

IMPLEMENTAÇÕES PARA MELHORIA DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMA DO METRÔ DE SÃO PAULO.

Eng. Cesar Augusto Casquel Lopes

calopes@metrosp.com.br

Eng. Marcos Alessandro Diniz

madiniz@metrosp.com.br

Eng. Claudio Fernando Rebollo Silva

claudio_Fernando@metrosp.com.br

Tec. Mauro Becker

mauro_Becker@metrosp.com.br

Tec. Jose Marcelo Da Silva

jmarcelo@metrosp.com.br

20^a SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

AEAMESP

- FUNÇÃO DO SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMA
- VANTAGENS DO SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMA
- COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMA
- CARACTERIZAÇÃO DOS DESVIOS FUNCIONAIS
- MODOS DE FALHAS CRÍTICOS ESTUDADOS
 - ✓ CONJUNTO DA TRAVA ELÉTRICA.
 - ✓ TRINCO DA TRAVA ELÉTRICA.
 - ✓ TROLE.
 - ✓ SENSOR DE PORTA PDM FECHADA.





A instalação de portas de plataforma tem sido a solução mais adotada pelos sistemas metroviários para incrementar a segurança na interface entre a plataforma e a via.

FUNÇÃO

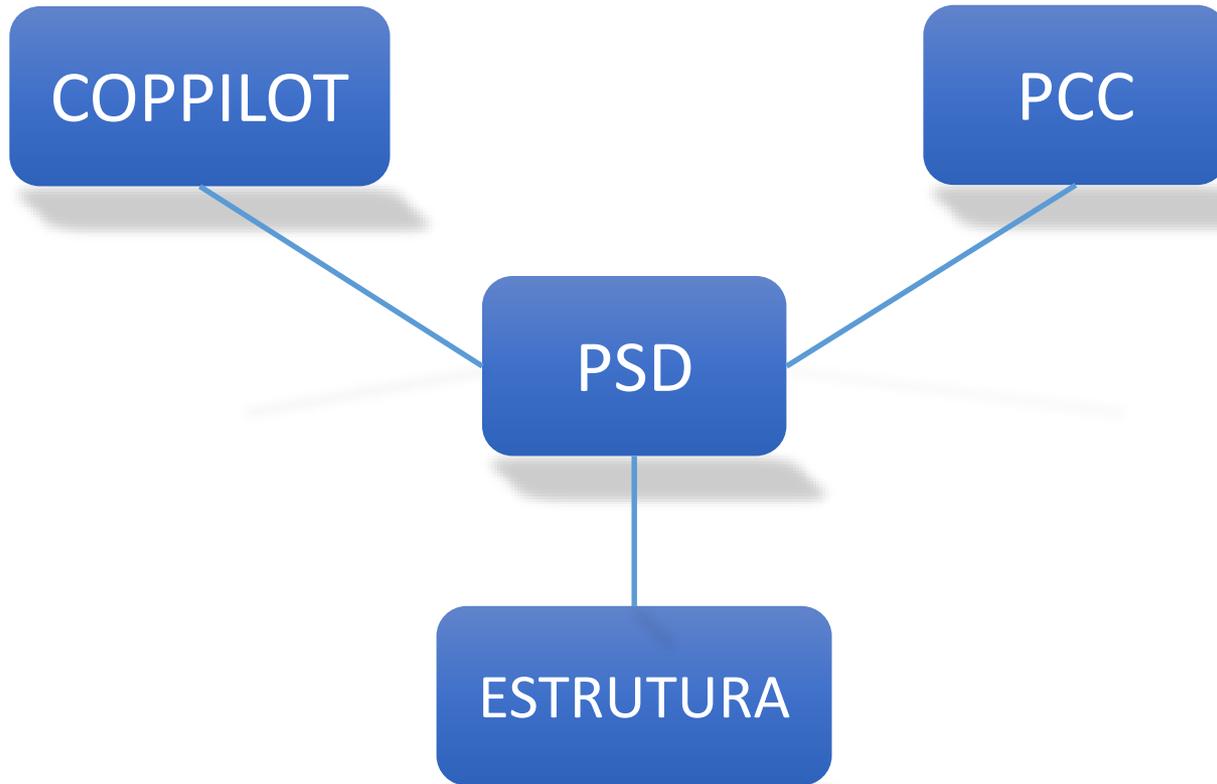
- ✓ Diminuir a interferência na circulação das composições;
- ✓ Organizar o fluxo de passageiros na plataforma e
- ✓ Proporcionar um embarque e desembarque mais seguro.

VANTAGENS DO SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMAS

- Redução do número de vezes que a via é desenergizada.
- Impedimento de ocorrências com entradas indevidas no túnel.
- Redução dos níveis de ruído na plataforma.
- Otimização da movimentação de trens na região de plataforma.
- Redução da interferência do usuário no fechamento de portas do trem.
- Aumento da segurança para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.



