma maior atenção nas inspeções de rotina.

Agora iremos observar os defeitos que ocorrem na Polia do Alimentador de Correia:

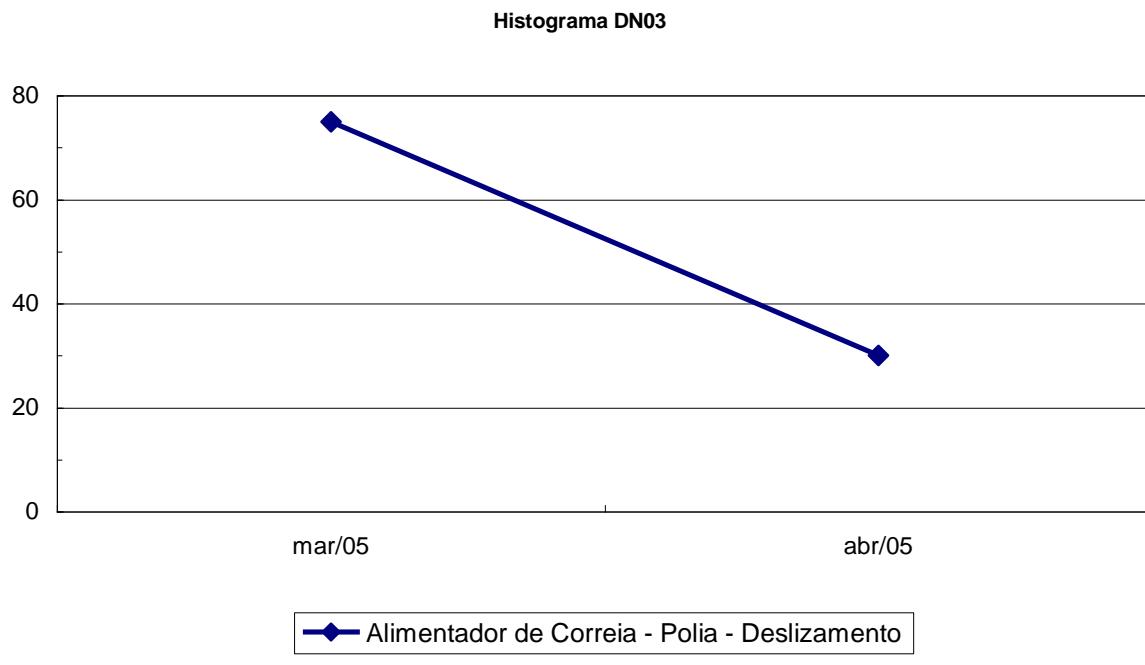


Figura 34 – Histograma do Defeito do Alimentador de Correia do DN03

Notadamente o problema também foi pontual e já resolvido, restando somente o acompanhamento por parte dos inspetores para que o problema não volte a ocorrer.

É importante que se faça uma manutenção preventiva neste conjunto (Alimentador de Correia), pois podemos afirmar que possui alta importância o referido equipamento.

## 5.5 Transportador de Correia 13

Estratificando as falhas ocorridas no TRTC13 por conjunto tem-se:

