

5º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO

PREDITIVA EM CIRCUITOS DE INTERTRAVAMENTO – MPI

AUTORES

INTRODUÇÃO

O Metrô de São Paulo foi considerado em 2017 o mais eficiente modal de transporte da capital e seu bom desempenho se faz fundamental para a boa fluidez de usuários ao longo da cidade. Atualmente, a média de passageiros transportados diariamente ao longo do sistema ultrapassa os 4,7 milhões de usuários¹.

1 Referência: Informações do site oficial da Companhia (maio/2018).

São programadas em média 1100 viagens diariamente ao longo das linhas 1, 2 e 3. Denomina-se viagem programada o percurso completo de ida e volta de um trem ao longo da linha. Abaixo a média diária de viagens e usuários de acordo com cada uma das linhas:

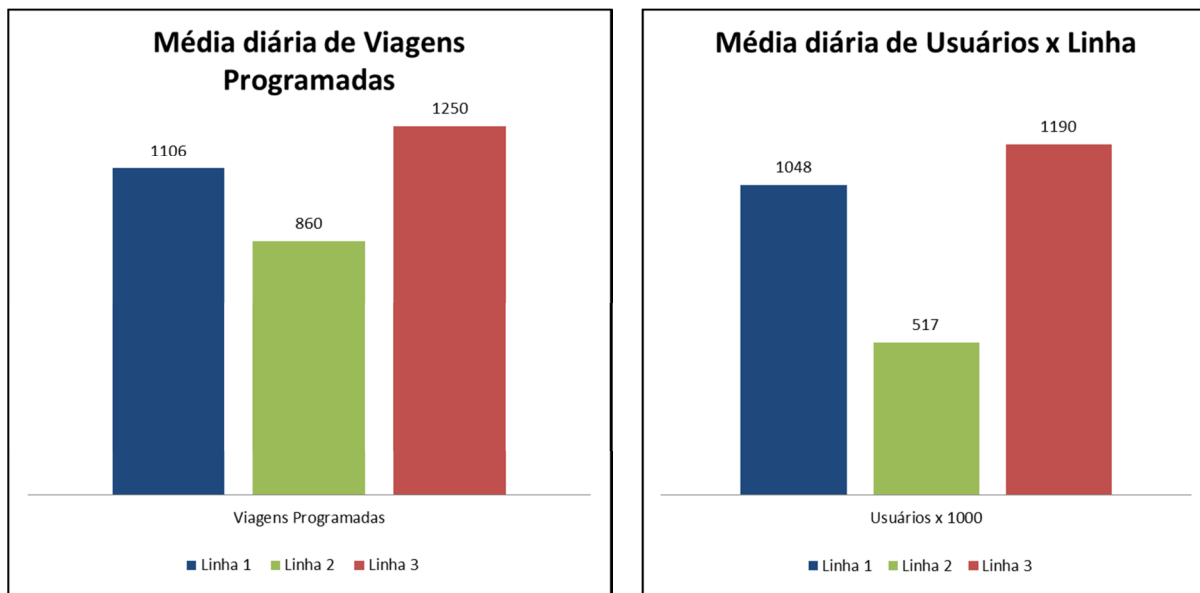


Figura 1 - Média de Viagens Programadas e Usuários por Linha

Diante da grande quantidade de usuários que fazem uso da rede, a eficiência e total operacionalidade da linha com relação a manobras e disponibilidade de trens para garantir essas viagens, tornam-se fatores determinantes para o bom funcionamento do sistema, justificando o título de eficiência atribuído a esta modalidade de transporte.

As manobras de trens ao longo das linhas, controladas através de sistemas de sinalização e controle de tráfego de trens por bloco², são realizadas em regiões de intertravamentos³.

² Sistema de sinalização de bloco fixo: a via é dividida em trechos de comprimento fixo denominados por "blocos fixos". Neste tipo de sinalização, os circuitos de via compõem os blocos possuem velocidade máxima permitida para cada trecho, de acordo com a localização dos circuitos em relação às estações e de acordo com as condições físicas da via (curvas, aclives ou declives).

Essas regiões possibilitam estratégias operacionais que aumentam a fluidez de trens ao longo da linha e viabilizam a operação em situações de contingência. Sendo assim, é de vital importância a alta disponibilidade dos equipamentos existentes nessas regiões. No total, existem 46 regiões de intertravamento ao longo das linhas 1, 2 e 3, sendo que cada região possui dois ou mais circuitos de detecção de ocupação, totalizando 115 circuitos.

Falhas em circuitos de via no intertravamento impactam de forma significativa a circulação de trens, pois inviabilizam alinhamentos de rota e manobras nessas regiões, podendo causar até a paralisação do tráfego de trens. Um panorama dos últimos 8 anos mostram a quantidade de ocorrências⁴ nesses tipos de circuitos nas linhas 1, 2, e 3.

