

5º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DAS FALHAS

## INTRODUÇÃO

Sistemas perfeitos são aqueles que não falham. Essa afirmativa impõe uma cultura para os mantenedores de forma geral, de evitar as falhas a qualquer custo. Ao longo dos últimos anos, diversos métodos surgiram com o intuito de tratar as causas das falhas e evitar que elas aconteçam. O avanço tecnológico colaborou neste processo ampliando as ferramentas computacionais, matemáticas e de processo. De igual forma os desafios aumentaram. A necessidade de uma resposta cada vez mais rápida frente aos desafios de produção ou de prestação de serviços, elevam ao máximo a necessidade do aumento da disponibilidade de sistemas e equipamentos.

A maneira de abordar o tratamento da falha implica no tipo de retorno que se dá a disponibilidade da produção ou prestação de serviço. Os fatores que implicam nesse tratamento são basicamente, tempo, risco, custo, impacto, segurança e probabilidade.

Juntando todos esses fatores, o grande desafio é evitar que as falhas aconteçam, ou no mínimo, que aconteçam conforme prevemos.

Mostrar o processo empregado atualmente no Metrô Rio, que envolve esses fatores de maneira organizada e sistematizada é o objetivo desse trabalho.

## **DIAGNÓSTICO**

### **POR QUE FALHAS SÃO UM PROBLEMA?**

Para a norma NBR 5462, falha é o: "Término de um item desempenhar sua capacidade requerida." Se a função requerida de determinado ativo não é desempenhada, pressupõe-se que sua geração de valor foi interrompida e, portanto, inicia-se um processo (no tempo) onde o custo supera a receita esperada para aquela função.

É desejável garantir a máxima disponibilidade de ativos críticos, onde as perdas relativas a parada de produção ou da prestação de serviços, possam levar a números vultuosos, sejam eles financeiros, econômicos, jurídicos e de imagem.

A responsável por garantir essa disponibilidade e gerenciar os eventos de falhas é a função manutenção, conforme a definição a seguir da mesma NBR 5462: "(Função manutenção é:) "Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em estado no qual possa desempenhar uma função requerida."

Olhando por esse prisma, podemos evidenciar, com o gráfico abaixo (Gestão de Ativos, 2009), o pensamento global sobre a estratégia de manutenção, e conseqüentemente, sobre o tratamento primário das falhas.

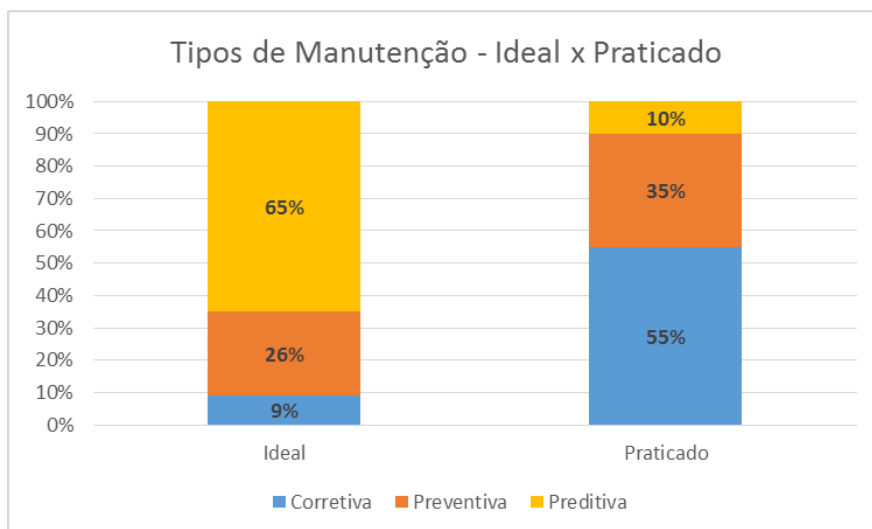


Figura 1 - Tipos de Manutenção - O que é praticado x ideal

Descrevendo o conceito de cada um dos tipos de manutenção acima, podemos evoluir o raciocínio visualizando a tabela abaixo:

**Tabela 1 - Tipos de Manutenção X Falhas X Custos**

Tipo de Manutenção	Relação com as falhas	Relação com os custos
Corretiva	As correções são feitas depois que o ativo falhe. Além disso, levam a uma maior indisponibilidade, o que gera uma maior perda de receita.	Pode-se dizer que os custos com as manutenções corretivas programadas e emergenciais são mais elevados do que as manutenções preventivas/preditivas.
Preventiva	As correções são realizadas antes que o ativo falhe. Existe planejamento, programação e coordenação e são realizadas atividades preventivas. Porém, cabe ressaltar que as atividades preventivas nem sempre	Os custos tendem a ser menores que as corretivas, embora existam casos que o custo pode ser elevado considerando a definição conservadora dos intervalos entre manutenções.

	têm as frequências adequadas, por vezes são mais curtas do que o necessário, levando a intervenções desnecessárias e outras vezes ocorre a falha antes de ter sido completado o período entre as inspeções.	
Preditiva	É possível prever quando o ativo irá falhar. Os ativos são monitorados e têm suas variáveis controladas, permitindo que funcionem por mais tempo, aumentando sua disponibilidade. O monitoramento preditivo permite estimar, com grau de certeza elevado, quando será necessário realizar intervenção para correção de algum problema.	Com a predição a manutenção atua no ponto certo da curva de deterioração que, aliado a solução técnica ideal, proporcionam reduções de custos e ou redução de impactos.

Aproveitando os conceitos firmados na tabela 1 e comparando-os com os dados da figura 1, podemos afirmar que dentre as estratégias de manutenções adotadas nas organizações, majoritariamente, não privilegiam o controle das falhas, seus impactos e custos (Tabela 2), e, portanto, a baixa previsibilidade dessas ocorrências torna as falhas um problema.

**Tabela 2 - Estratégias de Manutenção nas Organizações**

<b>Tipos de Estratégia (Impactos x Custos)</b>	<b>Estratégia adotada em função do total de manutenções</b>
Sem controle de Impactos x Sem controle de Custos	55%
Controle parcial de impactos x Controle parcial dos custos	35%
Controle total dos impactos x Controle total dos custos	9%

Os tipos de manutenção adotados pelas organizações e empresas esboçam o viés do tratamento das falhas, embora não deve ser o único processo responsável por gerenciar esse tema dentro do contexto da manutenção global na organização.