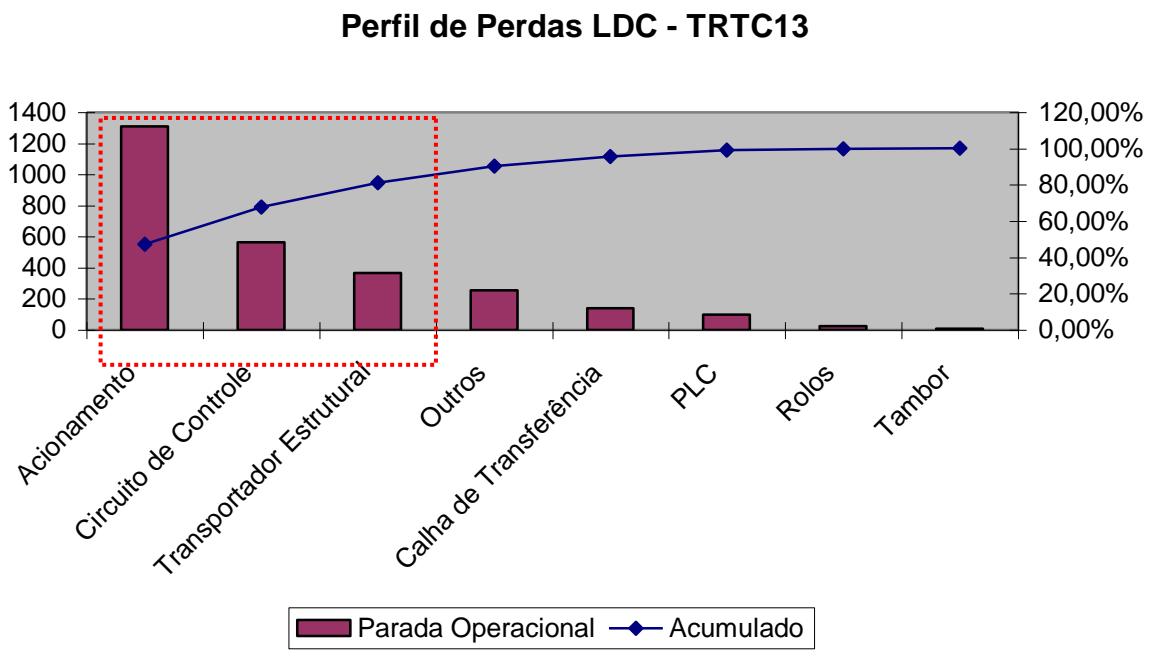


Figura 35 – Pareto TRTC13

F

Conforme gráfico de Pareto acima, os principais problemas ocorreram no Acionamento, Circuito de Controle e Transportador Estrutural respectivamente.

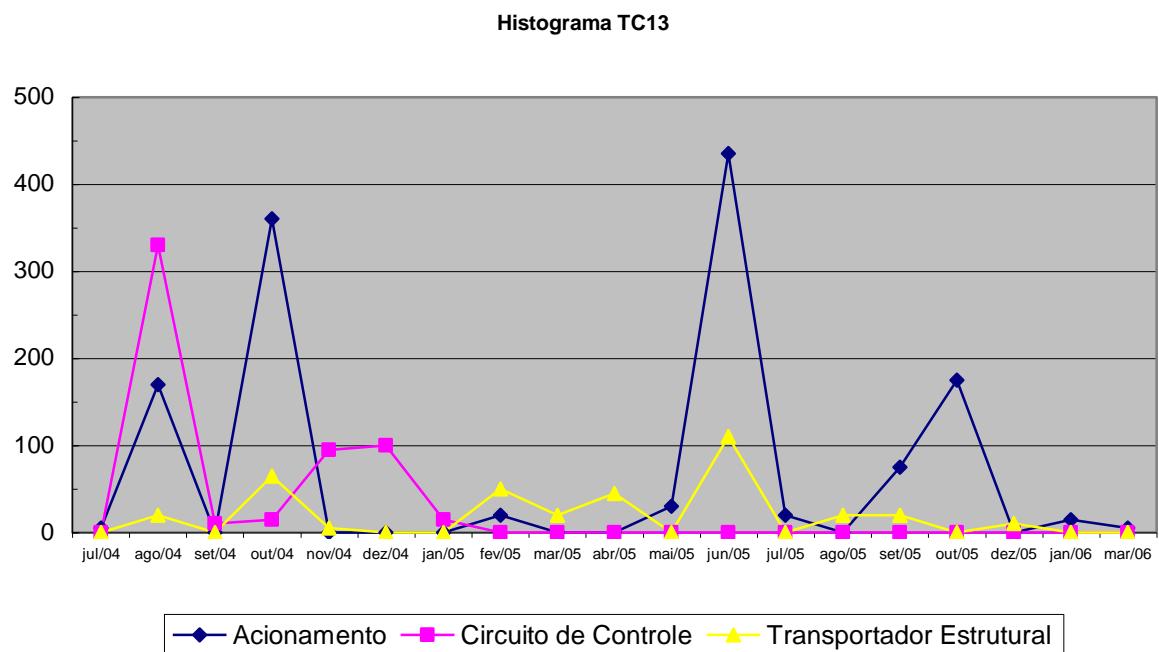


Figura 36 – Histograma dos conjuntos do TRTC13

De acordo com o histograma acima, é possível verificar que as ações tomadas em 2004 eliminaram as principais causas de paradas por falha no Circuito de Controle e Transportador Estrutural.

