

CATEGORIA 3

ANÁLISE PREDITIVA DE FALHAS POR MEIO DO MONITORAMENTO DE ALARMES DO SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMA

AUTORES

- **Rafael Custódio de Sá**
- **Pablo Rodrigo de Paula**

INTRODUÇÃO

O sistema de portas de plataforma da Linha 4-Amarela de metrô de São Paulo é responsável por realizar a abertura e o fechamento das portas deslizantes motorizadas instaladas nas plataformas em sincronismo com as portas do trem, com o objetivo de aumentar os níveis de segurança nas plataformas ao mesmo tempo em que restringe o acesso às regiões de túneis e vias.

O sistema PSD, abreviação da sigla inglesa para “Platform Screen Doors”, simplificada, consiste em um sistema composto por:

PDM – Portas Deslizantes Motorizadas

PSE – Portas de Saída de Emergência

PFP – Portas de Final de Plataforma

PFX – Painéis Fixos

SSE – Sistema de Suprimento de Energia (fonte dos motores e controladores não vitais)

PF – Painele de Fontes (fonte ininterrupta para os controles vitais)

PCC – Painele de Controle Central

Para prover subsídios ao entendimento do projeto como um todo, seguem 2 figuras ilustrativas que definem a arquitetura elétrica e mecânica, com o descritivo dos principais componentes do sistema PSD da Linha 4-Amarela.

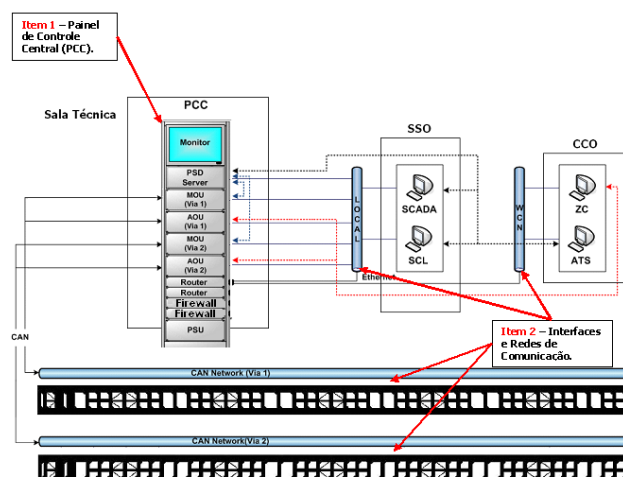


FIGURA 1 – RACK PCC E INTERFACES DE COMANDO E CONTROLE

Item 2 – Porta Deslizante Motorizada

(PDM). Composta pelos principais itens:

- Trilho guia e carro deslizante
- Motor, polia e correia
- Módulo controlador de porta
- Trava mecânica
- Sensores de detecção da posição
- Alto falante e led indicativo