Independentemente da estratégia adotada para determinado ativo, o controle de suas falhas, e conseqüentemente, seus impactos e custos, podem ser feitos por processos adicionais, monitorando indicadores associados à sua taxa de falhas, não se limitando a esses.

No caminho de otimizar os custos de manutenção e os eventuais impactos das falhas sobre a disponibilidade sistêmica desejada, as falhas devem ter um tratamento exclusivo, com processo de gerenciamento próprio que monitore suas características e comportamentos.

## **COMO AS FALHAS ACONTECEM?**

Esta pergunta, obviamente, tem diversas respostas. Uma delas é vital para a elaboração de um processo para tomada de decisão sobre a estratégia para seu gerenciamento. Se é possível descobrir como elas ocorrem, ou melhor ainda, quando elas ocorrem, a previsibilidade está garantida, assim como o controle sobre os impactos, riscos e custos.

Falhas simplesmente acontecem? A resposta é: Não! As falhas dão sinais que acontecerão. Antes mesmo de ter uma causa raiz, já existem fatores que podem originar uma falha.

Sendo assim, é possível descrever a falha em estágios temporais<sup>1</sup> característicos. A tabela abaixo resume a descrição desses cenários, associando-os aos impactos sistêmicos, custos e riscos.

**Tabela 3 - Estágios Temporais de uma Falha**

<b>Estágio Temporal</b>	<b>Impactos Sistêmicos</b>	<b>Custos</b>	<b>Riscos</b>
Pré-Falha	Nenhum	Nenhum	Potencial
Maturação	Baixo ou Médio	Médio	Em curso
Falha	Alto	Alto	Materializado

Percebe-se que, para cada estágio da falha que abordamos acima, as ações necessárias para garantir a máxima previsibilidade da ocorrência da falha, são diferentes.

De um modo geral, se extingirmos a falha antes que ela ocorra (estágio "Falha") ela não existirá e, portanto, seus riscos, impactos e custos estão conseqüentemente mitigados.

A partir dessa conclusão podemos estabelecer o que chamaremos de Ciclo de Vida das Falhas (CVF). Gerenciar esse ciclo é o ponto chave para tratar as falhas no âmbito da organização de modo que a previsibilidade seja garantida.

---

1 Estágios temporais são ligações entre processos que obedecem uma sequência definida e não necessariamente em um determinado período de tempo.

## CICLO DE VIDA DAS FALHAS

Este ciclo se baseia nos estágios temporais onde a falha se enquadra, conforme descrevemos acima. Cada cenário precede o seguinte e assim sucessivamente, gerando a continuidade temporal necessária para a criação de um ciclo. Entre esses estágios existem zonas de transição, que podem variar conforme o tipo de ativo a que estamos nos referindo especificamente.

Para exemplificar graficamente esse ciclo, propomos a figura abaixo:

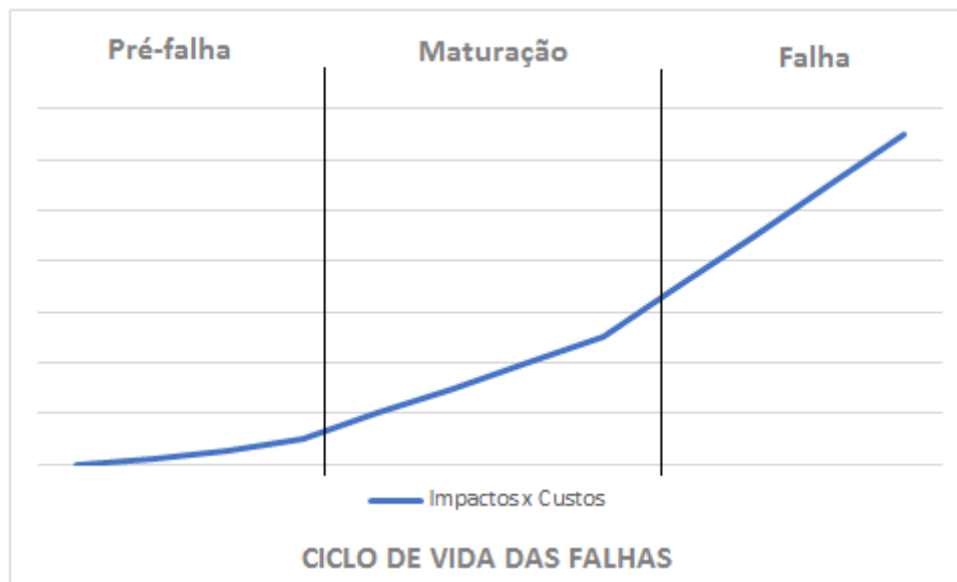


Figura 2 - Ciclo de Vida das Falhas

**PRÉ-FALHA** - Nesse estágio estão as falhas que ainda não aconteceram. Essas falhas 'não existentes' estão localizadas no processo de execução e registro das inspeções e manutenções preventivas e corretivas.

Esses processos de manutenção são desenvolvidos e planejados para que os ativos recebam o cuidado necessário a ponto de restaurar sua função requerida e continuar rendendo dentro

daquilo para o qual foi projetado. Nesse momento ainda não há falhas ocorrendo, mas um eventual desvio nesse processo de manutenção empregado, pode deixar uma brecha que num futuro hipotético pode se tornar uma falha.

Exemplos:

- 1) Utilização de ferramentas inadequadas - Torque incorreto; valores de medidas errados; danos aos próprios equipamentos (quebras, curto circuito e etc.)
- 2) Documentação inconsistente - Erros de ligações em campo; montagens incorretas ou valores de ajustes inadequados.
- 3) Controles inconsistentes - Dados de relatórios incorretos; registros inadequados e outros.

**MATURAÇÃO** - Na maturação as falhas estão começando a aparecer, ainda não totalmente desenvolvidas e com baixo potencial danoso. Nesse estágio as funções requeridas para determinado ativo não ocorrem perfeitamente, mas ainda não há degradação o bastante para impedir o funcionamento ou a perda total da função de projeto.

Dentro desse mesmo estágio, etapa estão também os defeitos que no âmbito intrínseco a determinado ativo causa a perda da função, mas no âmbito sistêmico não causam impactos significativos.