Assim, não é necessária mais nenhuma ação para essa redução nos anos seguintes, também podemos verificar que os problemas no Acionamento foram pontuais em junho de 2005 e em setembro e outubro de 2005, direcionando a análise somente para este conjunto em questão.

Agora iremos observar qual subconjunto do acionamento mais apresentou freqüência de problemas.

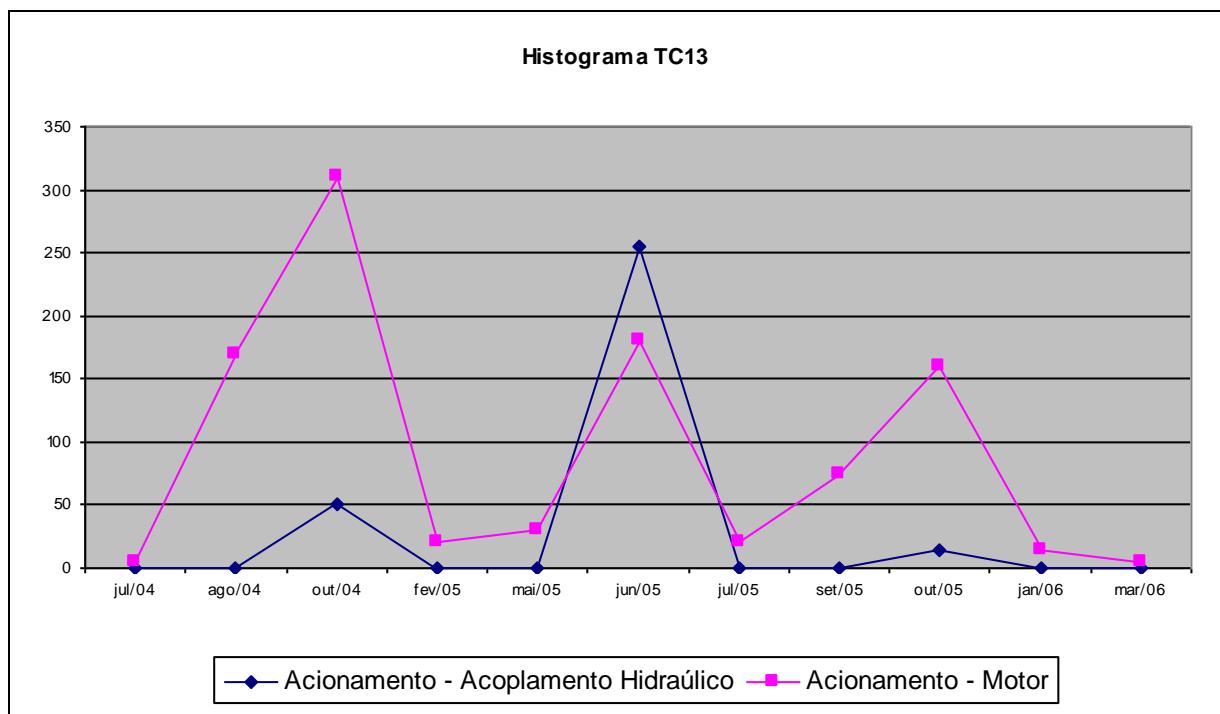


Figura 37 – Histograma dos subconjuntos do Acionamento do TRTC13

Segundo o histograma é possível observar que se tratando de acionamento é normal que os defeitos estejam interligados tanto do Motor quanto do Acoplamento Hidráulico já que faz parte de um mesmo acionamento.

Como se trata de acionamento e, o mesmo possui um alto nível de importância para o transportador, os defeitos tanto do subconjunto Motor quanto do subconjunto Acoplamento hidráulico serão plotados juntamente.