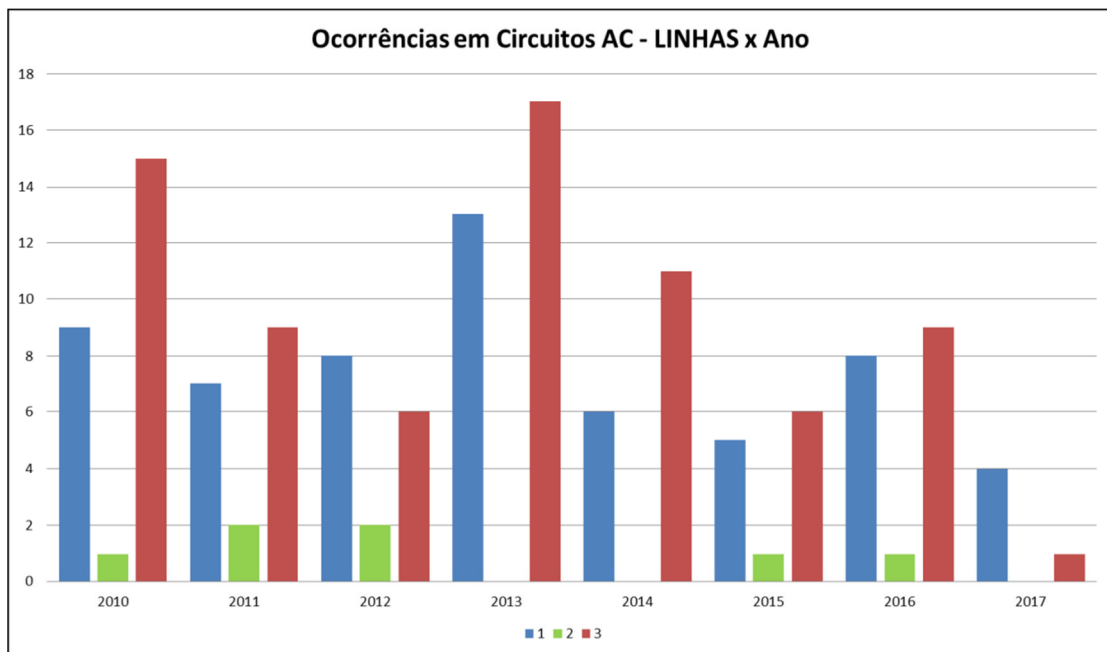


Figura 2 - Levantamento de ocorrências em circuitos AC (Fonte: SIGMA da Companhia)

3 Região específica do sistema de sinalização e controle, cercada por bloqueios e controle de alinhamento de rotas, destinada à manobra de trens na via com condições seguras de tráfego.

4 Quantitativo de ocorrências de acordo com indicador de desempenho de circuitos AC. Não necessariamente redundou em interferência operacional.

Do mesmo modo que falhas nesse sistema causam impactos, a ação de manutenção com objetivo de saná-los também causam interferências indesejáveis ao sistema. Diante desse cenário e a importância desses circuitos para o sistema de sinalização, elaborou-se um processo que aborda o conceito de manutenção preditiva, com envolvimento das áreas de engenharia de sinalização, via permanente, equipes de manutenção preventiva e restabelecimento de sistemas.

Este processo procura através do monitoramento de variáveis críticas ao funcionamento dos circuitos de detecção de ocupação, identificar desvios e mitigá-los de forma controlada e corrigi-los em momento definido, sem causar interferências ao sistema durante a operação comercial. Este artigo apresenta o desenvolvimento e implantação do processo de Manutenção Preditiva em Intertravamentos (MPI) baseado em monitoramento por condição dos circuitos AC que fazem parte destas regiões.

DIAGNÓSTICO

Para melhor entendimento do processo da MPI, serão conceituados de forma resumida, os circuitos de via de detecção de ocupação AC 60Hz, o processo de manutenção preditiva e os métodos de manutenção utilizados pela Companhia atualmente. Além disso, alguns estudos de caso de falhas servirão de referência para evidenciar a necessidade de uma nova abordagem de manutenção nesses equipamentos.

Circuitos de Via de Detecção e Ocupação AC 60Hz

Os circuitos de via de detecção AC 60Hz, comumente chamados de “circuitos AC”, fazem parte do Sistema de Proteção Automática de Trens (ATP - Automatic Train Protection) e são utilizados para detecção de ocupação de trens nas regiões de intertravamento.

Estes tipos de circuito de via têm como característica principal a injeção de um sinal em tensão alternada (AC) em uma das extremidades do circuito, fluindo diretamente através dos trilhos e coletado na extremidade oposta quando não há trens sobre o circuito de via. Este sinal é responsável por energizar o relé de detecção de ocupação na região do intertravamento. Quando da ocupação do trem sobre o circuito, o sinal de detecção é interrompido pelos rodeiros do trem, desenergizando assim o relé de detecção, indicando a ocupação do trem no circuito ao sistema ATP.

A Figura 3 traz um diagrama esquemático de um circuito AC:

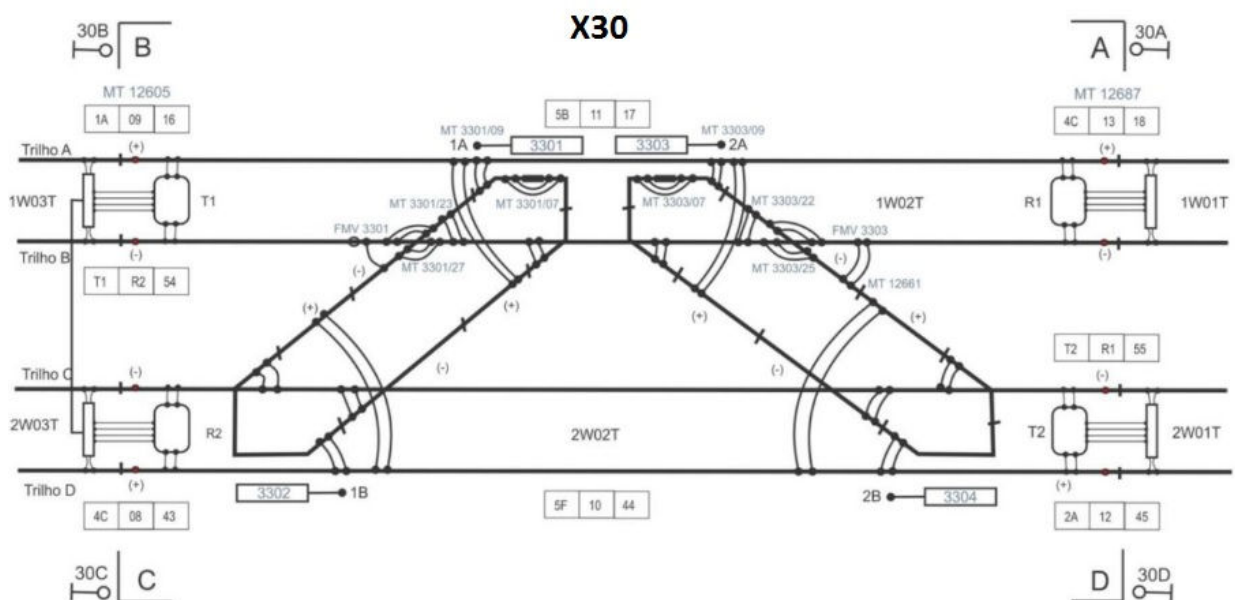


Figura 3 – Esquemático de um circuito AC

Existem dois tipos de corrente elétrica circulantes nos circuitos AC, a saber, correntes de propulsão ou tração elétrica de trens (DC) e a corrente de detecção (AC). Não há sobreposição de correntes DC e AC⁵.

Apesar da fácil abstração do funcionamento desses tipos de circuitos, a análise de falhas na via permanente se torna extremamente complexa, devida suas características construtivas e grande quantidade de componentes a serem verificados.



Figura 4 - Grande número de componentes e dimensões do circuito

Falhas nesses tipos de circuitos, conhecidas comumente pelo nome de “falsa ocupação”, geralmente são originadas por ausência, variação ou atenuação do sinal de ocupação, fazendo com que o relé seja desenergizado indicando ao ATP uma ocupação indevida.

5 Referência: Artigo Técnico METODOLOGIAS INOVADORAS DE DETECÇÃO, PREDIÇÃO E ANÁLISE DE DESVIOS FUNCIONAIS NOS COMPONENTES DE CIRCUITOS DE VIA AC (22ª Semana de Tecnologia Metroferroviária - 2016)

Conceituação de Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva corresponde a um acompanhamento estruturado e periódico dos equipamentos baseando-se em suas condições, de modo a reconhecer o seu estado real. Por meio de medições, diretas ou indiretas, e da interpretação de resultados, é possível saber se um equipamento está funcionando como deveria ou se requer maior atenção⁶.

A adoção desse tipo de manutenção é muito relevante, pois se trata de uma ação benéfica em vários sentidos, que consolidam efeitos que impactam questões como disponibilidade, otimização dos processos de manutenção, lucratividade e segurança.

Entre as principais vantagens do uso dessa abordagem de manutenção, estão:

- Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção;
- Reduzir a manutenção corretiva não planejada dos equipamentos;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Redução de custos.

Tipos de manutenção praticados em circuitos de detecção AC 60Hz

Atualmente na Companhia, dois processos de manutenção de circuitos AC estão em vigor, manutenções corretivas e preventivas (que contemplam também os processos de inspeção dos circuitos).

⁶ Referência: Manutenção Preditiva: Conceitos - Blog ENGEMAN

As manutenções corretivas ou manutenções não planejadas estão relacionadas diretamente com a existência de falhas nos circuitos AC. Este tipo de manutenção não possui periodicidade e os tempos e níveis de intervenção das equipes dependem diretamente da complexidade do desvio funcional apresentado.

As manutenções preventivas são realizadas de acordo com uma programação e sua periodicidade é definida de acordo com o tipo de intervenção no equipamento. Assim, pequenas intervenções e inspeções são realizadas dentro de um ciclo de tempo menor, enquanto intervenções mais intensas ou até substituições programadas em determinados componentes dos circuitos, são programadas dentro de um ciclo de tempo maior. A criticidade de um determinado circuito, bem como localização destes ao longo das linhas, também são fatores considerados para definição da periodicidade das manutenções preventiva/inspeções.

A realização periódica da manutenção preventiva não elimina a possibilidade de uma falha ocorrer e por consequência, a necessidade de atuação das equipes de manutenção corretiva.

Os impactos de falhas em circuitos AC na operação comercial do Metrô de São Paulo

Para ilustrar os tipos de cenário de interferências operacionais, serão estudados dois casos de falha que ocorreram na Linha 3 – Vermelha. Os dados foram obtidos analisando os relatórios operacionais dos dias de cada ocorrência.

O primeiro caso traz uma falha de março de 2013, na região da estação Belém, no início da operação comercial, afetando diretamente o sistema no horário de pico da manhã.