Exemplos:

- 1) Falha de um componente de um equipamento maior - Uma perda de indicação ótica (sinalizador); perda de uma função secundária do ativo.



2) Sintomas de mal funcionamento crônico sem perda da função - Aquecimento; ruído anormal; intermitência e outros.

**FALHA** - Aqui estão as falhas clássicas. Perda total da função do ativo com impacto sistêmico.

Exemplo:

1) A função requerida para o ativo deixa de ser desempenhada - Inoperância, desligamentos, quebra, parada e outros.

**Observação:** Para todos os estágios acima, a natureza ou origem da falha não muda a classificação do estágio.

Observamos que em todos os estágios a falha pode ser tratada conforme a sua característica evolutiva. Se eventualmente mitigarmos falhas no estágio inicial, não teremos os dois estágios seguintes, mas se por ventura, esse tratamento deixa passar falhas ao estágio de maturação, ainda assim existe a chance de tratamento prévio, claro, com aumento dos riscos e custos. Mas se, de igual forma, o tratamento nesse estágio for ineficaz, a falha acontecerá de fato, causando impactos, materializando riscos e aumentando as perdas, e ainda assim, existirão ações a serem tomadas.

Para cada estágio definimos processos distintos, mas complementares, com objetivos comuns e específicos. A relação entre esses processos também tem relevância, pois todos, embora distintos, miram o mesmo resultado.

Abaixo vamos discorrer sobre cada um deles e suas interfaces.

## **ESTÁGIO: PRÉ-FALHA → PROCESSO: RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO TÉCNICA**

Para o estágio de pré-falha, conforme explicitado acima, foi necessário desenvolver um processo que pudesse perceber nuances do processo manutenção em seu aspecto amplo, envolvendo desde os processos prévios de programação e planejamento, seus elementos de execução, e até as rotinas de conclusão, como controle de dados, relatórios e pendências.

Neste caso foi criado um processo que denominamos de Relatório de Verificação Técnica - RVT. Este processo tem uma abordagem semelhante a uma auditoria, e propositalmente esse nome não foi utilizado para evitar o falso entendimento do caráter investigativo/punitivo que as auditorias carregam equivocadamente.

O primeiro passo foi elencar as disciplinas que pretendíamos verificar nessas incursões e como seriam seus papéis e responsabilidades.

Definimos as seguintes disciplinas para a verificação técnica:

1. Programação
2. Controle de Dados (Sistema Informatizado da Manutenção)
  - a. Geral
  - b. Somente corretiva
3. Tratativas de Pendências
4. Execução
5. Documentação
6. Serviços de Apoio
7. Segurança

## 8. Regulatório

Para cada disciplina foram inseridos subitens para uma verificação detalhada que podem ser verificados na figura 3.

### AVALIAÇÃO:

Cada subitem recebe uma avaliação de acordo com seu padrão específico, seja ele regulamento, procedimento, documento técnico ou administrativo, e até mesmo a resposta para uma simples pergunta. Conforme o término da avaliação de todos subitens de uma mesma disciplina, uma nota é gerada para a disciplina. Esta nota começa no valor de 10 (dez) e é reduzida a cada não-conformidade encontrada.

Ao término da verificação técnica, o relatório final exibe uma nota geral, que é a média das notas de cada disciplina, mensurando o nível que está o processo verificado como um todo.

Cada item pode receber três tipos distintos de avaliação:

OK - Quando o item avaliado está plenamente conforme o esperado.

NOK - Quando alguma não-conformidade foi encontrada no item avaliado.

NA - Quando aquele item não se aplica ao processo e ou ativo avaliado (neste caso o item será expurgado do cálculo da nota da RVT).

### AÇÕES

No caso dos itens avaliados como NOK, é obrigatório o preenchimento da coluna "Causa do Desvio". Esta coluna é parametrizada com os principais desvios previstos para cada sub-item.

Desta forma é possível concatenar os desvios de acordo com grupos pré-definidos.

Nº DOC		DESCRIÇÃO DO SERVIÇO			
RESPONSÁVEL VT		MATRÍCULA DO RESPONSÁVEL			
ORDEM DE SERVIÇO		RESPONSÁVEL PELA EQUIPE			MATRÍCULA
LOCAL		GERÊNCIA MANUTENÇÃO			
SISTEMA		COORDENAÇÃO MANUTENÇÃO			
TIPO DE MANUTENÇÃO		TIPO DE NOTA DE CORRETIVA			
DATA DA VERIFICAÇÃO		NOTA RVT			
<b>PROCESSO</b>					
<b>1.</b>	<b>PROGRAMAÇÃO</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>1.a</b>	Atividade planejada a ser verificada ocorreu conforme previsto?				
<b>1.b</b>	Preventiva ocorreu dentro da periodicidade planejada?				
<b>1.c</b>	Ativo disponibilizado conforme previsto?				
<b>2.1</b>	<b>SAP (GERAL)</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>2.1.a</b>	Atividade acompanhada concluída no SAP?				
<b>2.1.b</b>	Mão de obra realizada x Mão de obra apropriada				
<b>2.1.c</b>	Tempo realizado x tempo apropriado				
<b>2.1.d</b>	Horário realizado x horário apropriado				
<b>2.1.e</b>	Materiais utilizados x materiais apropriados				
<b>2.1.f</b>	Suboperações realizadas x suboperações apropriadas				
<b>2.1.g</b>	Ativo no SAP x campo				
<b>2.1.h</b>	Relatórios/checklists anexados?				
<b>2.1.i</b>	Pontos de medição lançados?				
<b>2.2</b>	<b>SAP (SOMENTE CORRETIVA)</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>2.2.a</b>	Preenchimento do Local de instalação				
<b>2.2.b</b>	Preenchimento da Prioridade da ordem				
<b>2.2.c</b>	Preenchimento do Homem hora estimado				
<b>2.2.d</b>	Preenchimento do Sintoma				
<b>2.2.e</b>	Preenchimento da Parte do objeto				
<b>2.2.f</b>	Preenchimento da Causa				
<b>2.2.g</b>	Preenchimento da Ação				
<b>3.</b>	<b>TRATATIVA DE PENDÊNCIAS</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>3.a</b>	PPV foi gerada?				
<b>3.b</b>	Foram abertas CPs quando necessário?				
<b>QUALITATIVAS</b>					
<b>4.</b>	<b>EXECUÇÃO</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>4.a</b>	Mão de obra prevista x Mão de obra realizada				
<b>4.b</b>	Tempo previsto x tempo realizado				
<b>4.c</b>	Suboperações previstas x suboperações realizadas				
<b>4.d</b>	Ferramentas				
<b>4.e</b>	Limpeza ao final da atividade				
<b>4.f</b>	Condições do local de trabalho antes da atividade				
<b>5.</b>	<b>DOCUMENTAÇÃO</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>5.a</b>	A equipe estava com Lista de Tarefa de Manutenção pertinente atualizado?				
<b>5.b</b>	A equipe estava com o PET pertinente atualizado?				
<b>5.c</b>	Os documentos técnicos necessários para o processo de manutenção estão disponíveis?				
<b>5.d</b>	Os documentos técnicos necessários para a atividade estão carimbados, completos e legíveis?				
<b>5.e</b>	Documentação técnica necessária para atividade esta atualizada/de acordo com o campo?				
<b>5.f</b>	As pastas organizadas pela equipe de Documentação estão nos armários / acrílicos das SSP, SSA, SSR ou SCGE?				
<b>6.</b>	<b>SERVIÇOS DE APOIO</b>				
<b>NOTA GERAL</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>6.a</b>	Veículos auxiliares necessários para viabilizar transporte de pessoas e materiais				
<b>6.b</b>	Disponibilidade do material				
<b>6.c</b>	Tempo de disponibilização do material				
<b>7.</b>	<b>SEGURANÇA</b>				
<b>NOTA</b>	<b>0</b>	<b>OK</b>	<b>NOK</b>	<b>N/A</b>	<b>CAUSA DO DESVIO</b>
<b>7.a</b>	EPI / EPC				
<b>8.</b>	<b>REGULATÓRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N/A</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
<b>8.a</b>	Fiscalização?				
<b>NOTA RVT</b>	<b>0,0</b>				
<b>RESPONSÁVEL PELO RVT (OBRIGATÓRIO)</b>					
NOME					MATRÍCULA
<b>RESPONSÁVEL PELA MANUTENÇÃO (OBRIGATÓRIO) *Para as VTs do sistema de Bilhetagem/ RTP, estão aptos a assinar como responsável o supervisor de manutenção ou níveis superiores.</b>					
NOME					MATRÍCULA
<b>RESPONSÁVEL PELA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO (OBRIGATÓRIO)</b>					
NOME					MATRÍCULA