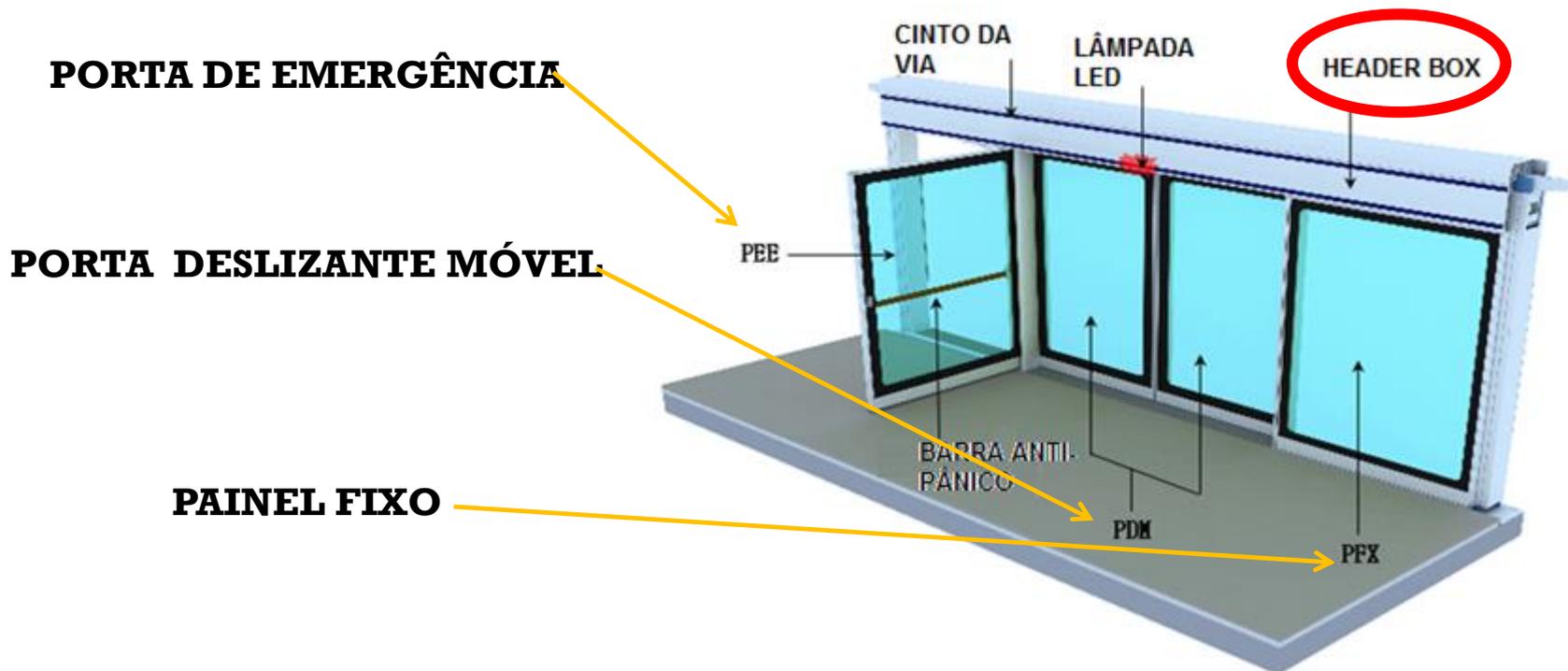
PSD – PLATFORM SCREEN DOOR



PORTA DE PLATAFORMA

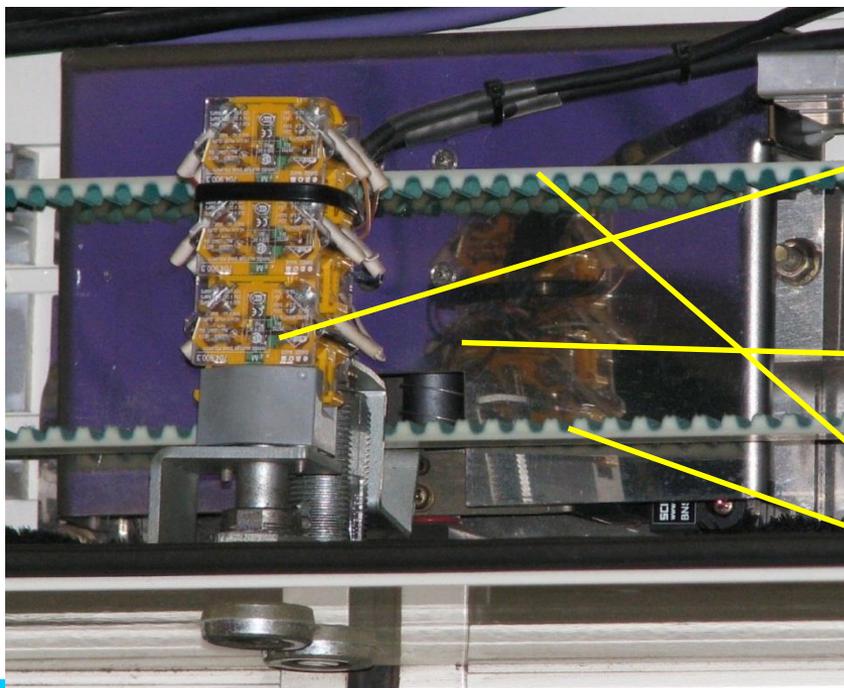
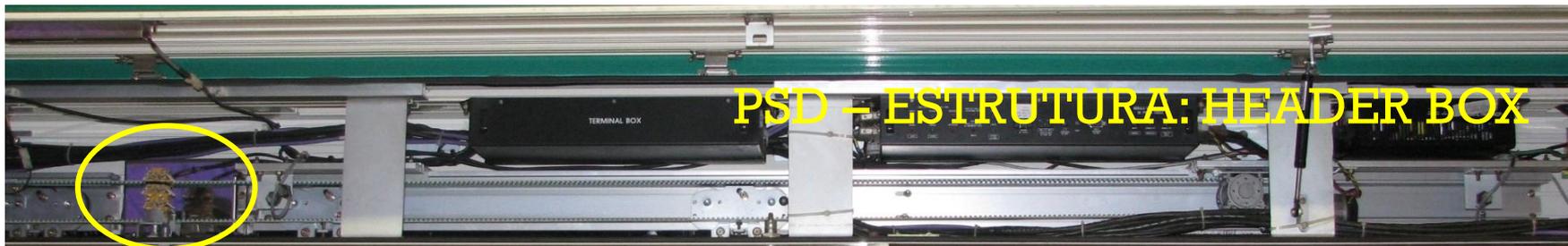
PSD – ESTRUTURA

