

**FUNDAÇÃO DE ASSISTÊNCIA E EDUCAÇÃO – FAESA**  
**FACULDADES INTEGRADAS ESPIRITO-SANTENSES**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PLENA**

**CARLOS MAGNO RIBEIRO BARBOSA**  
**JOSIANY RESENDE DE MATOS**

**ANÁLISE DE FALHAS DOS ATIVOS DO TERMINAL PORTUÁRIO DE VILA  
VELHA (TVV)**

Artigo do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Produção, apresentado às Faculdades Integradas Espírito-santenses, sob orientação do professor Wolfgang Enrico Riegert.

**VITÓRIA**

**2015**



# ANÁLISE DE FALHAS DOS ATIVOS DO TERMINAL PORTUÁRIO DE VILA VELHA (TVV)

## FAILURE ANALYSIS OF ASSETS OF PORT TERMINAL OF VILA VELHA

CARLOS MAGNO RIBEIRO BARBOSA<sup>1</sup>

JOSIANY RESENDE DE MATOS<sup>2</sup>

WOLFGANG ENRICO RIEGERT<sup>3</sup>

### Resumo

O estudo almeja realizar uma análise das causas das paradas corretivas ocorridas durante as operações de movimentação de containers no pátio do Terminal Portuário de Vila Velha. O objetivo do trabalho é propor um plano de ação que visa à redução do número de paradas não programadas e aumento da disponibilidade dos ativos. A análise é direcionada por meio das ferramentas da qualidade. Com o uso destas ferramentas é possível identificar os principais defeitos e propor um plano de ação para neutralizar os principais agentes de falhas no equipamento e melhorar a disponibilidade.

**Palavras-chave:** Ferramentas da Qualidade. Falhas. Disponibilidade.

### Abstract

The study aims to conduct an analysis of the cause of corrective stops, which occur during the operations that handle the containers in the Vila Velha's Port Terminal. The purpose of the project is to propose a plan of action that will reduce the number of stops that aren't programmed and increase the reliability of the assets. The analysis is directed by quality tools. With the use of these tools, it is possible to identify the main defects and propose a plan of action to counteract the major failure agents, as well as improve the reliability.

**Keywords:** Quality tools. Fails. Reliability

### Introdução

O Terminal Portuário de Vila Velha conta com os serviços de operação portuária, carga e descargas e serviços de armazenagem de cargas. Com localização estratégica no Estado do Espírito Santo é o único terminal especializado em contêineres do Estado e é associado à ABRATEC (Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público). O terminal também possui sete pátios distintos com área total de 108.000m<sup>2</sup> para armazenagem de contêineres de diferentes tamanhos.

O TVV oferece um vasto serviço no ramo logístico com estimado *know-how* para operações de cargas gerais, de projeto e cargas rodantes. Uma vasta oferta de armadores de longo curso, cabotagem e *feeder* (alimentador), com rotas de escoamento marítimo e rodoviário. Na área de armazém, o TVV oferece uma ampla e bem estruturada área de armazenagem de carga permitindo movimentar cargas com mais eficácia, realizando suas atividades dentro do mais alto conceito de qualidade, segurança e com preços competitivos.

Apesar de terem uma boa produtividade, as incidências de falhas nos equipamentos ainda apresentam paradas operacionais significativas, falhas que afetam diretamente a produtividade

---

<sup>1</sup> Graduando de Engenharia de Produção na FAESA

<sup>2</sup> Graduando de Engenharia de Produção na FAESA

<sup>3</sup> Professor orientador de Engenharia de Produção na FAESA

na movimentação de contêineres do terminal portuário e podem ser reduzidos mediante um plano de ação bem elaborado.

Existe no terminal uma meta de disponibilidade imposta pela direção para cada equipamento. Essa meta tem como intuito que as máquinas não impactem a operação devido a quebras e/ou falhas, ou seja, o número de paradas não programadas deve mínimo. O plano de ação proposto neste estudo busca minimizar estes tipos de paradas obtendo como consequência uma maior disponibilidade dos ativos.

A disponibilidade física dos equipamentos para a manutenção se tornou menor ao longo dos anos devido ao aumento da movimentação no terminal e tempo de vida útil dos ativos. Com isso, há necessidade de investimentos/reformas e manutenções mais eficazes nos equipamentos.

O ambiente de pesquisa são os ativos do Terminal Portuário de Vila Velha. Os dados utilizados para este estudo foram coletados no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2014.

As informações sobre o tempo de parada, data, equipamento, fato, ação e especificação da falha foram coletadas nos formulários de Boa Jornada, preenchida pelo grupo de pronto atendimento do Terminal Portuário e agrupadas no banco de dados.

Os dados serão tratados por meio da utilização das ferramentas da qualidade, obtendo fundamento para a tomada de decisões e a elaboração de um plano de ação, a fim de garantir o cumprimento das metas estabelecidas pela gerência, atuando diretamente na redução das paradas causadas por falhas que impactam os indicadores de operação do Terminal Portuário de Vila Velha.

## **MANUTENÇÃO**

Segundo Siqueira (2005), a história da manutenção pode ser dividida aproximadamente em três gerações distintas:

**Primeira Geração:** Mecanização;

**Segunda Geração:** Industrialização;

**Terceira Geração:** Automatização;

De acordo com Siqueira (2005), a primeira geração estende-se aproximadamente de 1940 a 1950, com até o final da Segunda Guerra Mundial. Essa geração caracteriza-se pela utilização de equipamentos simples e sobredimensionados para as funções requeridas. A sociedade da época exigia que apenas fossem restaurados quando apresentassem defeitos, minimizados pelo seu sobredimensionamento. A manutenção planejada praticamente inexistia, limitando-se a tarefas preventivas de serviço, tais como limpeza e lubrificação de máquinas, e tarefas corretivas para reparação de falhas.

Após o término da Segunda Guerra Mundial, inicia-se a segunda geração, as pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão de obra industrial diminuiu sensivelmente. Como consequência, naquele período houve forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais. Começa a evidenciar-se a necessidade de maior disponibilidade, bem como maior confiabilidade, tudo isto na busca da maior produtividade. Isto levou à ideia de que as falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

A terceira geração evoluiu a incapacidade das técnicas até então utilizadas na segunda geração ante as exigências do processo de automação cada vez maior nas indústrias, não se

pode dissociar deste evento o surgimento do consumo em larga escala dos produtos industrializados, levando a sociedade a uma dependência cada vez maior dos processos industriais, que por sua vez sofrem uma elevação dos custos de mão de obra e de capital devido à concorrência em larga escala mundial, conduzindo assim à prática do dimensionamento de equipamentos no limite da necessidade dos processos, tornando estreitas suas faixas operacionais aumentando assim a importância da manutenção (SIQUEIRA, 2005).