Figura 3 - Formulário do Relatório de Verificação Técnica

Todos os itens onde foram encontradas não-conformidades e que as ações necessárias sejam urgentes, elas são tomadas de imediato pelos responsáveis envolvidos no processo. Caso sejam não-conformidades não urgentes (entende-se que deve ser a regra), essas são tratadas de forma diferenciada que veremos a seguir.

Apesar da tratativa acima, todas os sub-itens avaliados com NOK, são acumulados em um banco de dados atrelados a suas respectivas causas do desvio e as observações que se façam pertinentes para uma análise posterior.

#### METODOLOGIA

Essa verificação se dá conforme o fluxo descrito na tabela abaixo:

**Tabela 4 - Fluxo Resumido das Verificações Técnicas**

Etapa	Responsável	Participantes
1. Planejamento e Programação anual das RVTs	Coordenação de Ativos	Planejamento e Controle da Manutenção, Área de Processos e Área de Engenharia de Manutenção
2. Execução da verificação	Área de Engenharia de Manutenção	Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção
3. Devolutiva do resultado	Área de Engenharia de Manutenção	Supervisão da Manutenção, Coordenação da Manutenção, e Área de Engenharia de Manutenção
4. Controle das ações e resultados	Área de Processos de Manutenção	Gerencia de Ativos e Gerência de Manutenção

A etapa de planejamento e programação anual das RVTs acontece sempre no mês de dezembro, objetivando o ano seguinte. As premissas utilizadas para este planejamento, são

baseadas no banco de dados das falhas críticas que veremos mais à frente. A partir desses dados são levantadas as seguintes diretrizes para as verificações técnicas:

- Local
- Ativo
- Equipe
- Processo
- Quantidade
- Balanço entre tipos de manutenção (preventiva, corretiva e preditiva)

Uma vez definidos os critérios, é gerado um planejamento anual para guiar a execução do ano seguinte. Essas informações são publicadas em documento específico até o 5º dia útil do mês de Janeiro, e denomina-se "Guia para Elaboração das Verificações Técnicas - Ano 20XX"

**Tabela 5 - Exemplo do Planejamento Anual das RVTs**

Coordenação de Sistemas e Infra	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio	
	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real
TRÁFEGO AUTOM	5		4		4		5		4	
VIA PERMANENTE	2		3		2		2		2	
ENERGIA	5		4		6		5		6	
TELECOM/BILHETAG	1		2		2		1		2	
CIVIL	2		2		1		2		1	
MATERIAL RODANTE	4		5		4		4		4	
BOMB/VENTILAÇÃO	2		2		2		2		2	
EQUIPAMENTOS	2		1		2		2		2	
<b>Total</b>	<b>23</b>		<b>23</b>		<b>23</b>		<b>23</b>		<b>23</b>	

Os desvios encontrados são tratados trimestralmente com a participação das áreas de manutenção representadas pelo nível de coordenação. A idéia dessa reunião é que sejam tratadas as 3 principais causas apresentadas dentro das famílias de desvios pré-definidos no formulário conforme abaixo.