Então iremos agora observar os defeitos ocorridos neste acionamento com maior freqüência:

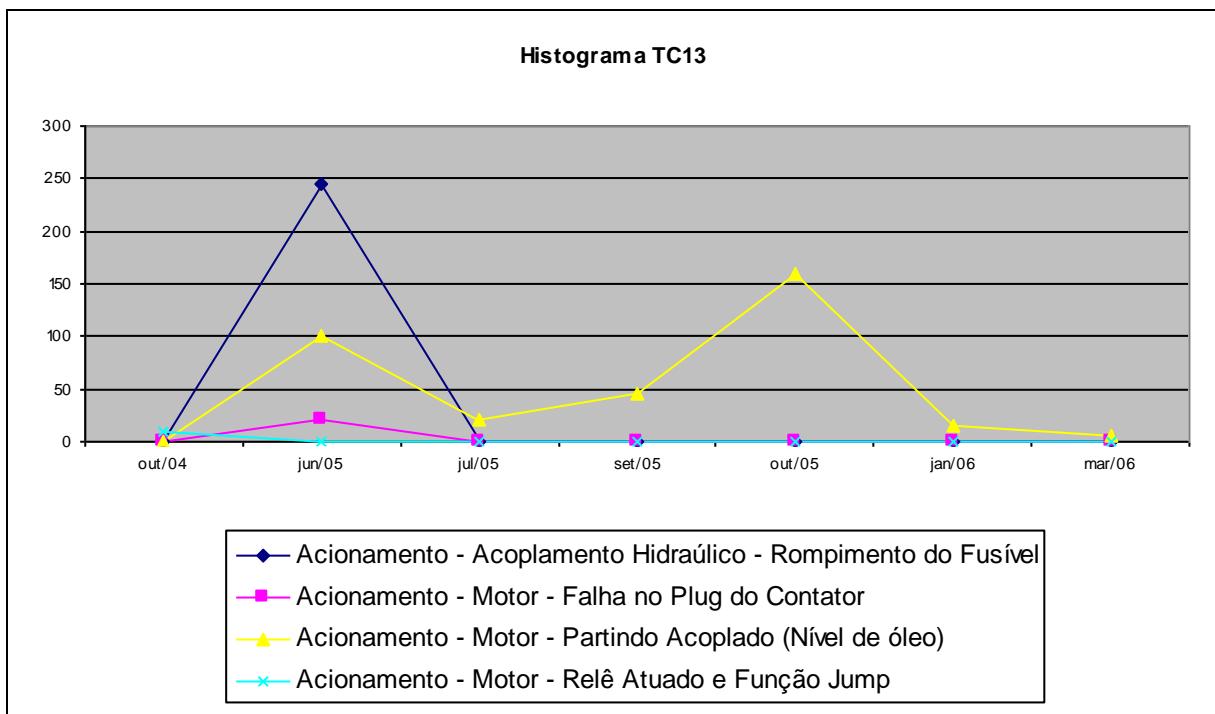


Figura 38 – Histograma dos subconjuntos Motor e Acoplamento Hidráulico do TRTC13

Dos problemas apresentados, o problema do Acoplamento Hidráulico foi o rompimento do fusível e o do Motor o que mais chamou atenção foi o mesmo estar partindo acoplado devido baixo nível de óleo, estando assim sujeitos a análises e propostas de melhorias.

## 5.6 Transportador de Correia 11

Estratificando as falhas ocorridas no TRTC11 por conjunto tem-se:

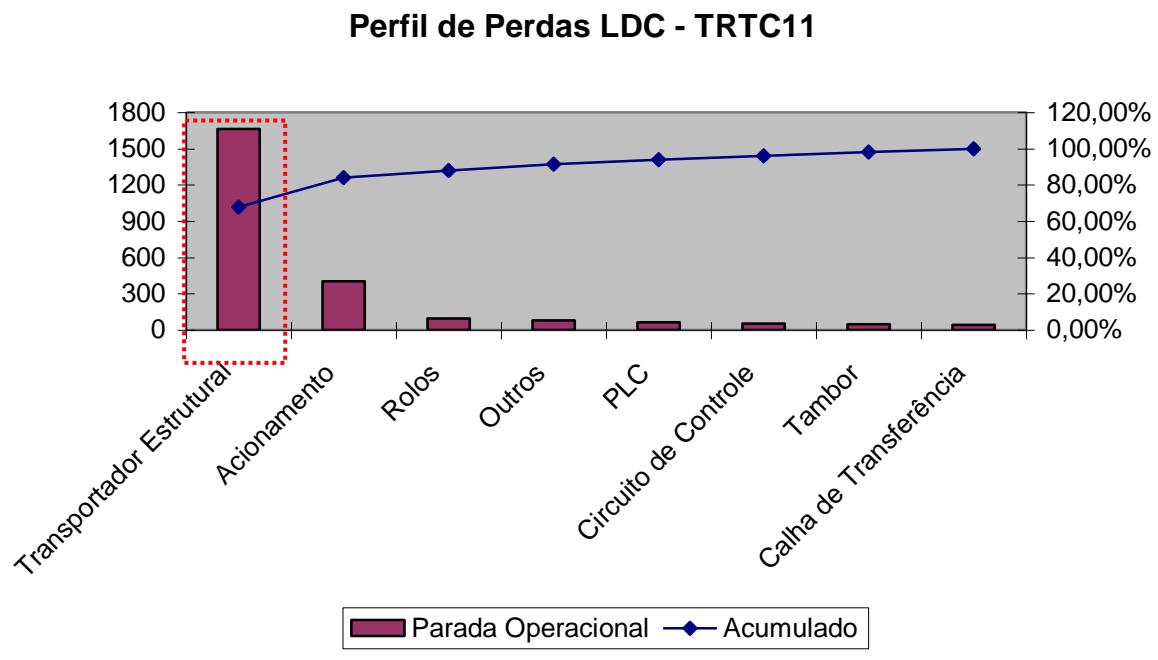


Figura 39 – Pareto TRTC11

Conforme gráfico de Pareto acima, os principais problemas ocorreram no Transportador Estrutural.

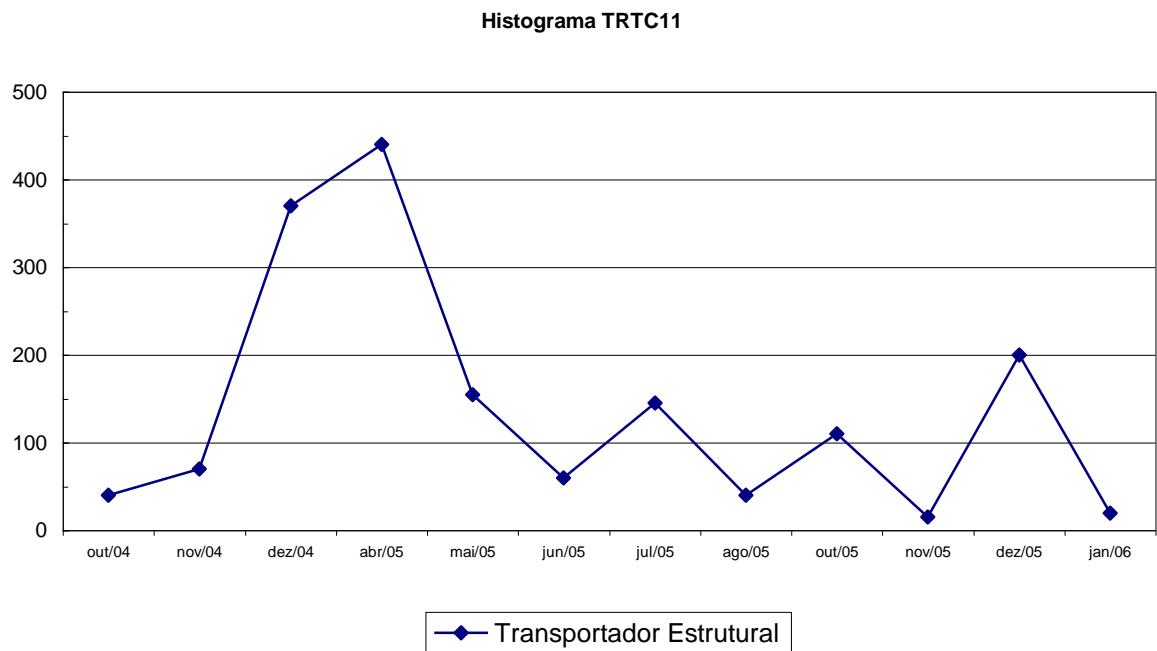


Figura 40 – Histograma do conjunto do TC11

De acordo com o histograma acima, é possível verificar que o problema que vem acontecendo mensalmente com valores bem significativos. Dessa forma é

necessária alguma ação para essa redução nos anos seguintes, logo iremos observar qual subconjunto do Transportador Estrutural mais apresentou freqüência de problemas.