A contribuição da manutenção dentro de um sistema produtivo, segundo Kardec (2009), pode ser resumida como a maior disponibilidade confiável da planta industrial ao menor custo, isto é, quanto maior a disponibilidade menor a demanda de serviços e, conseqüentemente, redução de custos, favorecendo o crescimento da produtividade da função manutenção.

Para Slack, et al (1997), a Manutenção é apenas a forma pela qual às organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas, sendo parte importante da maioria das atividades de produção. O tratamento das falhas merece especial atenção pela manutenção por se tratar das causas da maioria das paradas de produção.

### **Manutenção corretiva**

Manutenção corretiva é aquela de atendimento imediato à produção. Visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação, que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado (SIQUEIRA, 2005).

Tendo em vista que uma máquina parada compromete toda a produção, a manutenção corretiva é a primeira atitude tomada para que esta produção volte à normalidade. Ou seja, a manutenção corretiva é uma técnica de gerência reativa que espera que espera pela falha da máquina ou equipamento, antes que seja tomada qualquer ação de manutenção (XENOS, 1998).

### **Manutenção preventiva**

É a manutenção realizada com a intenção de reduzir ou evitar a quebra ou a queda no desempenho do equipamento. É um plano de manutenção previamente elaborado, baseado em critérios definidos (intervalo de tempo, consumo de combustível, horas trabalhadas). Deve ser a atividade principal de manutenção. Envolve algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas e trocas de peças. Uma vez estabelecida a manutenção preventiva deve ter caráter obrigatório. (XENOS, 1998, p. 66)

Manutenção preventiva é a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item (NBR 5462, 1994)

Segundo Xenos (1998), em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de ter domínio das paradas dos equipamentos. Com isso, a frequência da ocorrência das falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta, e há redução de paradas não programadas por quebras e falhas que impactam diretamente a produção.

### **Manutenção preditiva**

A Manutenção Preditiva, também conhecida por Manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É a atuação realizada com base na modificação de parâmetros ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo a NBR 5462 (1994) fornece a seguinte definição para a manutenção preditiva:

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preditiva é o de prever as condições dos equipamentos. A manutenção preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo (KARDEC; NASCIF, 2009).

Um fator que deve ser sempre levado em consideração quando da decisão de se utilizar o método da manutenção preditiva é a necessidade de se ter técnicos bem qualificados para a operação dos sistemas de medição (PEREIRA, 2009).

A redução de acidentes por falhas em equipamentos é significativa. Também a ocorrência de falhas não esperadas fica extremamente reduzida, o que proporciona, além do aumento de segurança pessoal e da instalação, redução de paradas inesperadas da produção que, dependendo do tipo de planta, implicam consideráveis prejuízos (SIQUEIRA, 2005).

## **FALHA**

Segundo a Norma NBR 5462 (1994), a falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído. A falha leva o item a um estado de indisponibilidade.

De acordo com as definições oferecidas, é necessário que se conheça extremamente bem a função do equipamento e que as falhas estejam sempre relacionadas a parâmetros mensuráveis (PEREIRA, 2009).

Segundo Xenos (1998), para acontecer uma falha podem existir diversas causas, porém as principais são causadas pela falta de resistência dos componentes, operações incorretas, acima da capacidade estabelecida no projeto do equipamento, manutenção inadequada levando em consideração o tempo de intervenção ou ajustes incorretos, gerando paradas não programadas da máquina.

Operações que estão fora dos padrões operacionais e acima da capacidade de carga do equipamento, desobedecendo às normas pré-estabelecidas pelo fabricante geram o uso inadequado das máquinas. Muitas vezes este tipo de operação é efetuado com a finalidade de reduzir o tempo de entrega dos produtos aos clientes, ou bater recordes. Porém, esta postura aumenta de forma considerável a deterioração dos componentes e reduzindo sua vida útil (XENOS, 1998).

A manutenção inadequada tem suas atribuições à mão de obra desqualificada e padrões de manutenção de máquinas incorretos, podendo ser um torque dos parafusos acima do necessário, gerando tensões residuais e futuramente o seu rompimento, ou então torque insuficiente gerando folga excessiva entre os componentes, por exemplo (XENOS, 1998).

Para Kardec e Nascif (2009), cada atividade de manutenção tem que cumprir normas pré-estabelecidas, monitoramentos periódicos da equipe da preditiva e acompanhamentos constantes do pessoal da inspeção sensível, logo, o descumprimento desses itens irá resultar em quebras e paradas não programadas dos equipamentos.

Segundo Xenos (1998), a lubrificação nas máquinas tem um papel muito importante, pois, forma um filme ou película protetora, evitando o desgaste excessivo dos componentes por atrito em diversas partes móveis, além de outros benefícios como o arrefecimento, remoção de impurezas e a redução da vibração e ruídos. Portanto, a lubrificação é uma atividade importante na manutenção preventiva e na redução de falhas.

### **Medição de falhas**

As medições de falhas são feitas através de alguns indicadores que são de grande importância para o processo produtivo, possibilitando a intervenção e o planejamento da recuperação de falhas, que reduz a probabilidade da falha ocorrer novamente (SIQUEIRA, 2005).

#### **Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)**

O MTBF mede o tempo médio que ocorre uma falha, a razão das horas de operação pelo número de falhas é igual ao MTBF (SIQUEIRA, 2005). Conforme equação 1:

$$MTBF = \frac{HORAS DE OPERAÇÃO}{NÚMERO DE FALHAS} \quad (1)$$

#### **Tempo Médio de Reparo (MTTR)**

O MTTR mede o tempo médio de reparo de manutenção corretiva, a divisão das horas de manutenção corretiva pelo número de falhas é igual ao MTTR (SIQUEIRA, 2005). Conforme equação 2:

$$MTTR = \frac{HORAS DE MANUTENÇÃO CORRETIVA}{NÚMERO DE FALHAS} \quad (2)$$

### **Disponibilidade**

Disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados (SIQUEIRA, 2005). Conforme equação 3:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \quad (3)$$

### **FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

As ferramentas da qualidade são fundamentais para uma análise concisa do objetivo de estudo. São sete ferramentas: estratificação, folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa efeito, histograma, diagrama de dispersão, gráfico de controle (WERKEMA, 2006). Porém neste trabalho serão utilizados somente três ferramentas, estratificação, gráfico de Pareto e o diagrama de causa e efeito, pois são ferramentas mais indicadas para o estudo e altamente aplicáveis para alcançar o objetivo final da análise, que serão descritas a seguir.