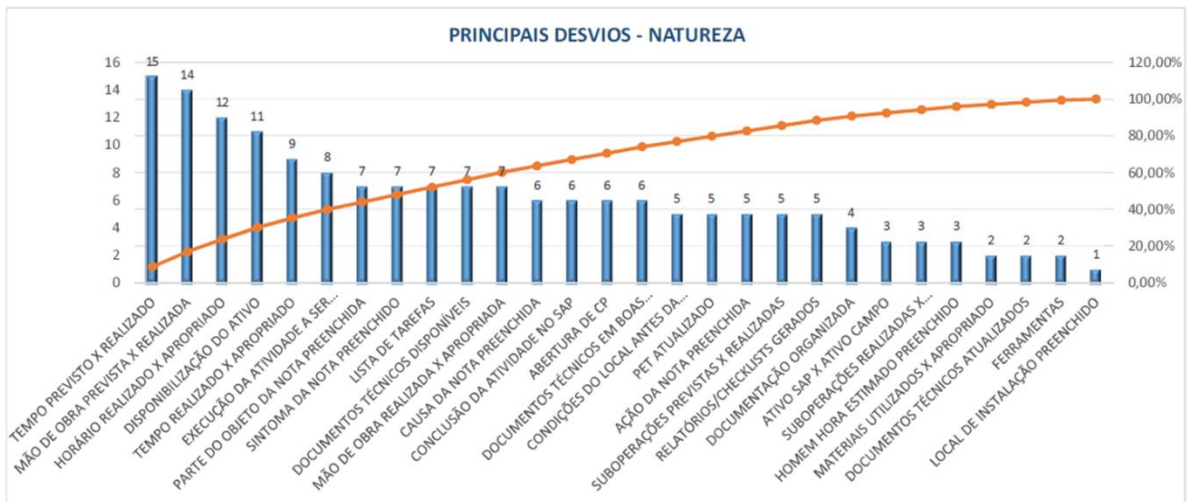


Figura 4 - Pareto dos principais desvios encontrados nas RVTs (amostragem mar/2018)

Neste encontro trimestral também são analisados os resultados (que veremos mais a frente) frutos das ações traçadas na reunião anterior, podendo ser classificadas como eficazes ou não, e então decidindo sobre a continuidade da ação ou a elaboração de novas ações.

A área de Processos, monitora as ações em um banco de dados, lembrando de prazos e arquivando evidências de suas conclusões e eficácias.

## ESTÁGIO: MATURAÇÃO → PROCESSO: GRUPOS DE TRABALHO

Para o estágio de Maturação, os objetivos precisam alcançar questões de profundidade maior do que o processo de verificação técnica é capaz de entregar.

Para tal, foi desenvolvido um processo que denominamos de Grupos de Trabalhos - GT. Estes grupos tem por função estudar as falhas crônicas (embora não críticas), eventuais defeitos, dentre outros motivos.

Para que, a profundidade que se espera das análises feitas pelos grupos seja garantida, a dinâmica dos Grupos de Trabalho é cadenciada de forma a entregar o resultado esperado. As ações costumam ser de longo prazo. Aliás essa é uma premissa: Se as ações são do tipo 'ver e agir' ou o problema apresentado ao grupo tiver necessidade de solução urgente, não deve estar no processo dos GTs.

O fluxo do processo dos GTs pode ser observado resumidamente na tabela abaixo.

**Tabela 5 - Fluxo Resumido dos Grupos de Trabalho**

Etapa	Responsável	Participantes
1. Reunião do GT por Grupo de Ativos	Área de Engenharia de Manutenção	Planejamento e Controle da Manutenção, Área de Processos e Área de Engenharia de Manutenção
2. Definição de Assuntos do GT	Área de Engenharia de Manutenção	Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção
3. Definição das ações do GT	Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção	Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção
4. Classificação RAMS <sup>2</sup>	Núcleo RAMS <sup>3</sup>	Núcleo RAMS
5. Controle das ações e resultados	Área de Processos de Manutenção	Gerencia de Ativos e Gerência de Manutenção

---

2 RAMS - Reliability, Availability, Maintainability and Safety (Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança)

3 Núcleo RAMS - Núcleo pertencente a Gerencia de Ativos Operacionais responsável por garantir o cumprimento dos requisitos e processos das disciplinas de RAMS.



Os grupos focam um horizonte a longo prazo, traçando ações para eliminar uma não-conformidade sistemicamente. Não são poucos os exemplos de ações estruturantes, ou que demandem, inclusive, a carteira de projetos da companhia.

## METODOLOGIA

Os grupos se reúnem periodicamente, divididos por área ou grupo de ativos, e a frequência do GT é definida no próprio fórum com a anuência das Coordenações das áreas envolvidas, de acordo com as necessidades e demandas do momento. Existem GTs com periodicidade semanal (menor periodicidade) e até GT que se reúne somente sob demanda (maior periodicidade).

Para os Grupos de Trabalho foi elaborado um formulário padrão para tratamento dos assuntos, conforme mostra a figura 5.

ITEM	DATA ENTRADA	REFERÊNCIA	ASSUNTOS	RAMS	Solicitante	FOLLOW UP
A.001						
A.002						
A.003						
A.004						
A.005						
A.006						
A.007						
A.008						

Figura 5 - Formulário de Assuntos dos Grupos de Trabalho

No ambiente da reunião são levadas, pelos participantes, os assuntos (problemas) que serão propostas para análise do grupo. Essas demandas devem estar baseadas em algum instrumento formal de controle da companhia. Entre esses estão um relatório técnico, um laudo, a abertura de um chamado pela operação ou até mesmo uma ação civil pública.

Ainda assim passa pelo crivo do GT a aceitação da demanda no grupo, baseados nas premissas determinadas para os GTs. Esta é uma avaliação conjunta e aberta entre os participantes do grupo.

Após a aceitação do assunto, esse passa a ser discutido nos grupos com a periodicidade definida pelos participantes, até que o mesmo seja concluído e validado por todos os envolvidos.

Todo assunto deve ser classificado dentro da disciplina RAMS mais aderente e esta classificação é validada pelo Núcleo RAMS posteriormente. Essa classificação visa mostrar o grupo de riscos que as ações estão trabalhando para mitigar, e por consequência mostrar o cenário onde os ativos estão frente sua estratégia de operação e manutenção. Essa parte do processo foi baseada nas recomendações da norma CENELEC 50126.