MÓDULO PSD QUE COMPÕE A FACHADA



PSD – ESTRUTURA: HEADER BOX

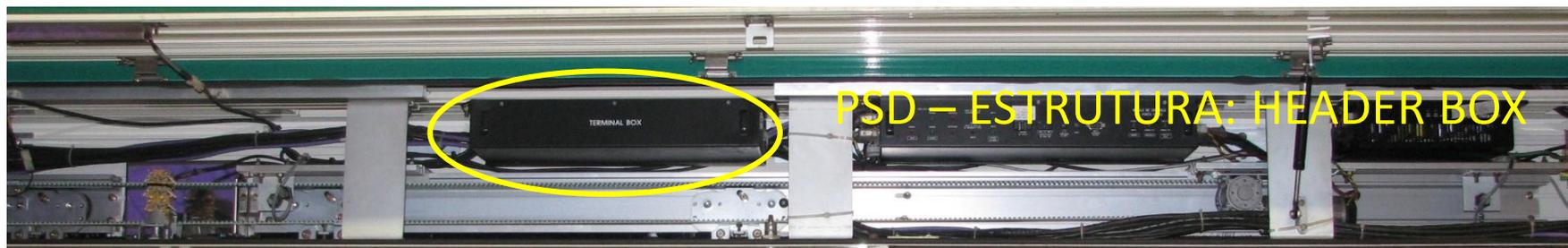




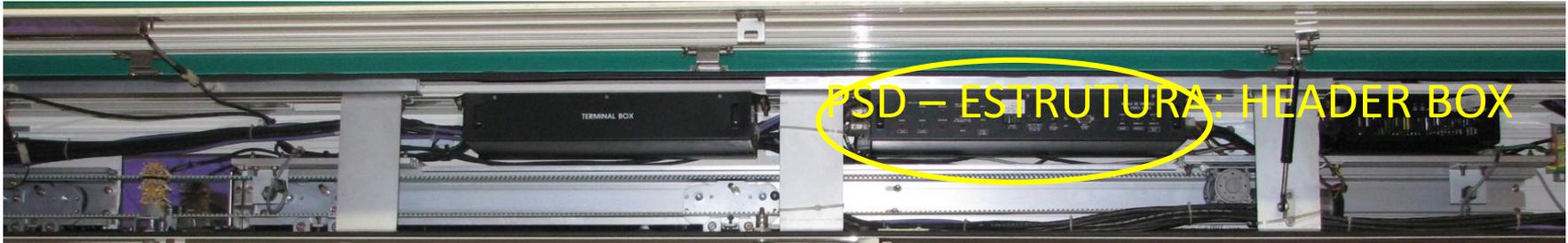
CHAVE PARA
ISOLAÇÃO

SOLENÓIDE DE
TRAVAMENTO
(DESTRAVAMENTO
COM CHAVE)