Foi feita a estratificação da perda de disponibilidade dos ativos, e posteriormente, após ser identificado o equipamento que mais impactou no tempo de parada corretiva, realizou-se o processo de contabilização das paradas não programadas, com o intuito de pontuar os principais defeitos recorrentes.

O diagrama de causa efeito foi utilizado para apresentar a relação entre o resultado do processo de falhas na máquina (Efeito) e fatores (causas) do processo que por sua vez passam a afetar o resultado considerado dentro de uma análise de processo produtivo.

## Estratificação

Segundo Werkema (2006), estratificação consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em fatores apropriados, os quais são conhecidos como fatores de estratificação. Os fatores de estratificação podem ser tempo, turno, máquinas, métodos, matéria-prima, etc. As causas que geram variações nos processos produtivos constituem possíveis fatores de estratificação de um grupo de dados. Assim a estratificação separa os dados levantados em grupos distintos e permite uma análise separada dos dados para descobrir onde realmente é a causa de um problema.

Para saber os principais defeitos encontrados nos ativos do Terminal Portuário de Vila Velha, foi realizado o agrupamento de tipos de falha de acordo com a técnica de estratificação. Com isso, tornou-se possível detectar a falha fundamental do defeito.

## Pareto

Os problemas na produção aparecem sob forma de perdas, itens defeituosos e seus custos. A necessidade de esclarecer a distribuição das perdas é de extrema importância, pois, a maioria dos defeitos pode estar atribuída a uma pequena quantidade de causas. Assim, se as causas destes poucos defeitos forem identificadas, poderemos eliminar quase todas as perdas se concentrando apenas nessas causas principais. (KUME, 1993).

Para Werkema (1995), o gráfico dispõe a informação de forma a permitir a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos.

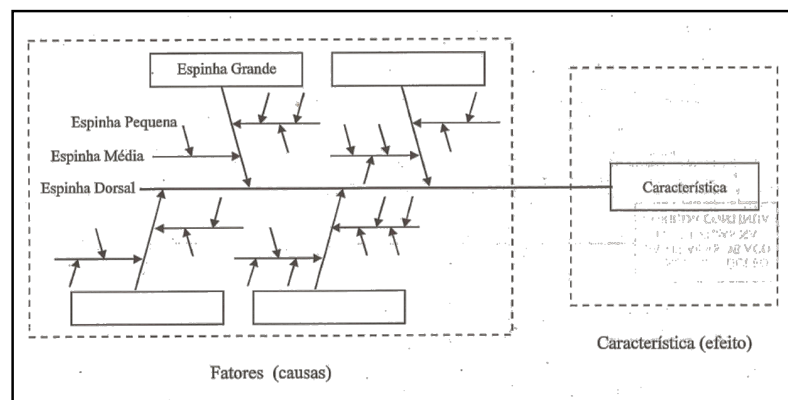
## Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa efeito é utilizado para investigar e apresentar as possíveis causas do problema, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental deste problema e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas. (WERKEMA, 1995)

Segundo Werkema (1995), o diagrama de causa e efeito fez avanços significativos na melhoria da qualidade. Os Diagramas são ferramentas sistemáticas para encontrar, classificar e documentar as causas da variação da qualidade na produção e organizar a relação mútua entre eles.

A Figura 2 relaciona as etapas que devem ser seguidas durante a construção de um diagrama de causa e efeito.

Figura 1 - Estrutura do Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Werkema, 1995



## Brainstorming

O *brainstorming* é um “processo destinado à geração de ideias/sugestões criativas, possibilitando ultrapassar os limites/paradigmas dos membros da equipe” (OLIVEIRA, 1996, p. 23).

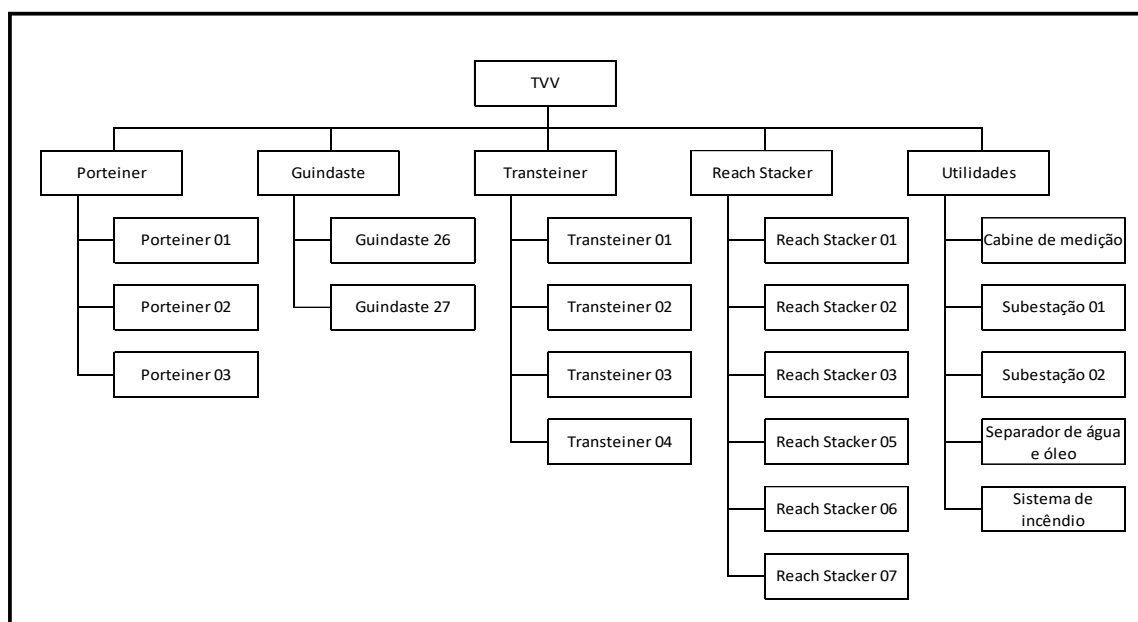
Segundo Oakland (1994), o brainstorming pode ser usado em várias situações. Durante sua realização, os membros do grupo devem falar cada um de uma vez e podem apresentar ideias sem receios, uma vez que críticas não são permitidas nesta técnica. O principal objetivo é criar uma atmosfera de entusiasmo e originalidade. As ideias apresentadas são registradas em um diagrama de causa e efeito, até que todas as causas concebíveis tenham sido incluídas.