A falha tinha como principal característica, a atenuação do sinal de detecção de forma constante, fazendo com que o sistema ATP, identificasse erroneamente um trem no circuito afetado (falsa ocupação). Abaixo são listadas as restrições aplicadas pelo sistema durante a ocorrência da falha:

- Impossibilidade de manobras na região do intertravamento;
- Alinhamentos de rota por contingência no intertravamento (processo que implica em aumento do tempo de alinhamento de rotas em aproximadamente 60 segundos. Em condições normais o alinhamento de rotas leva em torno de 5 segundos para ser efetivado);
- Trens circulando em modo manual⁷ na região afetada pela falha de falsa ocupação;
- Restrição de velocidade⁸ dos trens em todas as estações da linha.

Nesta situação, para que o sistema não entre em colapso por sobrecarga de usuários, o Centro de Controle Operacional (CCO) adota medidas estratégicas durante a ocorrência e atuação na falha pelas equipes de manutenção:

7 Modo Manual: Modo de operação/condução do trem o qual a movimentação é realizada pelo operador com restrição de velocidade de 30km/h em regiões de via com código de velocidade 0 (zero) ou ausência de código de velocidade.

8 Restrição de velocidade: O sistema ATP limita a seleção de código de velocidade a 44Km/h ou menos. Este tipo de restrição é implementado entre plataformas de estações adjacentes.

- Maior intervalo de trens entre estações ao longo das Linhas 1, 2 e 3. Como as linhas são interligadas, através de estações de conexão, o efeito da falha se propaga rapidamente entre as linhas;
- Evacuação de trens para aumentar a oferta de trens em estações mais críticas à linha. Na ocasião, 12 trens foram evacuados;
- Retirada de 6 trens de operação, evitando o excesso de paradas de trens entre estações;
- Adoção de cenários de contingência, restringindo a entrada de usuários nas estações com o objetivo de garantir a segurança dos usuários nas plataformas.
- Cancelamento de 84 de 1260 viagens programadas para o dia;
- Reflexos relativos à falha na operação comercial por mais de 9 horas.
- Proibição da passagem de trens na região da falha, durante as atuações das equipes de manutenção por aproximadamente 185 minutos.

Analisando os dados relacionados a esta falha, observa-se o aumento do tempo médio de trajeto entre as estações Corinthians – Itaquera e Palmeiras – Barra Funda, em 15 minutos, de 35 para 50 minutos aproximadamente representando um acréscimo de 30% do tempo viagem.

Disponibilidade de 35 trens dos 40 programados na linha durante o horário de pico (85% de trens no horário de pico).

A falha representou um déficit de 6,6% de viagens programadas para o dia.

Neste caso de falsa ocupação, apesar da falha permanecer fixa, é possível verificar que o nível de intervenção do Centro de Controle Operacional foi menos intenso, correspondendo

a aproximadamente 26% do tempo total de ocorrência da falha. As atuações no local da falha são mais intensas e imediatas, já que não há estratégias de contingência para diminuir os impactos deste tipo de falha ao sistema, conforme gráfico mostrado na Figura 5:



Figura 5 – Relação de tempos de intervenção e estratégias operacionais – Falha Fixa

O outro caso mostra os efeitos de uma falha intermitente num circuito AC na região da estação Sé na Linha 3 – Vermelha em março de 2014, afetando diretamente a operação comercial no horário de pico da manhã e início da tarde. Abaixo são listadas as restrições aplicadas pelo sistema ATP neste modo de falha:

- Alinhamentos de rota cancelados momentaneamente durante a ocorrência da falsa ocupação;
- Trens parando na região afetada devido a imposição de velocidade 0 (zero) pela falha de falsa ocupação;
- Restrição de velocidade dos trens entre as estações Barra Funda e Sé durante grande parte dos horários de pico e vale da manhã.

Nessas situações, as estratégias operacionais adotadas pelo CCO tornam-se mais relevantes, pois precisam conciliar a circulação de trens na região de modo controlado e as intervenções das equipes de manutenção no local em momentos oportunos, dada à intermitência da falha. Algumas das estratégias adotadas:

- Maior intervalo de trens entre estações ao longo das Linhas 1 e 3. Efeitos relativos à falha se propagam entre as linhas conectadas.
- Cancelamento de 70 das 1252 viagens programadas para o dia;
- Retirada de 5 trens de operação;
- Reflexos relativos à falha na operação comercial por mais de 7 horas.
- Proibição da passagem de trens na região da falha, durante as atuações das equipes de manutenção por aproximadamente 218 minutos.
- No total, 254 minutos de estratégias de adequação do intervalo de trens na região afetada para possibilitar o acesso e atuações das equipes de manutenção (aumento do “gap” entre trens na região da falha).

Analisando os dados relacionados a esta falha, observa-se o aumento do tempo médio de trajeto entre as estações Corinthians – Itaquera e Palmeiras – Barra Funda, em 15 minutos, de 35 para 50 minutos aproximadamente representando um acréscimo de 30% do tempo viagem.

Neste caso, a falha se prolongou ao longo do horário de vale da manhã e início da tarde, comprometendo também as viagens nesses horários com o aumento de aproximadamente 4 minutos (10% de acréscimo no tempo de trajeto).

Disponibilidade de 35 trens dos 40 programados na linha durante o horário de pico (87% de trens no horário de pico).

A falha representou um déficit de 5,6% de viagens programadas para o dia.