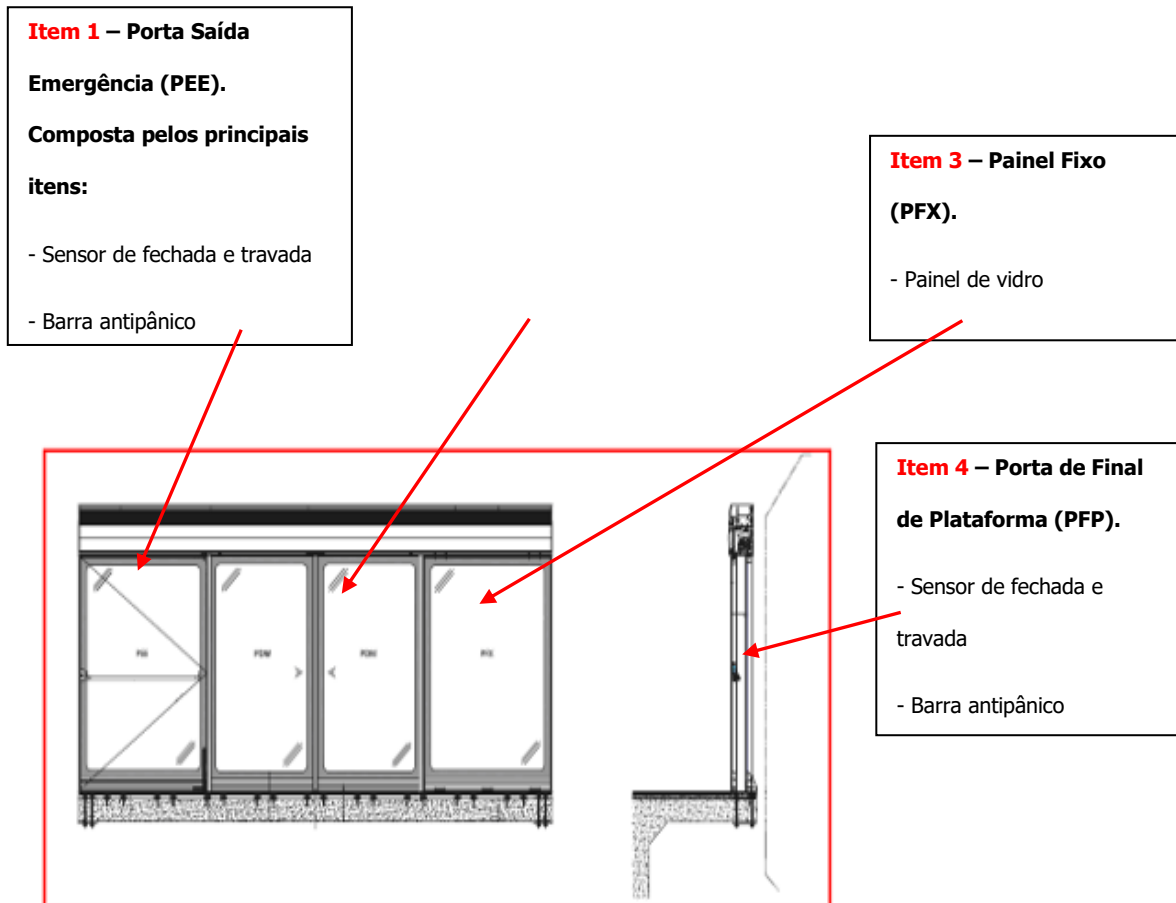


FIGURA 2 – PRINCIPAIS MÓDULOS E EQUIPAMENTOS DA FACHADA DE PSD

O objeto deste trabalho é o servidor PCC, apresentado na figura 1, cujo as principais funções são de centralizar e fornecer informações para a manutenção e operação através da IHM (Interface Homem Máquina), conforme descrito a seguir:

1. Status das Portas (PDM, PEE e PFP);
2. Status dos módulos de comunicação e controle;
3. Informação de Alarmes;

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

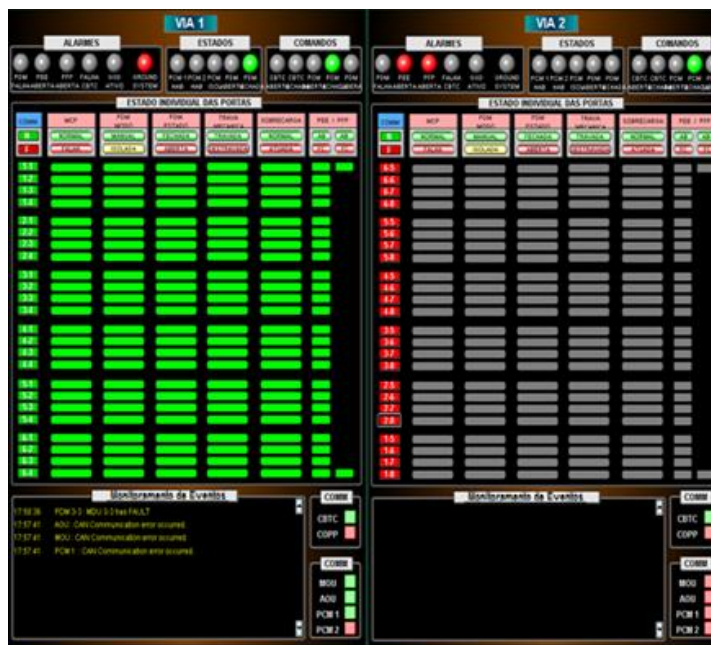


FIGURA 3 – IHM DO SERVIDOR PCC

A tela principal exibe as informações de status das portas e alarmes em forma de matriz das vias 1 e 2, já os registros de alarmes são exibidos em texto, conforme imagem a seguir:

29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	AOU	: Comando 'AOU ABRIR'
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	AOU	: Comando 'AOU FECHAR'
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	AOU	: Comando 'CBTC ABRIR'
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP01	: PDM01 está fechada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP01	: PDM01 está travada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	MCP01	: PDM01 está destravada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP02	: PDM02 está fechada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP02	: PDM02 está travada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	MCP02	: PDM02 está destravada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP03	: PDM03 está fechada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP03	: PDM03 está travada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	MCP03	: PDM03 está destravada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP04	: PDM04 está fechada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP04	: PDM04 está travada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	MCP04	: PDM04 está destravada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP05	: PDM05 está fechada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP05	: PDM05 está travada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	ON	MCP05	: PDM05 está destravada
29/4/2019	06:00:21	VIA1 EVENT	OFF	MCP06	: PDM06 está fechada

FIGURA 4 – REGISTROS DE ALARMES

Conforme visto na figura 4, na tela do registro de alarmes, é possível constatar uma ineficiência para a identificação dos potenciais alarmes e falhas, dado que em formato de texto não é possível verificar a quantidade de recorrências em um período maior devido a limitação da própria tela, sendo assim essa ferramenta não permite uma tomada de decisão rápida e assertiva para atuação em falhas.

Cabe ressaltar que uma falha no sistema PSD é capaz de provocar diversos impactos operacionais indesejados, tais como: atrasos nas viagens, aumento no tempo de intervalo entre trens, desconforto dos passageiros por não conseguirem embarcar ou desembarcar, aglomerações nas plataformas, entre outros.

DIAGNÓSTICO

Dada a dificuldade apresentada para a interpretação precisa dos alarmes exibidos pela IHM do PCC por meio de relatórios, foi iniciado um desenvolvimento de interface com objetivo de facilitar a leitura dos dados pelas equipes de manutenção.

Foram adotadas as seguintes premissas para o desenvolvimento da nova interface gráfica:

- Facilidade e agilidade para interpretação dos dados;
- Facilidade e agilidade para ter acesso às informações;

FACILIDADE E AGILIDADE PARA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A primeira premissa foi aplicada com base nos estudos advindos da área de automação e controle integrados ao conceito de usabilidade, design gráfico e psicologia cognitiva.

Foi utilizado o conceito de consciência situacional, que trata da “perfeita sintonia entre a situação percebida e a situação real”. Para isso três aspectos devem ser considerados: Percepção, Compreensão e Projeção.

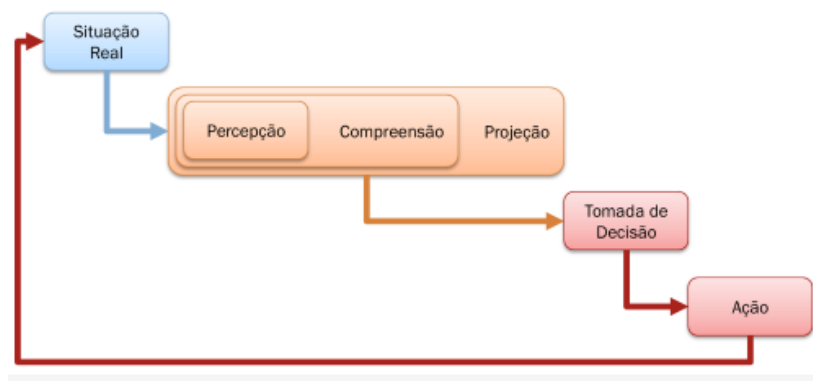


FIGURA 5 – Consciência Situacional

Nesse contexto fica constatado que no registro de alarmes é possível ter percepção, mas falta compreensão e projeção. A partir disso, foram elaboradas novas formas de visualização dos dados para a equipe de manutenção.