## ESTUDO DE CASO

Os dados utilizados para análise deste estudo foram retirados do sistema de relatórios do terminal e, para análise dos indicadores, foram extraídas informações de relatórios de fechamento dos indicadores. Os dados referentes aos cálculos estão disponíveis no anexo deste trabalho.

O TVV possui diversos ativos que se são listados e organizados de acordo com a figura 1

Figura 2 - Quadro de ativos do TVV.



- Porteiners são equipamentos que colocam ou retiram contêineres de bordo com rapidez. Podem suspender até 65 toneladas, viabilizando o levantamento simultâneo de dois contêineres de 20 pés e são capazes de atender os maiores navios do mundo;
- Guindastes são utilizados na movimentação de cargas especiais, geralmente de grande volume e peso;
- Transteiners são equipamentos em forma de um travessão, com movimentação própria sobre trilhos (RMG) ou pneus (RTG), utilizados nos terminais para manuseio e empilhamento de contêineres. Transferem os contêineres dos caminhões ou trailers, podendo empilhar até quatro contêineres de altura. Movem-se somente em linha reta;
- Reach Stackers são empilhadeiras de alcance, é um veículo utilizado para movimentação de contêineres de cargas intermodais em pequenos terminais ou de portos de tamanho médio. Reach Stackers são capazes de transportar um recipiente a

curtas distâncias muito rapidamente e empilhá-los em várias linhas, dependendo do seu acesso;

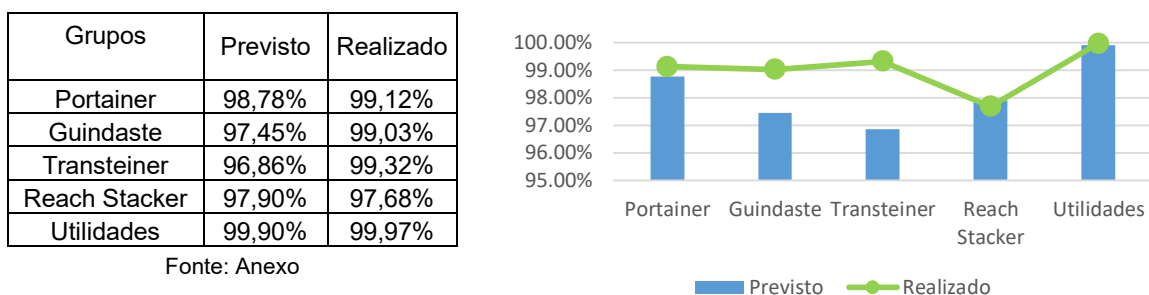
- Utilidades são áreas de suporte ao terminal portuário.

### Análise de indicadores

Primeiramente, a análise começou pelo indicador de disponibilidade intrínseca nos grupos de ativos do terminal de Vila Velha no período de coleta.

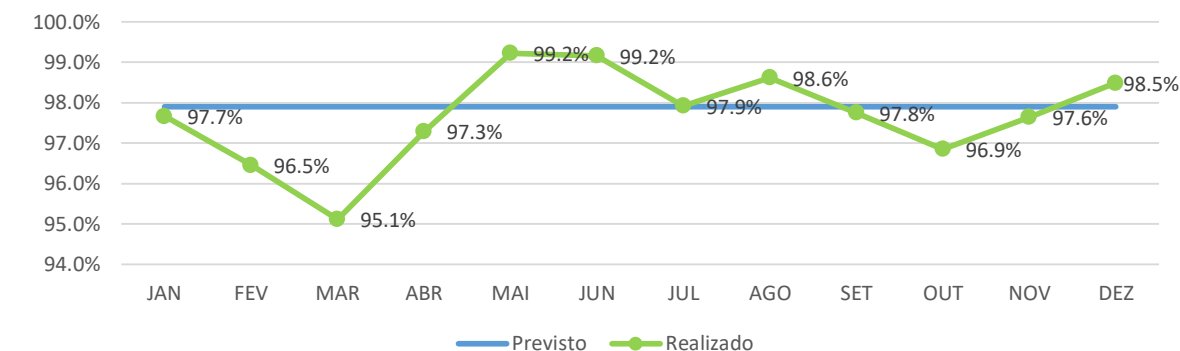
O gráfico 1 apresenta a comparação entre o previsto x realizado de cada grupo de ativos. Nele, podemos verificar que o grupo Reach Stacker não atingiu a meta de disponibilidade no período estudado. A partir dessa observação, foi feita uma nova estratificação do grupo de equipamento

Gráfico 1 - Indicador de Disponibilidade por grupo de equipamentos - TVV 2014.



O gráfico 2 apresenta o desempenho do indicador de disponibilidade intrínseca do grupo Reach Stacker no ano 2014. Observa-se que o grupo não atingiu a meta estipulada nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro e novembro.

Gráfico 2 - Indicador de Disponibilidade Mensal - Reach Stacker - TVV 2014.



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Previsto	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%
Realizado	97,7%	96,5%	95,1%	97,3%	99,2%	99,2%	97,9%	98,6%	97,8%	96,9%	97,6%	98,5%

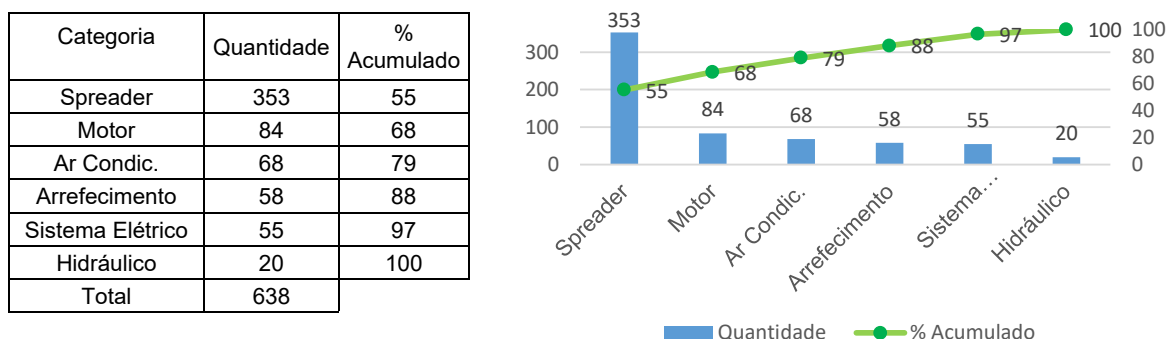
Fonte: Anexo

### Análise de falhas

A seguir foi feita uma análise de falhas ocorridas no sistema de todos os equipamentos do Terminal com o intuito de confirmar a informação estratificada nos indicadores anteriores.