Diante deste cenário, verifica-se que o nível de intervenções do CCO foi muito mais intenso. A adequação dos intervalos de trens para facilitar a entrada na via das equipes de manutenção de forma a aumentar o intervalo entre trens na região e outras medidas operacionais, corresponderam a mais de 50% do tempo total da ocorrência da falha, conforme gráfico da Figura 6:



Figura 6 – Relação de tempos de intervenção e estratégias operacionais – Falha Intermitente

O grau da intermitência da falha (aproximadamente 10 minutos entre as ocorrências) agrava ainda mais o cenário de atuação, já que o impacto na circulação de trens é imenso, ou seja, quanto mais vezes a falha se apresenta de forma intermitente, maior o nível de intervenção do CCO na operação automática do sistema.

Estes tipos de falhas afetam direta e negativamente a imagem do serviço prestado pela Companhia frente à opinião pública. Além disso, apesar de não representarem perdas financeiras significativas, deve-se agregar os custos causados pelo emprego de equipes de manutenção na solução do problema e em alguns casos os custos relacionados à falhas secundárias, geradas a partir do excesso de usuários no sistema ou até mesmo por vandalismos, causados pela insatisfação com o serviço prestado.

Todos os pontos relacionados evidenciam a necessidade de um processo que minimize os efeitos deste tipo de falha no sistema com uma nova abordagem de manutenção, de forma a identificar os desvios funcionais dos circuitos e saná-los antes da interferência direta ao seu funcionamento.

Objetivos da Manutenção Preditiva em Intertravamentos – MPI

O objetivo do processo da MPI é o de viabilizar uma alternativa com foco de eliminar a interferência operacional causada tanto pelos desvios de funcionamento quanto pelas atuações de equipes de manutenção (interferência zero), empregando metodologias baseadas em monitoramento por condição, através do controle de variáveis críticas ao desempenho e do circuito.

Esta ação permite a avaliação de comportamento dos componentes antes que esses desvios detectados se apresentem de forma a impactar no funcionamento do circuito, direcionando a intervenção da manutenção para momentos adequados e fora da operação comercial.

A necessidade de se otimizar os processos de manutenção atuais implementados na Companhia e os custos relacionados a estas manutenções foram determinantes para a elaboração da MPI e potencializaram a criação deste novo processo de manutenção estratégico e eficiente.

Processo de Planejamento e Implantação da MPI

O processo de manutenção preditiva prevê que os equipamentos e componentes que serão a ele submetidos, tenham variáveis de controle que permitam o monitoramento e aplicação das técnicas de predição de desvios/falhas. No entanto, os circuitos AC, possuíam apenas algumas variáveis sob controle.

O processo de planejamento da MPI contou com a participação de áreas com envolvimento direto e indireto na manutenção de circuitos AC e graças ao “know how” destas equipes, foi possível elencar a maioria das variáveis críticas ao funcionamento dos circuitos, de forma a estabelecer os parâmetros e limiares de controle destas variáveis.

Ao identificar as variáveis críticas a serem monitoradas, é possível estabelecer os modos de falhas, diagnósticos possíveis e intervenções para cada desvio e suas interferências no funcionamento do circuito. Este tipo de ação faz com que as intervenções sigam uma rotina programada previamente, reduzindo os tempos e custos atrelados às atuações.

Em posse desses dados, foram estabelecidas as rotinas a serem implementadas para que a MPI fosse implantada de forma eficiente e controlada. Utilizou-se da metodologia 5W2H⁹ para organizar os planos de ação referentes à aplicação deste novo processo de manutenção.