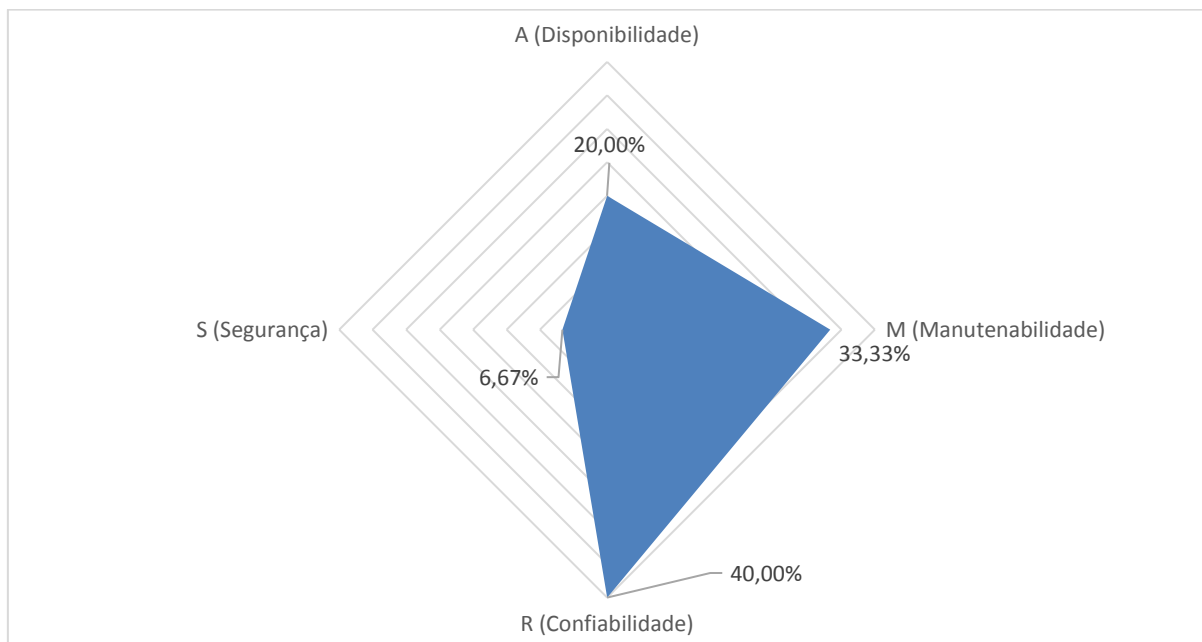


Figura 6 - Concentração dos Assuntos dos GTs em relação as disciplinas RAMS

Para que isso ocorra são levantadas ações com diversas responsabilidades, prazos e custos, com o objetivo de dar fim ao problema, que já se iniciou, mas que ainda não causou impactos relevantes. As ações após definidas entram em um banco de dados, para que possam ser controladas pela área de Processos de acordo com seu prazo e execução técnica, quando for o caso.

ITEM	DATA ENTRADA	ITEM RELACIONADO	AÇÕES	RESPONSÁVEL	Predecessoras	PRAZO	DATA CONCLUSÃO	Observações

Figura 7 - Formulário de Ações dos Grupos de Trabalho

## **ESTÁGIO: FALHA → PROCESSO: REUNIÃO DE ANÁLISE DE FALHAS**

Neste estágio a falha já ocorreu e junto com ela seus impactos e custos. Mas ainda há um trabalho a fazer. Enquanto nos estágios anteriores o principal objetivo era antecipar a ocorrência de uma falha desvendando suas possíveis causas antes delas ocorrerem, neste caso, não vamos trabalhar com o futuro, mas com o presente.

A falha já ocorreu, portanto existe uma hipotética causa que nem a RVT e nem os GTs perceberam, mas que existe, e caso, a existência desse mesmo modo de falha seja completamente bloqueada, esta mesma falha, por esse mesmo motivo, nunca mais acontecerá.

O processo de Reunião de Análise de Falhas - RAF, visa atender esse objetivo: o bloqueio definitivo da causa raiz das falhas críticas.

## METODOLOGIA

O primeiro passo para a elaboração de uma RAF é saber se de fato ela é necessária. A RAF analisa somente falhas onde o impacto é significativo para a companhia, e, portanto, definimos gatilhos específicos para essa abordagem:

- Segurança;
- Evacuação de uma composição;
- Ocorrência de um ION Nova (impacto no intervalo entre trens).

Satisfeita uma dessas premissas a RAF é aberta, e deve seguir o fluxo que está resumido na tabela abaixo.

**Tabela 6 - Fluxo Resumido da Reunião de Análise de Falhas**

Etapa	Responsável	Participantes
1. Análise preliminar	Área de Engenharia de Manutenção	Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção
2. Reunião de Análise de Falha	Área de Engenharia de Manutenção	Planejamento e Controle da Manutenção, Área de Processos, Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção
3. Encerramento da Análise de Falha	Área de Engenharia de Manutenção	Área de Processos, Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção
4. Avaliação da Eficácia	Área de Engenharia de Manutenção	Área de Processos, Área de Manutenção e Área de Engenharia de Manutenção

A análise preliminar (figura 8) deve acontecer em até 24h após o evento de falha que cumpra um dos gatilhos descritos acima. Espera-se dessa análise, um resultado ainda superficial, mas que direcione os pensamentos sobre a ocorrência em curto espaço de tempo. Do momento

20

da ocorrência da falha até a Reunião de Análise de Falha, deve ser cumprido o prazo máximo de 5 dias úteis, não sendo possível postergação desse prazo.

Durante a reunião de análise de falha são utilizados os métodos conhecidos para análise de hipóteses como o "diagrama de Ishikawa" e ou a metodologia dos "5 por quês"(figura 9).

Logo após a definição das principais possibilidades da causa raiz, é feito um teste de hipóteses para avaliar onde devemos de fato concentrar nossos esforços na busca pelo bloqueio dessa causa.

GERÊNCIA DE GESTÃO DE ATIVOS  
Rio de Janeiro, 99 de mês de 9999

# ANÁLISE PRELIMINAR

Evento: [DESCREVER EVENTO, EX.: EVACUAÇÃO MRXX]  
Data e hora do evento: 99/99/9999 99:99h  
Local: [DESCREVER LOCAL, EX.: CTR, VIA1]

1

GERÊNCIA DE GESTÃO DE ATIVOS  
Rio de Janeiro, 99 de mês de 9999

**1. REGISTRO DE INFORMAÇÕES**

**1.1. OPERAÇÃO**  
[Informação do RDC e/ou Relatório de Incidente enviado pela Operação]

**1.2. MANUTENÇÃO**  
[Informação do SAP lançada em Ordem/Nota]

**2. HISTÓRICO**

**2.1. HISTÓRICO DE FALHAS**  
[Histórico de falhas levantado no SAP, Informando se existe reincidência ou falhas similares no período observado]

**2.2. ÚLTIMAS PREVENTIVAS REALIZADAS**  
[Histórico de preventiva levantado no SAP]

**3. TESTES REALIZADOS**  
[Relatar os testes realizados]

**4. ANÁLISE DO ROTEIRO DE PREVENTIVA**  
[Analisar o roteiro de preventiva, verificando se o item que falhou possui rotina preventiva que mitigaria a falha]