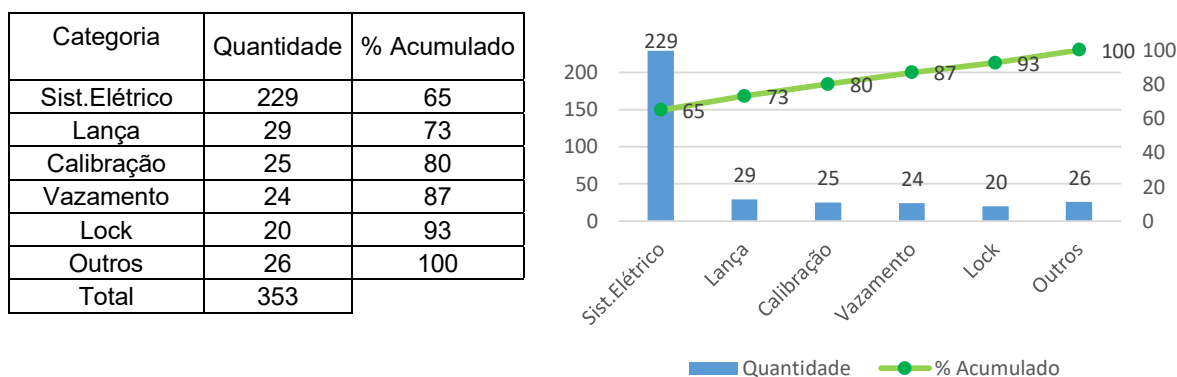
Para verificar e priorizar as ocorrências das falhas foi utilizado o gráfico de Pareto, uma importante ferramenta para análise de dados. O gráfico 4 foi empregado para verificar as especialidades das manutenções corretivas no sistema dos equipamentos.

Gráfico 4 - Estratificação de falha por sistema.



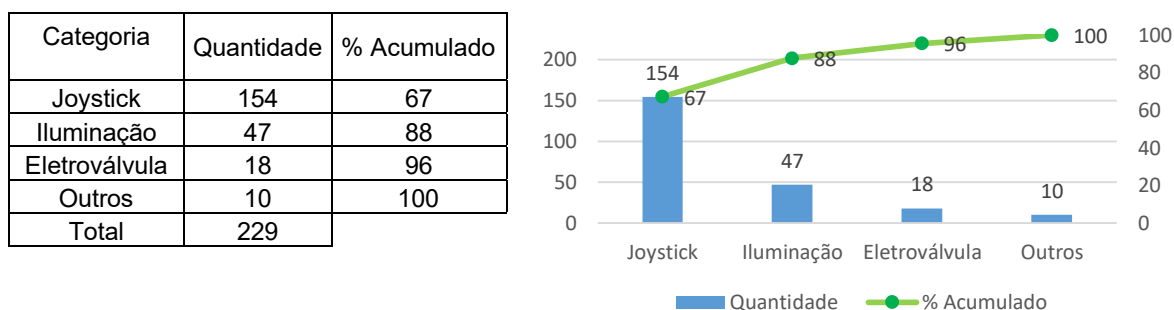
Após a análise, percebe-se que os conjuntos Spreader e Motor respondem por 68% das ocorrências, como mostra o gráfico 4. Com isso, realizou-se uma nova estratificação para identificar os subconjuntos com maior número de ocorrência e conclui-se que o sistema elétrico corresponde a 65% das falhas. Conforme gráfico 5.

Gráfico 5 - Estratificação de falhas do conjunto Spreader.



Faz-se necessário utilizar novamente o gráfico de Pareto no conjunto identificado no gráfico acima. Analisando o gráfico 6, fica evidente que o joystick corresponde a 65% das paradas não programadas no subconjunto Sistema Elétrico do Spreader, mostrado no gráfico 6.

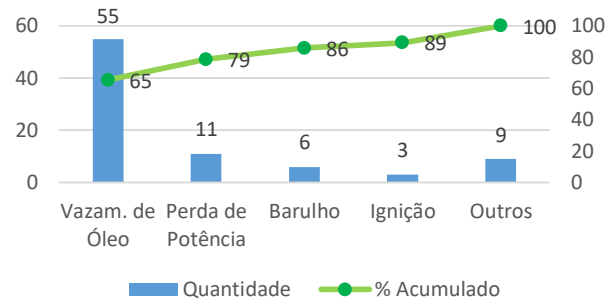
Gráfico 6 - Estratificação de falhas do Sistema Elétrico do Spreader.



Analisando o conjunto motor e realizando uma estratificação, chega-se à conclusão de que o vazamento de óleo corresponde a 65% das ocorrências de paradas não programadas conforme ilustrado no gráfico 7.

Gráfico 7 - Estratificação de falhas do conjunto Motor.

Categoria	Quantidade	% Acumulado
Vazam. de Óleo	55	65
Perda de Potência	11	79
Barulho	6	86
Ignição	3	89
Outros	9	100
Total	84	



Portanto, as maiores ocorrências foram:

- Falha no Joystick;
- Vazamento de óleo.

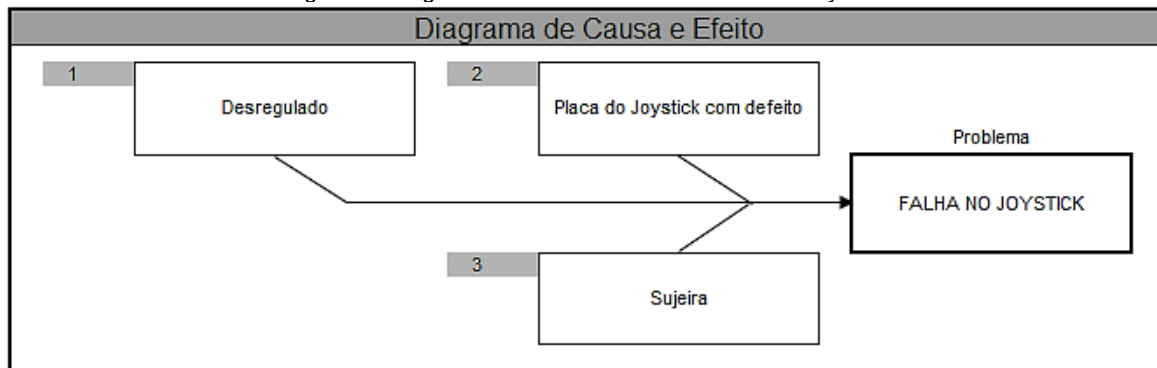
### Identificação das causas

Por meio de um *brainstorming* com o engenheiro e inspetores do equipamento, foram levantadas as possíveis causas.