Plano de Ação: Implantação da Manutenção Preditiva de Intertravamentos						
O que?	Por que?	Onde?	Quando?	Quem?	Como?	
Equipamento / Componente	Critérios / Parâmetros					
Sala Técnica						
Relés Eletromecânicos (WABCO PV250, GR9, GR12)	Particularidades e parâmetros definidos em procedimento ou nas novas técnicas de atuação	Verificar se os parâmetros de funcionamento estão dentro das tolerâncias	Base/Corpo do Relé		Monitoramento de parâmetros durante um período pré determinado (será avaliado o melhor tempo)	
Tensão Bobina Local (V _{coil})	Depende da Tensão de ajuste do inversor da estação e características de funcionamento do CDV, sem variação (conforme procedimento...)	Verificar se os valores de tensão estão dentro das tolerâncias	Pinos da base do Relé Vital		Multímetro (durante tempo determinado)	
Tensão Bobina Via (V _{coil})	Depende da Tensão de ajuste do circuito e características de funcionamento do CDV, sem variação (Não há parâmetro definido em procedimento...)	Verificar se os valores de tensão estão dentro das tolerâncias	Pinos da base do Relé Vital		Multímetro (durante tempo determinado)	
Corrente na Bobina de Via (I _{retorn}) CDV desocupado	Valor de corrente de acordo com o parâmetro de ajuste do relé com variação máxima de ± 2mA true RMS (valor inicial, estudo de efetividade) - Registro da corrente de retorno é particular para cada circuito monitorado.	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias	Cabo de Retorno da via no ATC ou na entrada da base do Relé Vital	Durante a operação comercial	Restabelecimento	Ponta de Corrente + Osciloscópio / Multímetro (durante tempo determinado)
Corrente na Bobina de Via (I _{retorn}) CDV ocupado	Valor de corrente de acordo com o parâmetro de ajuste do relé com (insere tolerâncias no procedimento)	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias	Cabo de Retorno da via no ATC ou na entrada da base do Relé Vital			Ponta de Corrente + Osciloscópio / Multímetro (durante tempo determinado)
Defasagem (φ)	Valor de defasagem entre 67,1 a 90° sem variação (a definir) (quanto mais próximo de 90° inspeção visual de terminais e parafusos soltos, oxidados ou quebrados (evitar movimentação mecânica nas conexões de relé))	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias	Cabo de entrada da base do Relé Vital			Ponta de Corrente + Osciloscópio (durante tempo determinado)
Conexões		Verificar a integridade física das conexões	Base do Relé			****
Aleta	Inspeção visual no processo de energização (subida da aleta). O processo de energização deve apresentar uniformidade do movimento. Particularidades e parâmetros definidos em procedimento ou nas novas técnicas de atuação (inicialmente, definiu-se que não serão abordadas as particularidades desse tipo de	Verificar o funcionamento mecânico do Relé	Face e Lateral do Relé Vital			****
Relés Eletrônicos						
Tensão de Referência	10Vca ± 1Vca (conforme procedimento...)	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias	Pinos 14 e 18 do Relé AC			Monitoramento de parâmetros durante um período pré determinado (será avaliado o melhor tempo)
Tensão de Retorno da Via - CDV desocupado	5,2Vca ± 0,2Vca (conforme procedimento...)	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias	Pinos 22 e 10 do Relé AC	Durante a operação comercial	Restabelecimento	Osciloscópio
Tensão de Retorno da Via - CDV ocupado	±1,4Vca (conforme procedimento...)	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias				Osciloscópio
Defasagem	30 a 60° (sinal de via adiantado) (conforme procedimento...)	Verificar se os valores estão dentro das tolerâncias	Pinos citados acima			Osciloscópio
ATC	****	Verificar a integridade física das conexões e cabos do armário	Régua de Bornes no armário			Inspeção Visual/Mecânica das conexões

Figura 7 – Exemplo dos planos de ação para implantação da MPI

A implantação da MPI contempla 3 (três) fases, sendo estas, fase de levantamento de dados, ações corretivas e ações preditivas. Esta última etapa será realizada de forma cíclica, a partir do qual, o processo da MPI se estabelece de forma permanente.

A Figura 8 mostra o Diagrama do processo de implantação da MPI:

9 Metodologia 5W1H: Metodologia utilizada para criar planos de ação para definir processos de forma a identificar os elementos necessários para a implantação de um projeto. 5W1H - sigla para: O quê (What), Quando (When), Onde (Where), Por que (Why), Quem (Who) e Como (How).

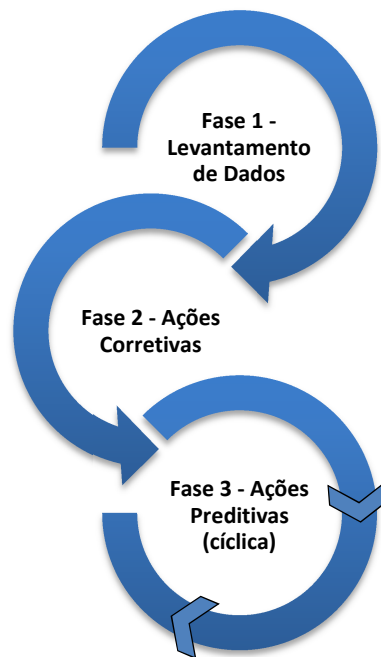


Figura 8 – Diagrama do processo de implantação da MPI

Segue a descrição de cada uma das fases de implantação.

Fase 1 – Levantamento de dados

Etapa responsável pelo levantamento de dados e variáveis de controle dos circuitos AC. O principal objetivo desta fase é verificar as condições atuais de funcionamento dos circuitos e evidenciar as variáveis que necessitam de correções para que estas entrem em regime funcional controlado.

Para esta etapa, foram gerados documentos de levantamento específicos, resultantes da compilação de procedimentos utilizados pelas equipes de manutenção preventiva e novas técnicas de medições elaboradas pelas equipes de manutenção corretiva, servindo de base para o processo de levantamento de dados. Além disso, cada circuito recebe uma folha de

dados com os resultados do levantamento, uma espécie de check-up geral das condições de funcionamento. Desta forma, todas as variáveis a partir do momento do levantamento, tornam-se rastreáveis e podem ser consultadas como referências em caso de falhas, já durante a fase de implantação da MPI.

Fase 2 – Ações corretivas

Etapa responsável pelas correções de variáveis de controle dos circuitos AC. O objetivo desta etapa é o de corrigir as variáveis de controle em desvio retornando-as em uma condição controlada (condições de projeto).

Em posse das folhas de dados dos circuitos obtidas durante a fase 1 de implantação da MPI, inicia-se uma fase onde todos os desvios evidenciados são corrigidos através da utilização de procedimentos de manutenção já consolidados, comumente utilizados pelas equipes de manutenção corretiva e preventiva.

Será possível também levantar uma árvore de desvios funcionais e os diagnósticos relacionados a cada um deles, de forma a catalogá-los e facilitar as intervenções quando os desvios forem evidenciados no processo de monitoramento de variáveis na fase ações preditivas (fase 3).