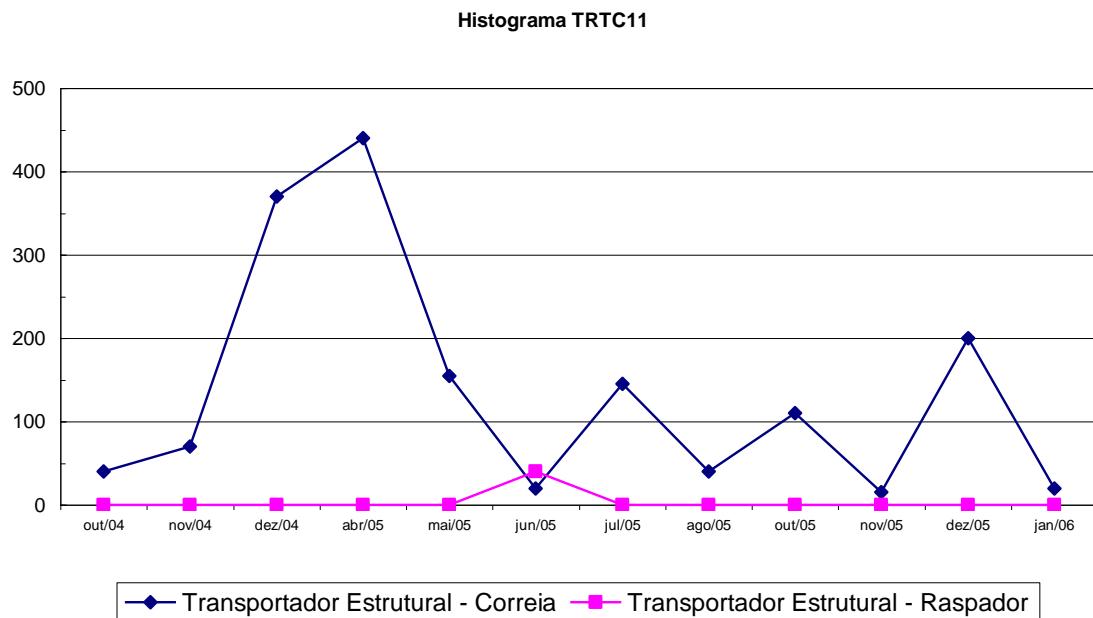


Figura 41 – Histograma dos subconjuntos do Transportador Estrutural do TC11

Como vemos no histograma o mais representativo dos subconjuntos é a Correia, pois o Raspador acusou uma pequena parada em junho de 2005 não necessitando de intervenção emergencial. Iremos agora ver os principais defeitos que ocorreram nesta Correia:

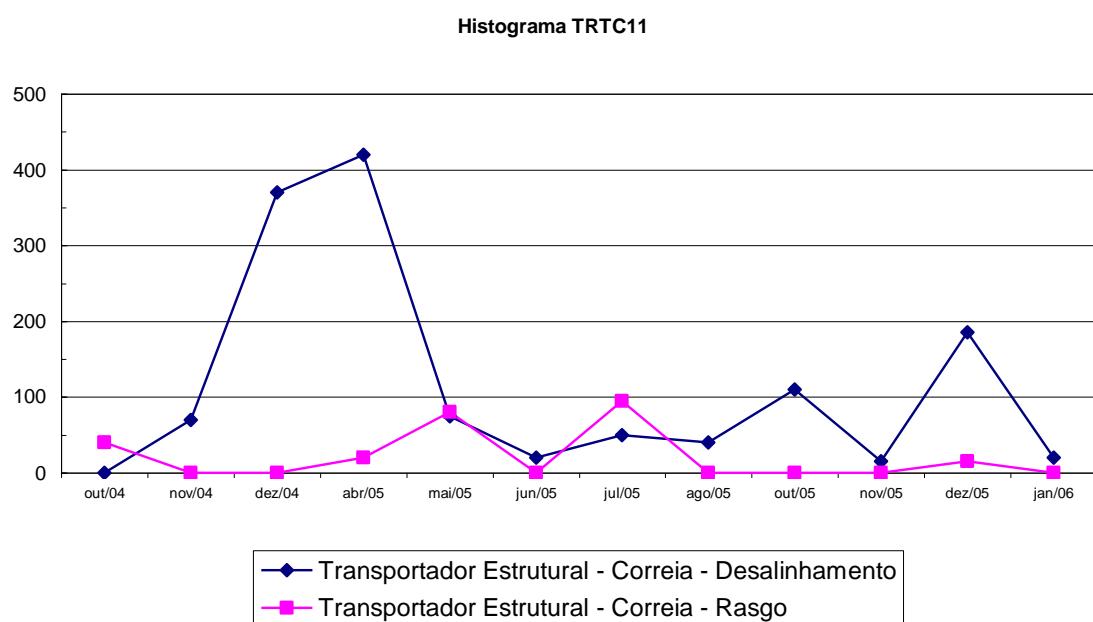


Figura 42 – Histograma dos defeitos da Correia do TRTC11

O problema do rasgo na correia foi claramente pontual não necessitando análise. O principal defeito é o desalinhamento, que vem ocorrendo ao longo dos anos e apresenta certo descontrole, assim deverão ocorrer intervenções de melhoria.

## 6 POSSÍVEIS SOLUÇÕES E MELHORES ALTERNATIVAS

Com a análise dos problemas feita a partir do histórico de manutenção e uso de ferramentas adequadas, conseguimos observar quais pontos precisam ser consertados ou melhorados como forma de se conseguir manter as metas da empresa. Diante dos histogramas apresentados sobre cada equipamento estudado, será feita uma breve apresentação do que já se foi realizado ou do que poderá ser implementado e melhorado.

### 6.1 Descarregador de Navio 04

Como foi destacado anteriormente pelo histograma, o descarregador de navios 04 apresentava certa tendência à falha no Posicionamento do Sensor, sendo que este problema era intermitente e requeria certa urgência para sua solução.

Devido à vibração gerada pelo impacto do material na moega, o Giro saía da posição gerando desarme no alimentador, como não era possível a instalação de um atuador maior, uma modificação foi criada e instalada, em maio de 2006, no programa do PLC através de um temporizador, fazendo com que a máquina desarmasse somente se permanecesse 2 segundos fora da posição, dessa forma a vibração parou de interromper a funcionalidade do sensor. As modificações na máquina e demais ajustes de parâmetros foram executados pelos inspetores Juliano Marins Marino e Sandro Rogério A. Cabral.



Figura 43 - Sensor e Atuador da Mesa de Giro do DN04

## 6.2 Descarregador de Navio 05

Se observarmos o histograma do descarregador de navios 05, vemos que o principal problema é o desalinhamento da correia do Alimentador. Conforme informações de técnicos e responsáveis pelo referido equipamento, não se sabe exatamente o que afeta a correia, restando algumas opiniões e hipóteses a respeito do problema.

As paradas relacionadas ao desalinhamento da correia podem estar relacionadas com o tamanho das polias, pois em função do seu tamanho reduzido não permitem quase nenhum deslocamento axial da correia ocorrendo desta forma as paradas por desalinhamento, mas espera-se que a partir do trabalho apresentado, as inspeções tornem-se cada vez mais freqüentes reduzindo a parada do equipamento.



Figura 44 - Polia e Correia do Alimentador do DN05

## 6.3 Transportador de Correia 13

Para se evitar maiores paradas por manutenção corretiva e danos ao acionamento do transportador, devem-se concentrar as atenções no motor, redutor e acoplamentos em conjunto com seus elementos de torque.

No caso do motor, inspecionar os rolamentos através de análise de vibrações com certa periodicidade, deve-se ainda verificar a fixação do motor à base, verificar possíveis danos à ventoinha, que provocam desbalanceamento no mesmo, observar com bastante atenção o estado de limpeza dos filtros de ar. Segue inspeção acima conforme *Devanir Silva, "Procedimento de Inspeção"*.

A fim de evitar danos ao redutor, sugerimos as ações abaixo:

- Medir vibração periodicamente nas folgas das engrenagens;
- Identificar e sanar vazamentos nos acoplamentos de entrada e saída pelas tampas e retentores, paredes e piso;

- Substituir óleo hidráulico conforme plano de manutenção;
- Checar nível de óleo e limpeza do suspiro;
- Para identificar pequenos vazamentos nos acoplamentos usar uma folha de papel branca presa a uma prancheta posicionada em frente ao acoplamento, a uma distância segura do mesmo em funcionamento, pois nem sempre estes vazamentos são visíveis.