Primeiramente foi elaborado o diagrama de causa e efeito, técnica dos Porquês e plano de ação da falha no joystick, e posteriormente, do vazamento de óleo.

As possíveis causas da falha do joystick são mostradas no diagrama, ilustrado, conforme figura 3. Com esse diagrama, foi utilizada a técnica dos Porquês para identificar a causa raiz dessas falhas para, então, propor um plano de ação.

Figura 3 - Diagrama de Causa e Efeito da Falha no Joystick.



Conforme figura 4, foi definido o que fazer para que cada uma das causas não ocorra novamente elaborando-se um plano de ação a fim de eliminar as causas para que a falha no joystick não ocorra novamente, conforme figura 5.

Figura 4 - Técnica dos porquês para a falha no Joystick.

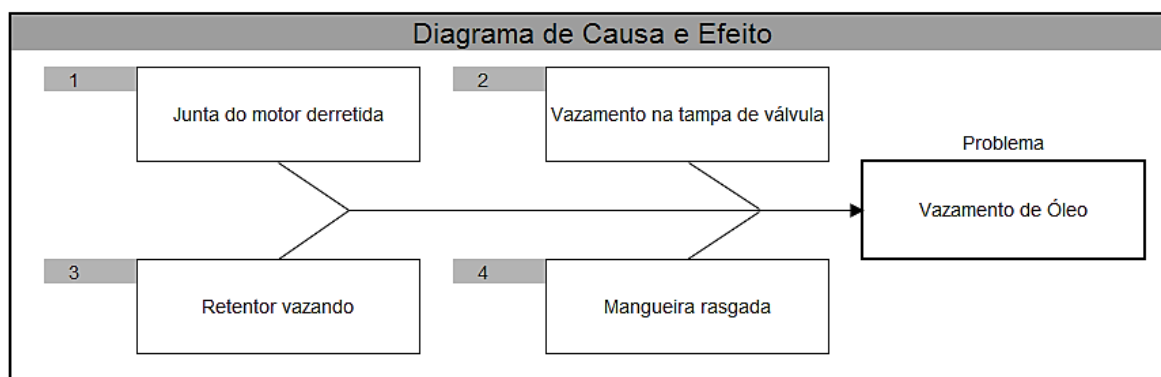
Técnica dos Porquês			
Causa 1: Desregulado		Causa 2: Placa do Joystick com Defeito	
1º Porque	Desregulado	1º Porque	Placa do Joystick com defeito
2º Porque	Falha nos sensores de ângulo e alcance	2º Porque	Oxidação
3º Porque	Rompimento dos cabos	3º Porque	Por causa da maresia
4º Porque	Estavam ressecados	4º Porque	
5º Porque	Por causa da maresia	5º Porque	
O que fazer?	Adicionar graxas aos cabos nas manutenções preventivas.	O que fazer?	Isolar a placa
Causa 3: Sujeira			
1º Porque	Sujeira		
2º Porque	Espaços entre os botões permitem passagem de pequenas partículas		
3º Porque	Não há proteção		
4º Porque			
5º Porque			
O que fazer?	Proteger o joystick		

Figura 5 - Plano de ação para a falha no Joystick.

Plano de Ação					
CAUSA	O QUE	PORQUE	COMO	ONDE	QUEM
1	Adicionar graxa aos cabos do Joystick	Para evitar o desgaste causado pela maresia.	Adicionando esse procedimento na manutenção preventiva	Joystick	Mecânico
2	Isolar a placa do Joystick	Pra evitar a oxidação	Envolvendo a placa em um material isolante e completamente vedado	Joystick	Mecânico
3	Proteger o Joystick	Para bloquear a entrada de partículas de sujeira	Colocando uma proteção plástica para proteger o joystick	Joystick	Mecânico

As possíveis causas do vazamento de óleo foram mostradas no diagrama, ilustrado de acordo com a figura 6. Com esse diagrama, foi utilizada a técnica dos Porquês para identificar a causa raiz dessas falhas para, então, propor o plano de ação em cima delas.

Figura 6 - Diagrama de Causa e Efeito do Vazamento de óleo.



Conforme figura 7, foi identificado o que fazer para que cada uma das causas não ocorra novamente elaborando-se um plano de ação a fim de eliminar as causas para que o vazamento de óleo não ocorra novamente, ilustrado na figura 8.

Figura 7 - Técnica dos porquês para o Vazamento de óleo.

Técnica dos Porquês	
<b>Causa 1: Junta do motor derretida</b>	
1º Porque	Junta do motor derretida
2º Porque	Super aquecimento
3º Porque	Nível de água estava baixo
4º Porque	Não completaram o nível de água
5º Porque	Não fazia parte do check-list diário
O que fazer?	Incluir a verificação do nível de água no check-list diário
<b>Causa 2: Vazamento na tampa de válvula</b>	
1º Porque	Vazamento na tampa de válvula
2º Porque	Junta da tampa de válvula ressecada
3º Porque	Tempo de vida útil ultrapassado
4º Porque	Não inspecionaram a junta no plano de manutenção
5º Porque	
O que fazer?	Tornar obrigatória a verificação das juntas no check list da preventiva.
<b>Causa 3: Retentor vazando</b>	
1º Porque	Retentor vazando
2º Porque	Má instalação
3º Porque	Não há instrução detalhada para instalação do retentor
4º Porque	
5º Porque	
O que fazer?	Alterar o procedimento de instalação do retentor
<b>Causa 4: Mangueira rasgada</b>	
1º Porque	Mangueira rasgada
2º Porque	Ressecamento do material
3º Porque	Tempo de vida útil ultrapassado
4º Porque	Não foi verificado na preventiva
5º Porque	Não consta a verificação da mangueira na preventiva
O que fazer?	Inserir a verificação das mangueiras no check list de manutenção preventiva

Figura 8 - Plano de ação do vazamento de óleo.