Ao fim das correções, uma nova folha de dados é preenchida com o valor de todas as variáveis de controle e servem de referência de parâmetros de funcionamento do circuito (assinatura), sendo disponibilizadas fisicamente nas caixas de controle dos circuitos e através do ambiente de rede da Companhia.

Fase 3 – Ações preditivas

Etapa de monitoração e inspeção de variáveis críticas e parâmetros de funcionamento do circuito. O objetivo desta fase é a aplicação de métodos de monitoramentos e análise do comportamento do circuito mediante a característica de suas variáveis e parâmetros, sendo possível identificar padrões de deterioração entre outros desvios, antes que estes afetem diretamente o funcionamento do circuito, de forma a programar uma intervenção sem interferências diretas à operação comercial.

Com os circuitos AC funcionando de forma controlada, é possível estabelecer a etapa de ações preditivas. Esta etapa contará com monitoramento periódico dos circuitos. A periodicidade foi estabelecida de acordo com os dados de MTBF¹⁰ dos componentes, equipamentos e rotinas de manutenção preventiva, que também incorporam a realização desta etapa, de forma a estabelecer o ciclo de monitoramento ideal para cada circuito.

De acordo com o método de monitoramento, é possível evidenciar o nível de degradação de cada componente do circuito. Desta forma, pode-se classificar a necessidade de intervenções imediatas, em um momento programado ou se essas atuações podem ser absorvidas pelo ciclo de manutenção preventiva (onde a degradação não afeta de forma direta o funcionamento do circuito e possibilita uma atuação na próxima manutenção preventiva).

¹⁰ MTBF ("Mean Time Between Failures") ou período médio entre falhas é um valor atribuído a um determinado dispositivo ou aparelho para descrever a sua confiabilidade. Este valor atribuído indica quando poderá ocorrer uma falha no aparelho em questão. Quanto maior for este índice, maior será a confiabilidade no equipamento e, conseqüentemente, a manutenção será avaliada em questões de eficiência.

O fator mais importante a ser destacado é que, como se conhecem os desvios e diagnósticos relacionados às variáveis monitoradas, as ações corretivas no circuito só se fazem necessárias em caso da identificação de desvios.

Rotinas de gerenciamento e melhoria contínua da MPI

O processo conta também com a criação de rotinas administrativas para controle e gerenciamento da MPI, tais como, controle de Hxh (Homem x hora) utilizadas, registro de intervenções e atuações diretas das equipes, com o objetivo de possibilitar a monitoração do desempenho e efetividade do processo para a Companhia, do ponto de vista estratégico, administrativo e financeiro.

Com os processos de manutenção preventiva e corretivas otimizados, é possível direcionar mais tempo para a elaboração de novos métodos de atuação nos circuitos, possibilitando a criação de um ambiente de desenvolvimento. Um fórum de Estudos e Desenvolvimento foi estabelecido, onde novos processos de monitoramento e manutenção são desenvolvidos, no intuito de aperfeiçoar os métodos já implantados e inclusão destes para melhoria contínua de processo da MPI.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Manutenção Preditiva em Intertravamento (MPI) já está em fase de implantação e os primeiros resultados já se mostram promissores.

O controle sobre as variáveis críticas de funcionamento dos circuitos AC faz com que a identificação de desvios ocorra de forma antecipada, possibilitando uma avaliação e programação da atuação para corrigir o desvio funcional, sem impactar na disponibilidade do equipamento e sem reflexos negativos à operação comercial.

Os processos de manutenção corretiva estão sendo otimizados. Essas equipes utilizaram grande parte das horas entre atuações em ocorrências no desenvolvimento e no estudo detalhado do desempenho dos circuitos AC e seus componentes. Desta forma, todo o “know how” adquirido proporciona atuações mais precisas e assertivas.

O benefício direto de atuações mais assertivas é que só serão substituídos os componentes e insumos que não atendem as especificações de funcionamento e enquadradas no próprio objetivo da MPI. A adoção de métodos de monitoramentos preditivos possibilita identificar de forma antecipada todas as etapas de degradação, grau de criticidade e a necessidade de substituição imediata ou programada.

Uma vez consolidada a fase de ações preditivas, a aplicação da MPI permitirá um estudo detalhado de viabilidade de aumento do intervalo entre intervenções nesses equipamentos.

Diante dos cenários macroeconômicos que o país enfrenta e a importância do Metrô para a cidade de São Paulo, a Companhia do Metropolitano, através da Diretoria de Operações (DO), desde 2017 estabeleceu objetivos estratégicos com foco em atender um tripé baseado em Melhoria do Desempenho, Redução de Custeio e Melhoria da Imagem do Serviço, conforme Figura 9.