Em todo o conjunto é necessário que durante as rotinas de inspeção seja checado o estado da pintura ou o surgimento de corrosão e providenciar correção. É importante também lembrar que não deve ultrapassar a carga limite do transportador a fim de evitar transtornos como ocorreu em junho de 2005, com o rompimento do fusível do acoplamento.



Figura 45 - Acionamento TRTC13

#### 6.4 Transportador de Correia 11

Como foi mostrado pelo histograma do TRTC11, vimos que em dezembro de 2004 o transportador de correia apresentou certo descontrole em relação ao desalinhamento da correia. Durante este período foi elaborado um relatório estrutural que retratou o estado geral das estruturas metálicas, compreendendo decks, vigas de sustentação, mesa de impacto citando as condições com relação à pintura, corrosão e empenos que certamente implicavam no desalinhamento da correia. O referido relatório estrutural foi elaborado por *Emerson Almeida*.

Após a realização e aprovação desta análise estrutural, foi dado inicio as obras de recuperação do transportador em questão e hoje podemos observar que não existe mais o referido descontrole. Somente em alguns casos é possível observar pequeno desalinhamento.

A fim de se manter o controle e evitar a manutenção corretiva, deve-se acompanhar rotineiramente o transportador através de inspeções.



Figura 46 - Correia TRTC11

## 7 CONCLUSÕES

Através da utilização dos perfis de perdas, podemos acompanhar os principais equipamentos de qualquer processo, seja ele complexo ou simples.

Na realização deste projeto, foi propiciado a utilização da teoria aprendida durante a vida acadêmica para que o embasamento técnico do projeto fosse atendido rigorosamente. Também pude adquirir novos conhecimentos para solução de problemas com que me deparei para a realização do projeto além do intercambio entre escola e empresa.

É importante para a empresa, seja ela de pequeno ou grande porte, manter um histórico de manutenção atualizado e com o máximo possível de informações, para que possamos acompanhar o desempenho daquele determinado equipamento.

O projeto aqui apresentado é uma grande arma contra perdas operacionais num complexo portuário, e também se estende para outros ramos industriais, pois a ferramenta de Pareto não determina quais processos industriais deverá ser feita análise.

É importante salientar que a partir das análises mostradas, alguns investimentos foram feitos para o ano de 2007.

O referido trabalho é útil para os objetivos aqui apresentados e também para ser utilizado paralelamente pelo grupo comercial da empresa. Ou seja, dependendo da projeção de volumes para um dado ano, poderemos antever se o equipamento será pouco ou muito utilizado, e com o perfil de perdas do equipamento podemos

fazer algumas melhorias em seus sistemas para evitarmos as paradas por manutenção corretiva e aperfeiçoarmos a logística como um todo.

Ou seja, é imprescindível a análise dos equipamentos do complexo portuário assim como dos demais processos envolvidos.

## 8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- COSTA Leandro - **PGS 00010 - GECMG** - Pág. 3;
- SALVIATO Fabrício e MANOLA Américo - **MASTER PLAN - GEPOG – GADIG;**
- SVEDALLA FAÇO** - Manual de informações gerais; **Volume 01 - Capítulo I; INFORMAÇÕES GERAIS – 1 Descrição Geral; Descarregador de Navios 04;**
- SVEDALLA FAÇO** - Manual de informações gerais; **Volume 01 - Capítulo I; INFORMAÇÕES GERAIS – 1 Folhas de Dados; Descarregador de Navios 04;**
- BARDELLA S. A** – Manual de informações técnicas; **parte II; folha 01 a 09; Descarregadores de Navios 02 e 03;**
- MARINO Juliano e CABRAL Sandro – Inspetores Técnicos; CVRD - Porto Tubarão – Praia Mole;
- SILVA Devanir - **PRO de Inspeção Infra e Superestrutura Transportadores de Correia** - Junho/2006 - Pág. 9;
- ALMEIDA Emerson - **Relatório Estrutural TC11**; (20/02/2004);
- SVEDALLA FAÇO** - Manual de Manutenção Mecânica; **Volume II - Folhas 1 a 9; (1997);**
- SVEDALLA FAÇO** - Manual de informações gerais; **Volume 03 - Capítulo III, MANUAL DE TESTES E START - UP; 8 - Testes de desempenho;**
- PARETO Vilfredo – Wikipédia Livre; Internet;  
[www.cvdr.com.br](http://www.cvdr.com.br)