Plano de Ação					
CAUSA	O QUE	PORQUE	COMO	ONDE	QUEM
1	Verificar o nível de água diariamente	Para que não ocorra danos a junta do motor	Incluindo a verificação do nível de água no check-list diário	Pátio TVV	Operador
2	Tornar obrigatória a verificação da junta no check-list da preventiva.	Para garantir que não ocorra vazamento de óleo na tampa de válvula.	Incluindo a verificação no check-list como item indispensável	Sala SGM	Engenheiro Mecânico
3	Alterar o procedimento de instalação do retentor	Para evitar que seja mal instalado e, consequentemente, o vazamento de óleo	Inserindo informações mais detalhadas de manuseio e instalação dos retentores	Sala SGM	Engenheiro Mecânico
4	Inserir a verificação de mangueiras no check list de manutenção preventiva	Para evitar que a máquina trabalhe com mangueiras danificadas	Inserindo uma linha com instrução no grupo motor no check-list RG-PCM-0008	Sala SGM	Engenheiro Mecânico

## CONCLUSÃO

Através de uma metodologia de identificação e análise das falhas nos ativos do Terminal, foram obtidos resultados importantes para a manutenção dos equipamentos reach stacker. O estudo mostrou que 68,0% das falhas são provenientes do Spreader e Motor. Feita a estratificação, identificou-se que o sistema elétrico das Reach Stackers representou 65% das falhas do spreader e ocorrências no motor corresponderam a 13% das falhas totais.

Os principais determinantes das manutenções corretivas foram:

- Falha no joystick. (67%)
- Vazamento de óleo no motor. (65%)

Uma análise detalhada destes problemas foi realizada a fim de determinar as causas prováveis e propor um plano de ação. Foi constatado que ações como: incluir a verificação do nível de água no *check-list* diário, colocar proteção plástica no joystick e envolver a placa do joystick com um material isolante, podem fazer com que os problemas sejam controlados. Se os planos de ação alcançarem a eficiência total espera-se obter uma redução de 32,39% nas paradas corretivas com base nos dados coletados no ano de 2014, sendo assim, o resultado do indicador de disponibilidade ficará acima da meta estabelecida.

Observa-se então que as ferramentas da qualidade utilizada são de grande importância para identificar as principais causas de paradas corretivas e que o plano de ação é importante para diminuir ou eliminar as paradas ocorridas por falhas nos equipamentos do TVV.

## REFERÊNCIAS

KARDEC, Alan, NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3ª Edição, Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

KUME, Hitoshi, **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 5ª edição. São Paulo: Editora Gente, 1993.

Norma Brasileira de Regulamentação, **NBR 5462: Norma Brasileira de Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total: TQM: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São Paulo: Nobel, 1994.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1996.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2009.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. & JOHNSTON, R. (1997) - **Administração da Produção**. Atlas. São Paulo.

WERKEMA, Maria Cristina Caratino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Editora Werkema, 2006.

WERKEMA, Maria Cristina Caratino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

XENOS, Harilaus Georgius d`Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

## ANEXO

Dados para cálculo da disponibilidade mensal.

JANEIRO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,013888889	3,4285	0,995965334	0,992587194
P02	0,025297619	2,290119048	0,989074269	
P03	0,041666667	5,683333333	0,99272198	
G26	0,049479167	1,762916667	0,97269958	0,982457761
G27	0,045138889	5,75375	0,992215942	
T01	0,020833333	2,194583333	0,990596201	
T02	0,006944444	8,7175	0,993204024	0,996597512
T03	0,020833333	6,088333333	0,996589824	
T04	0	0	1	
RS-01	0,037393162	1,29875	0,972014105	0,976644489
RS-02	0,02769765	0,696794872	0,961763958	
RS-03	0	0	1	
RS-05	0,034887566	0,787103175	0,957557227	0,976644489
RS-06	0,032696759	1,463854167	0,978151923	
RS-07	0,02827381	2,908988095	0,990374093	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

FEVEREIRO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,016203704	3,7325	0,995677518	0,995813456
P02	0,018055556	2,716333333	0,993396859	
P03	0,008680556	5,30375	0,998365992	
G26	0,083333333	1,974375	0,959501873	0,979750937
G27	0	0	1	
T01	0	0	1	
T02	0	0	1	0,966064453
T03	0,07507716	0,478009259	0,864257813	
T04	0	0	1	
RS-01	0,031944444	1,233035714	0,974747079	0,964536241
RS-02	0,029380342	1,309647436	0,978058452	
RS-03	0,036616162	0,689204545	0,949552057	
RS-05	0,03587963	0,690601852	0,950611777	0,964536241
RS-06	0,042572464	0,802173913	0,94960326	
RS-07	0,027083333	1,736708333	0,984644823	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

MARÇO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,042824074	4,446388889	0,990460672	0,990300305
P02	0,039930556	3,072083333	0,987168902	
P03	0,023148148	3,417083333	0,99327134	
G26	0,010416667	6,77625	0,998465128	0,999232564
G27	0	0	1	
T01	0	0	1	
T02	0,024305556	4,323125	0,994409214	0,998602303
T03	0	0	1	
T04	0	0	1	
RS-01	0,029761905	0,618650794	0,954100367	0,951127798
RS-02	0,063244048	1,35	0,955249026	
RS-03	0,04130117	0,511995614	0,925354401	
RS-05	0,042795139	0,529244792	0,925188546	0,951127798
RS-06	0,024594907	1,149305556	0,979048558	
RS-07	0,036057692	1,084647436	0,967825888	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

ABRIL				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,037615741	1,753958333	0,979004083	0,987828357
P02	0,021329365	1,941845238	0,989135268	
P03	0,013020833	2,784583333	0,99534572	
G26	0,024305556	10,13666667	0,99760795	0,993245331
G27	0,024305556	2,161979167	0,988882713	
T01	0	0	1	
T02	0,036458333	4,198541667	0,99139185	0,996312197
T03	0,048611111	7,865416667	0,993857602	
T04	0	0	1	
RS-01	0,027256944	1,723385417	0,984430318	0,97289463
RS-02	0,018132716	1,704305556	0,989472647	
RS-03	0,03125	1,835	0,983255191	
RS-05	0,031994048	0,741011905	0,958610865	0,97289463
RS-06	0,071428571	1,642559524	0,958326098	
RS-07	0,099537037	2,610625	0,963272662	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