**5. CONCLUSÃO**  
[Informar as conclusões parciais. Caso necessário, Informar possíveis análises/testes que serão realizadas para identificação da causa da falha]

**6. AÇÕES DE CONTINGÊNCIA**  
[Listar ações que devem ser realizadas de imediato para mitigar o risco de nova falha, caso existam. Informar que não são necessárias, quando for o caso]

2

Figura 8 - Modelo para Análise Preliminar da Falha


 <b>RELATÓRIO DE ANÁLISE DE FALHAS</b>												
Ocorrência da Parada											Repet.	
RAF	Data da falha	Hora da falha	OS	Área	Subsist.	Prazo	Data da Raf	Hora da Raf	Ev. Falha	Ev. Outros	ION 5min	ION AGETRANSP
Sintoma							Efeito					
Descrição sucinta da falha (ROC)												
Descrição do SAP												
Condição de ocorrência												
Causa Principal												
Remoção dos Sintomas												
O que?				Quem?			Como?				Quando?	
5 Porques												
Item		Porque										
Diagrama de Ishikawa												
Método			Medida			Material						
Mão-de-Obra			Máquina			Meio ambiente					0	
Teste de Hipóteses												
Causa			Decisão			Motivo						
Plano de Ações												
Ação	O que?	Porque?	Quem?			Como?	Precedente	(+)Dias	Quando?			
<a href="#">Clique aqui</a>												
Lista de Frequência												
Participante				Presente			Observações					
***OS CAMPOS ABAIXO DEVERÃO SER PREENCHIDOS APÓS A EXECUÇÃO DE TODAS AS AÇÕES PROPOSTAS NO PLANO DE AÇÃO OU CASO NÃO HAJA PLANO DE AÇÃO.												
Conclusão												
										Data da Conclusão:		
Confirmação de Bloqueio												
Padronização												
Conclusão												

Figura 9 - Modelo de formulário de Análise das falhas.

Após a definição das hipóteses a serem analisadas profundamente, são elencadas ações para atingir os resultados esperados na busca pela causa raiz. Essas ações têm responsáveis diversos, e seus prazos não podem ser mudados, a menos de uma mudança brusca de cenário, e com o aval formal dos gerentes das áreas envolvidas.

Muitas das vezes são necessárias mais de uma reunião para a conclusão de uma RAF. Dentro dessas reuniões novas ações podem ser abertas, conforme a necessidade.

Uma vez encontrada a causa raiz, e as ações de mitigação e bloqueio já foram concluídas então passamos a fase de análise da eficácia da RAF. Nessa etapa o responsável pela RAF define um período entre 90 e 365 dias para avaliar se as ações foram eficazes e se determinada causa raiz não volta a ocorrer, garantindo assim o final definitivo do bloqueio da causa raiz mapeada e a eliminação do risco de nova falha idêntica.

O Relatório anual das análises de falhas retroalimenta o planejamento das RVTs do ano seguinte priorizando os ativos ou processos onde mais ocorreram falhas críticas fechando esse ciclo.

O processo da RAF hoje é totalmente informatizado. O mesmo deve ocorrer para RVT e GT ainda este ano.

Este processo também atende as recomendações da norma CENELEC 50126.

## **INTERFACE ENTRE PROCESSOS**

Entre esses processos descritos acima existem interfaces naturais. Podemos dizer que eles são interdependentes. As RVTs são alimentadas pelas RAFs que por sua vez pode disparar ações para os GTs e vice-versa, fazendo assim com que esses processos se comuniquem de maneira muito sólida.

Essa relação entre eles garante o cobertura dos pontos de transição dentro dos estágios temporais da falha, fazendo com que eventuais indefinições possam passar despercebidas dentro da sistemática de gerenciamento do ciclo de vida das falhas, conforme mostra a figura 10.

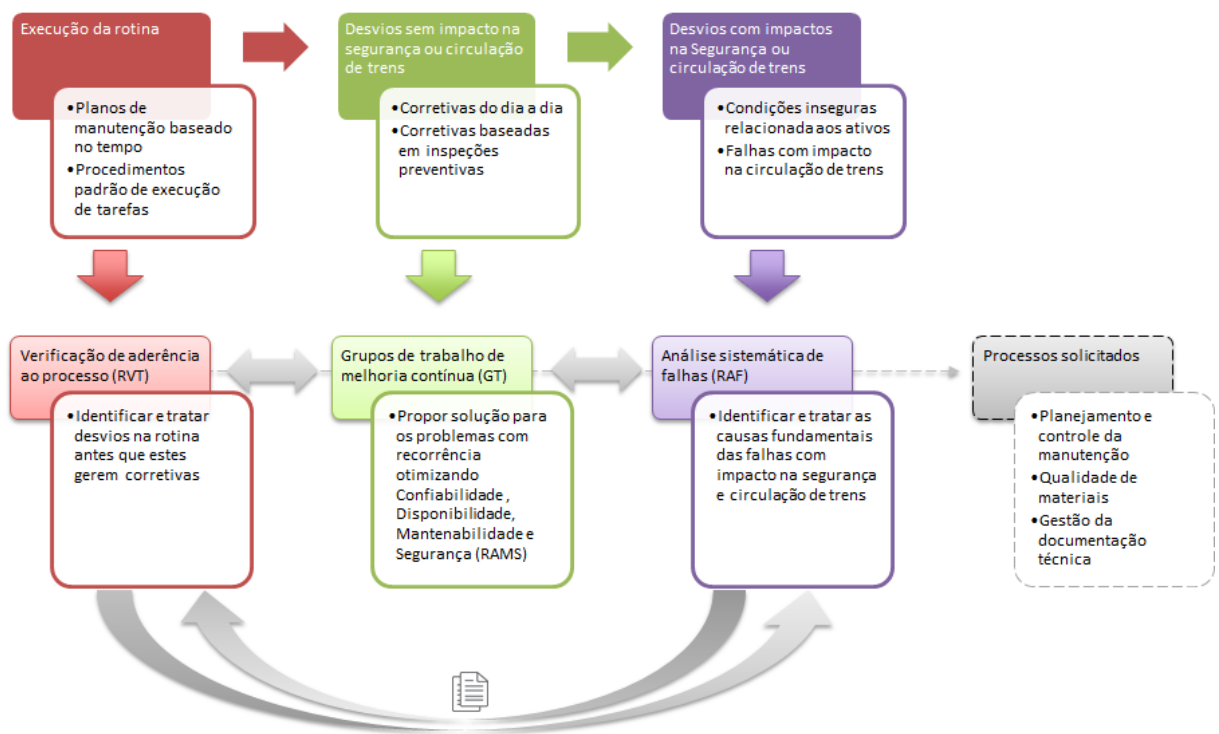


Figura 10 - Interdependência entre os processos de RVT, GT e RAF



## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Individualmente os processos mostram seus resultados (tabela 7) mas o ganho da integração entre eles é o resultado que esperamos para reduzir as falhas, riscos e custos.