A nova interface foi elaborada para exibir os dados cumulativos, podendo existir filtros de pequenos intervalos de tempo (segundos, minutos, horas) ou grandes intervalos de tempo (dias, meses e anos) e os dados são exibidos em formato de barras.

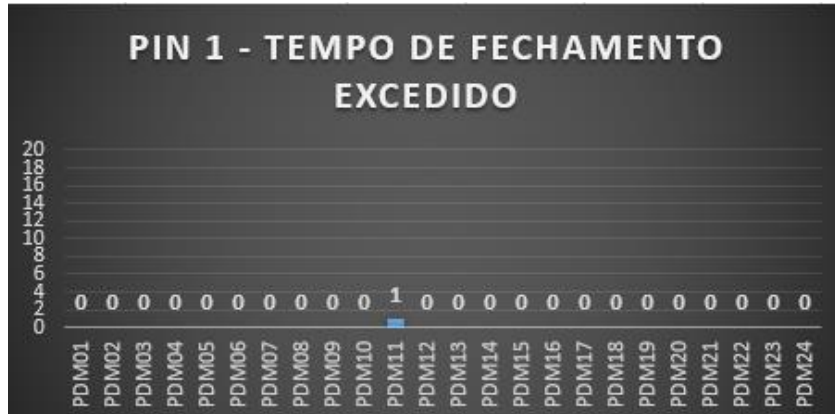


FIGURA 6 – Nova interface gráfica exibindo alarme na PDM-11 de PIN-1

Título: EPM – Tempo de Fechamento Excedido
Descrição da atuação: Identificado Alarmes via EPM conforme anexo. Foi retirado objeto que estava obstruindo a porta, feito teste e liberada para operação sem falha.

FIGURA 7 – Ordem de Serviço na PDM-11 de PIN-1

Na figura 6 foi identificado o alarme na PDM-11 da plataforma 1 na estação Pinheiros e na figura 7 está representada a respectiva ordem de serviço para atuação corretiva programada, na qual não ocorreu impacto operacional devido a detecção rápida do desvio pela análise preditiva.

Abaixo estão representados outros casos de utilização da nova interface gráfica, onde ocorreram duas atuações em dias seguidos, porém, com a detecção antecipada do alarme não houve impacto operacional.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



20/06/2020 - Com a utilização da ferramenta EPM, foram detectados alarmes consecutivos na abertura da PDM12 em FAL2. Durante a atuação foi identificada tensão excessiva na correia e realizado ajuste.



21/06/2020 - Identificado alarme de tempo excedido na abertura de acordo com a ferramenta EPM. Foram realizados diversos ciclos de abertura e fechamento, sendo que durante um dos testes, foi observada falha E02. O sensor de porta aberta foi substituído e a falha foi normalizada.



Além da detecção do alarme de forma preditiva, é possível observar que na primeira atuação foi realizado um ajuste da correia, mas que não resolveu a causa raiz do alarme, na segunda atuação ocorreu a troca do sensor da porta e resolveu o problema, sendo que em todas as ocorrências não houve impacto operacional.

FACILIDADE E AGILIDADE PARA TER ACESSO ÀS INFORMAÇÕES

Durante o diagnóstico foi observado que a instalação da ferramenta nos microcomputadores da base de manutenção facilitaria o uso e traria agilidade, uma vez que não há necessidade de deslocamento para a utilização da ferramenta. Dessa forma, foi instalado um suplemento do Excel que possibilita a coleta dos dados do sistema de monitoramento de alarmes, o mesmo suplemento está instalado nos microcomputadores da Engenharia de Manutenção e Engenharia de Operação.