MAIO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,059027778	2,196875	0,973834077	0,9846546
P02	0,019123932	1,066025641	0,982376686	
P03	0,013888889	6,167291667	0,997753036	
G26	0,026041667	1,356458333	0,98163351	0,990581676
G27	0	0	1	
T01	0	0	1	
T02	0,045138889	8,35875	0,994628809	0,998657202
T03	0	0	1	
T04	0	0	1	
RS-01	0,020138889	1,631166667	0,987804263	0,992217543
RS-02	0,0625	4,130416667	0,985093908	
RS-03	0,015625	2,37765625	0,993471306	
RS-05	0,041666667	9,185	0,995484104	0,992217543
RS-06	0,017361111	4,390277778	0,996061131	
RS-07	0,012731481	2,749305556	0,995390546	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

JUNHO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0	0	1	0,995145601
P02	0,007638889	2,597583333	0,997067855	
P03	0,014930556	1,26875	0,988368948	
G26	0,020833333	2,744722222	0,992466854	0,98988835
G27	0,027777778	2,161145833	0,987309846	
T01	0	0	1	
T02	0	0	1	0,995043027
T03	0	0	1	
T04	0,069444444	3,432916667	0,980172106	
RS-01	0,015277778	2,583583333	0,994121357	0,991614043
RS-02	0,013888889	6,677916667	0,997924493	
RS-03	0,025	2,942916667	0,991576583	
RS-05	0,019965278	2,385	0,991698309	0,991614043
RS-06	0,040364583	1,812708333	0,978217488	
RS-07	0,018518519	4,786527778	0,996146027	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	



JULHO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,016203704	3,8275	0,995784352	0,990357599
P02	0,029040404	1,299659091	0,978143738	
P03	0,010416667	3,637777778	0,997144706	
G26	0,010416667	3,087708333	0,996637751	0,998318876
G27	0	0	1	
T01	0	0	1	
T02	0,027777778	7,99625	0,996538175	0,997924476
T03	0	0	0,995159729	
T04	0	0	1	
RS-01	0,023809524	1,203511905	0,980600417	0,979196654
RS-02	0,045580808	1,431969697	0,9691511	
RS-03	0,033055556	3,690166667	0,991121788	
RS-05	0,041782407	1,99125	0,978385046	
RS-06	0,025173611	1,99234375	0,987522481	
RS-07	0,041203704	1,262673611	0,968399095	
CABMED	0	0	1	0,999463807
SE01	0	0	1	
SE02	0,083333333	31	0,997319035	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

AGOSTO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,026388889	2,384416667	0,989053912	0,994667878
P02	0,019675926	4,707638889	0,995837822	
P03	0,005208333	5,859375	0,99911901	
G26	0,027777778	6,14125	0,99549722	0,99774861
G27	0	0	1	
T01	0	0	1	
T02	0,020833333	5,959166667	0,996516165	0,991929711
T03	0,038194444	1,288125	0,971202681	
T04	0	0	1	
RS-01	0,079861111	6,475	0,987816506	0,986196473
RS-02	0,028587963	2,250763889	0,987457854	
RS-03	0,385416667	18,03208333	0,979073345	
RS-05	0,152777778	7,885	0,980992535	
RS-06	0	0	1	
RS-07	0,049421296	2,671805556	0,981838597	
CABMED	0	0	1	0,99979859
SE01	0,03125	31	0,998992951	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

SETEMBRO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,013888889	3,796393586	0,997105435	0,996065152
P02	0,018229167	3,107611826	0,994533642	
P03	0,017361111	4,160870199	0,996556379	
G26	0	0	1	1
G27	0	0	1	
T01	0	0	1	
T02	0	0	1	1
T03	0	0	1	
T04	0	0	1	
RS-01	0,043981481	1,486732824	0,971514243	0,977538922
RS-02	0,038194444	2,346698097	0,984198308	
RS-03	0,035416667	1,678902078	0,980015987	
RS-05	0,027391975	0,804485335	0,968007065	
RS-06	0,066468254	2,16098809	0,970422299	
RS-07	0,028472222	2,911520656	0,991075626	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

OUTUBRO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,045138889	5,956041667	0,992478332	0,995160739
P02	0,024305556	13,63883333	0,998220695	
P03	0,026041667	4,663412781	0,994783189	
G26	0,043981481	2,218389253	0,981454006	0,989179255
G27	0,013888889	3,645268469	0,996904504	
T01	0	0	1	
T02	0,03587963	2,924865032	0,98837715	0,997094288
T03	0	0	1	
T04	0	0	1	
RS-01	0,368055556	10,35875	0,965688242	0,968544599
RS-02	0,051767677	1,563382565	0,968119683	
RS-03	0,035262346	1,667317776	0,979957547	
RS-05	0,096527778	1,852128796	0,950881309	
RS-06	0,628472222	12,70333333	0,952859182	
RS-07	0	0	0,99376163	
CABMED	0,409722222	30,58333333	0,986780193	0,997356039
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

NOVEMBRO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,014274691	1,010634444	0,986073052	0,984630746
P02	0,023809524	1,891845238	0,987571078	
P03	0,025848765	1,282824074	0,980248107	
G26	0,013888889	3,984583333	0,996526451	0,969386863
G27	0,05787037	0,944166667	0,942247274	
T01	0	0	1	
T02	0,045138889	2,43875	0,981827332	0,995231506
T03	0,006944444	7,697916667	0,999098693	
T04	0	0	1	
RS-01	0,069444444	1,253035714	0,947489235	0,976405787
RS-02	0,021412037	2,496736111	0,991496911	
RS-03	0,021157407	1,175222222	0,982315473	
RS-05	0,041666667	1,200958333	0,966468833	
RS-06	0,032083333	2,000833333	0,984218077	
RS-07	0,030753968	2,23827381	0,986446191	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	

DEZEMBRO				
	MTTR	MTBF	DI	DI GRUPO
P01	0,024305556	2,726388889	0,991163848	0,987729269
P02	0,008928571	2,037678571	0,995637379	
P03	0,052083333	2,153583333	0,97638658	
G26	0,013888889	2,395694444	0,994235979	0,993409616
G27	0,013888889	1,85875	0,992583253	
T01	0	0	1	
T02	0	0	1	0,984944164
T03	0,333333333	7,689166667	0,958450192	
T04	0,033564815	1,763888889	0,981326465	
RS-01	0,013888889	11,15041667	0,998755956	0,984905658
RS-02	0,010416667	13,71375	0,999240998	
RS-03	0,03515625	1,546041667	0,977766066	
RS-05	0,075	3,213916667	0,977196139	
RS-06	0,033234127	1,153333333	0,971991372	
RS-07	0,032378472	2,054322917	0,984483418	
CABMED	0	0	1	1
SE01	0	0	1	
SE02	0	0	1	
SAO	0	0	1	
SI	0	0	1	