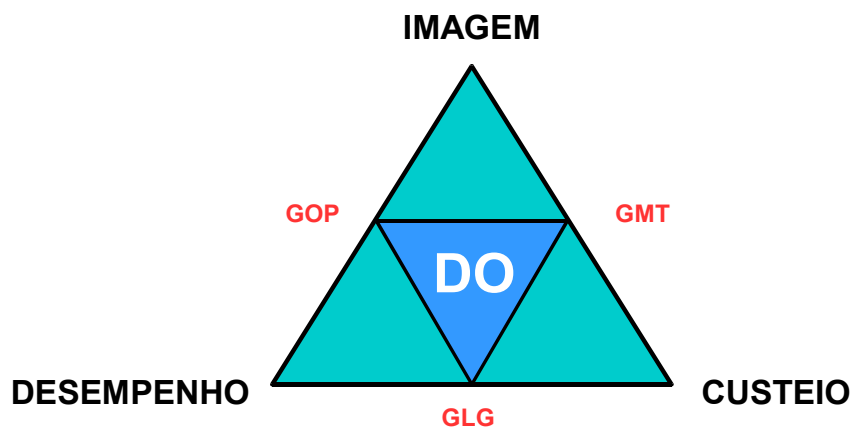


Figura 9 - Objetivos Estratégicos da Diretoria de Operações (DO) do Metrô de São Paulo

Todos os processos e fases de implantação da MPI foram elaborados para atendimento desses três objetivos estratégicos.

A abordagem dessa nova metodologia de manutenção traz benefícios diretos à melhoria do desempenho do sistema. A “expertise” das equipes de manutenção, a identificação e controle sobre os desvios de funcionamento, além da intervenção nos equipamentos em momentos programados, resultam no aumento da disponibilidade e conseqüente AUMENTO DE DESEMPENHO do sistema.

Com o avanço e facilidade de acesso de usuários às redes sociais, informações relativas a situações de anormalidades chegam rapidamente ao público que utiliza os serviços prestados pelo Metrô de São Paulo e à mídia. Falhas no sistema de sinalização significam cancelamento de viagens programadas, representam trens mais carregados, aumento do tempo de viagem e conseqüente redução no nível de conforto dos usuários. Fatores determinantes para a degradação da imagem da empresa frente à população que necessita deste modal.

A MPI permitirá uma alternativa de operacionalidade dos circuitos AC sem falhas ou efeitos relativos às interferências operacionais causadas por estas, impactando de forma direta e positiva na MELHORIA DA IMAGEM e qualidade dos serviços prestados pela Companhia.

Atendendo o objetivo estratégico de Redução de Custeio, a MPI foi elaborada e está em etapa de implantação com investimento zero. O processo de elaboração contou com um grupo de colaboradores da Companhia (sem utilização de recursos adicionais), e o processo de implantação conta com mão de obra das próprias equipes de manutenção.

A utilização de insumos será otimizada, visto que o controle sobre os parâmetros de funcionamento dos circuitos faz com que substituições só sejam realizadas em casos de necessidade de substituição imediata, evitando perdas de receita e compras desnecessárias de componentes sobressalentes.

Com a participação conjunta das equipes de manutenção de campo, houve a redução de custos e tempos relativos à elaboração de documentos e aprovação dos procedimentos da MPI pelas áreas de engenharia.

A implementação da MPI permitirá também um estudo sobre os modelos de manutenções adotados atualmente de forma a otimizar a mão de obra empregada, investindo em capacitação e aquisição de conhecimento frente às novas tecnologias disponíveis no mercado atualmente.

Todos os fatores citados e as perdas financeiras relativas aos efeitos de uma falha no sistema poderão ser mitigados, representando uma REDUÇÃO DE CUSTOS no médio e longo prazo.

CONCLUSÕES

Um dos aspectos mais promissores da transformação digital da indústria metroferroviária atualmente é a manutenção preditiva. O uso de dados coletados e a interpretação eficiente de variáveis críticas ao funcionamento dos equipamentos durante a sua operação, possibilitam a identificação de desvios funcionais antes que estes se tornem desvios operacionais, gerando transtornos relacionados a falhas. Isto significa que os reparos podem ser planejados adequadamente, com o benefício de que os sistemas não entrarão em falha de forma inesperada, não causando impactos à operacionalidade do sistema.

Os aspectos apresentados com o novo processo de Manutenção Preditiva em Intertravamentos – MPI e a implementação deste processo pelas áreas de manutenção de sistemas do Metrô de São Paulo representam ganhos e benefícios diretos à empresa. A melhoria do desempenho e funcionalidade do sistema de sinalização e controle de tráfego de trens, a redução de custos relativos aos reflexos causados por falhas no sistema, interferência operacional ZERO, investimentos com elaboração e implantação do processo e otimização de mão de obra disponível. Possibilita também melhoria da imagem dos serviços prestados pela Companhia à população que necessita desse sistema de transporte tão importante para a mobilidade da metrópole.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Site Oficial do Metrô de SP: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/quem-somos/index.aspx>. Acesso em 06/05/2018.

RACHEL, Flávio Monteiro - PROPOSTA DE UM CONTROLADOR AUTOMÁTICO DE TRENS UTILIZANDO LÓGICA NEBULOSA PREDITIVA. Acesso em 08/05/2018.

Circuito Detecção AC 60Hz. <http://www.aeamesp.org.br/blog/2016/09/30/metodologias-inovadoras-de-deteccao-predicao-e-analise-de-desvios-funcionais-nos-componentes-de-circuitos-de-via-ac/>. Acesso em 08/06/2018.

Conceitos de Manutenção Preditiva: <http://blog.engeman.com.br/manutencao-preditiva/>. Acesso em 16/05/2018.

Conceitos de Metodologia 5W1H: <http://marketingfuturo.com/5w1h-ferramenta-da-qualidade/>. Acesso em 18/06/2018.

Conceitos de MTBF: <https://pt.wikipedia.org/wiki/MTBF>. Acesso em 19/06/2018.