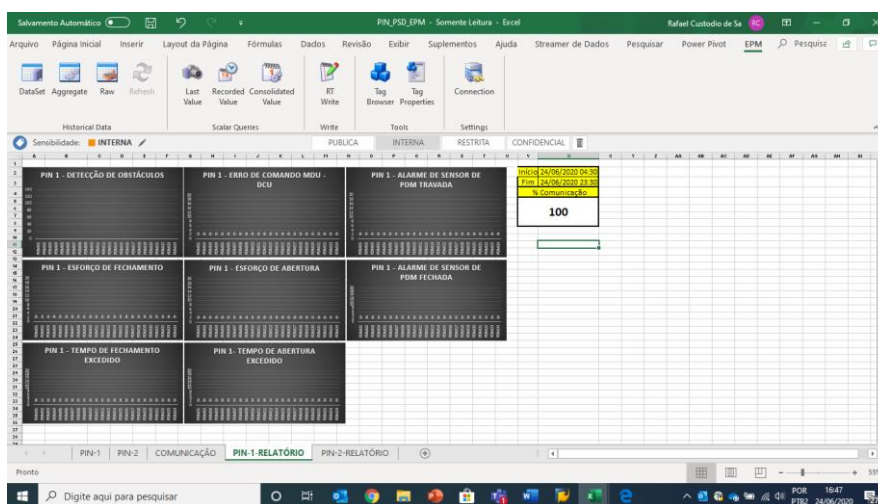


FIGURA 8 – Tela do microcomputador com exibição do monitoramento de alarmes

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a aplicação da ferramenta de monitoramento foi notado uma maior eficiência na utilização dos registros de alarmes pelos técnicos da manutenção e, conseqüentemente, atuações mais efetivas nas manutenções corretivas.

Foi notado também que a ferramenta pode ser utilizada para realizar estudos de “padrões operacionais” para avaliação dos impactos operacionais de obstrução das portas de plataforma em função das alterações do POT (Programa de Oferta de Trens).

O caso a seguir é um exemplo de avaliação do alarme de detecção de obstáculos nas portas de plataforma que estão no centro da plataforma 01 da estação Pinheiros, o dado representado corresponde a um período de 6 meses.



FIGURA 9 – Recorrência de detecção de obstáculos na plataforma 01 da estação Pinheiros.

No caso dos alarmes acima, após a detecção de obstáculo, a porta recua 100mm para cada lado e em seguida fecha novamente. Após 3 tentativas, caso a porta não complete

o ciclo a mesma entrará em falha. Todas as vezes que ocorre esse alarme, a partida do trem é impedida por motivo de segurança e o carrossel é impactado.

Outra aplicação desse projeto foi a utilização dos dados para realizar a revisão dos planos e roteiros de manutenção preventiva por meio da metodologia de RCM – Manutenção Centrada em Confiabilidade, objeto de outro estudo, mas foi possível integrá-lo com a ferramenta de monitoramento de alarmes de PSD.

No tocante à redução de falhas que impactam na operação, foi notada uma redução de 10% no período analisado, o que é expressivo levando em consideração a quantidade de portas de plataforma instaladas em todas as estações da Linha 4-Amarela, mas com potencial de ser aumentado em função da maior utilização da ferramenta.

CONCLUSÕES

Conforme observado neste artigo, as ferramentas de apoio à manutenção devem ser providas de recursos que facilitam as buscas e interpretações das informações, além disso, devem ser ágeis e adaptáveis de acordo com o contexto de utilização.

Com a nova ferramenta é possível ter um aprofundamento das pesquisas de falha e análises por parte da Manutenção, Operação e Engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



[1]. Metodologia para Desenvolvimento de IHM de Alto Desempenho Visual. Disponível em: <<https://kb.elipse.com.br/metodologia-para-desenvolvimento-de-ihms-de-alta-performance-visual/>> .