**Tabela 7 - Resultados alcançados pelo processo de RVT (período 3º Tri/17 até 1º Tri/18)**

<u>Desvio</u>	<u>set/17</u>	<u>dez/17</u>	<u>mar/18</u>
MÃO DE OBRA REALIZADA X APROPRIADA	31%	21%	13%
TEMPO REALIZADO X APROPRIADO	31%	18%	16%
HORÁRIO REALIZADO X APROPRIADO	29%	22%	22%
ABERTURA DE CP	28%	14%	11%
FERRAMENTAS	25%	8%	4%
TEMPO PREVISTO X REALIZADO	17%	5%	27%
DISPONIBILIZAÇÃO DO ATIVO	13%	6%	20%
MÃO DE OBRA PREVISTA X REALIZADA	8%	10%	25%

Do universo de falhas hipotéticas para um determinado ativo, podemos estimar que o tratamento das falhas deveria ocorrer com a distribuição ideal, mostrada na tabela 8.

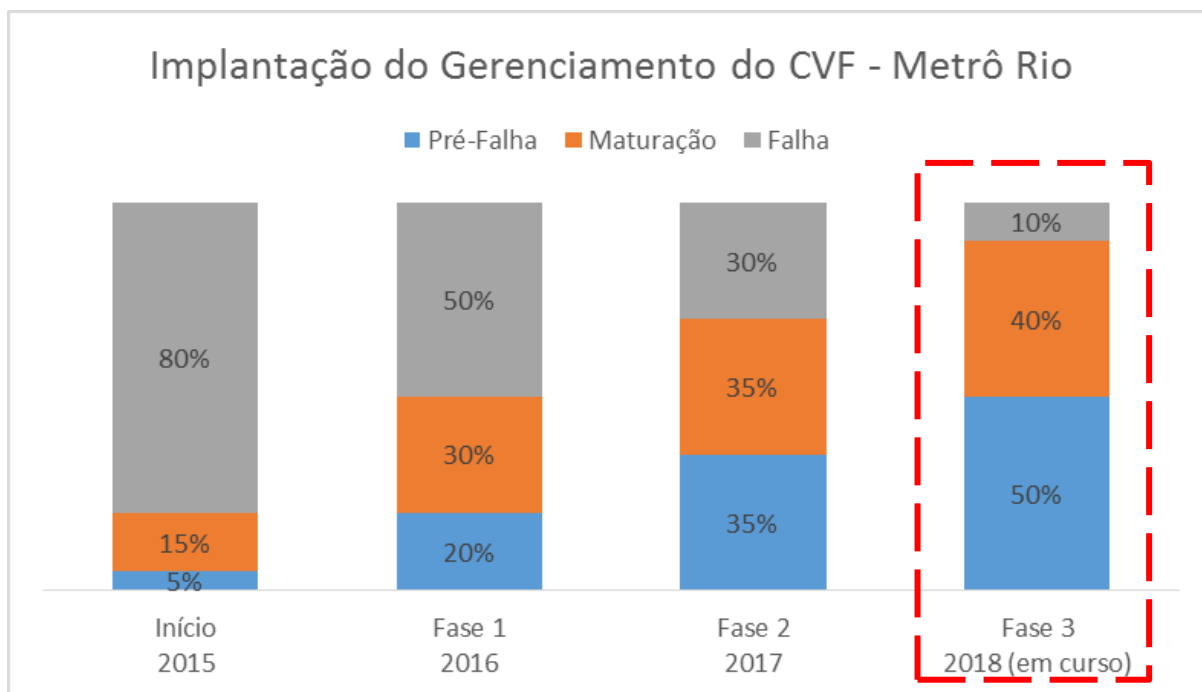
**Tabela 8 - Distribuição do tratamento das falhas por estágio temporal**

<b>Estágio Temporal</b>	<b>% Falhas tratadas</b>
Pré-Falha	50%
Maturação	40%
Falha	10%

É importante lembrar que as eventuais falhas que se mitigam nos estágios de pré-falha e Maturação são difíceis de controlar, pois as falhas necessariamente ainda não existiram e, portanto, não podem ser contadas, mas de maneira estimada, consideramos os valores

descritos na tabela acima. Mesmo assim é possível medir, o principal, que são as falhas que efetivamente ocorreram e podem ser medidas.

Após a implementação desse processo de gerenciamento e controle das falhas, é possível perceber a queda nos números de falhas críticas, conforme a figura abaixo.



## CONCLUSÕES

A função manutenção tem sido amplamente discutida nos últimos anos. Seu principal objetivo, passou de "consertar" para "prever". Nesse sentido, antecipar as ações de manutenção se tornam o único caminho possível.

Observar como as falhas se comportam e suas características, sejam elas por tempo, ciclo de vida, repetibilidade, o foco deve ser sempre o futuro. Antever, predizer, antecipar. Sem que com isso os custos, riscos e impactos aumentem. Pelo contrário, desejavelmente, diminuam.

O processo de gerenciamento do ciclo de vida das falhas tem colaborado não só para a redução das falhas críticas e o controle das ações da manutenção, mas também para o desenvolvimento dos profissionais envolvidos, gestores e executivos, pois fornece informações e dados valiosos, que engajam quem atua diretamente na solução das falhas.

A retroalimentação dos processos, converte esse processo em um PDCA, trazendo um viés de melhoria contínua para toda a manutenção e suas interfaces. Coloca em pé de igualdade áreas fornecedoras internas na busca única a que se propõe.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade

CENELEC 50126: Railways Applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio; LAFRAIA, João R.; ESMERALDO, João. GESTÃO DE ATIVOS.

QualityMark. Rio de Janeiro, 2014.