CORREIA DENTADA



CAIXA DE TERMINAÇÃO – CONEXÕES DENTRO DO
HEADER BOX E COM OUTROS SISTEMAS



MCP – MÓDULO DE CONTROLE PORTA:

- MICROCONTROLADO
- ACIONA MOTOR E MONITORA E SENSORES
- COMANDO LOCAL
- COMUNICAÇÃO – CAN
- SINALIZAÇÃO DE ESTADO E FALHAS

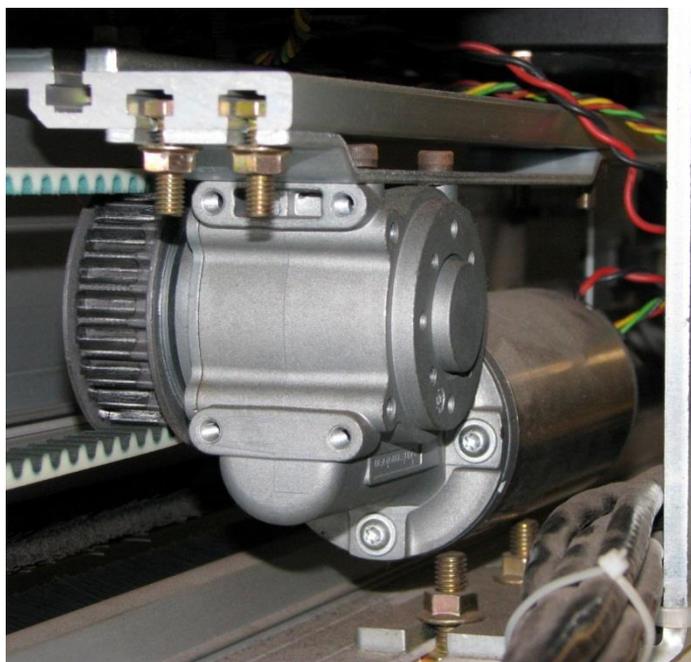


FONTE:

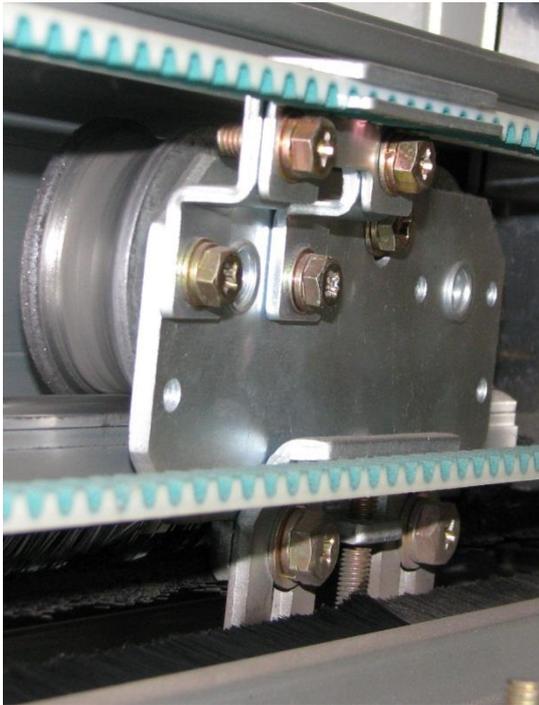
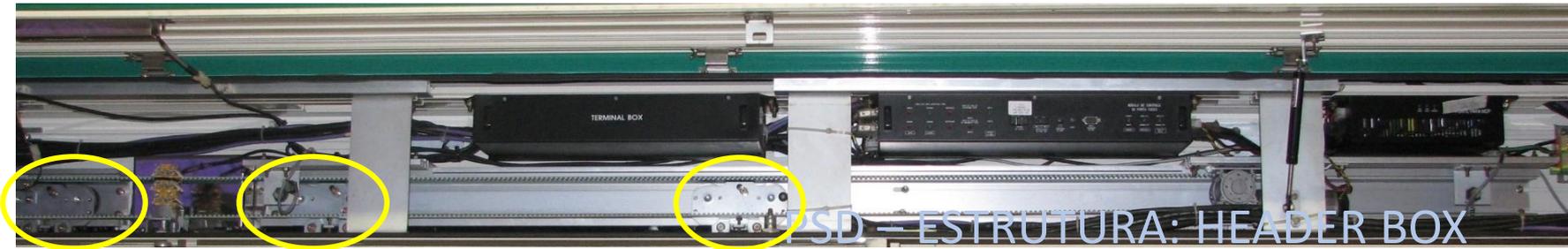
- ENTRADA 220VAC
- SAÍDA 40VCC PARA MOTOR
- SAÍDA 24VCC PARA MCP



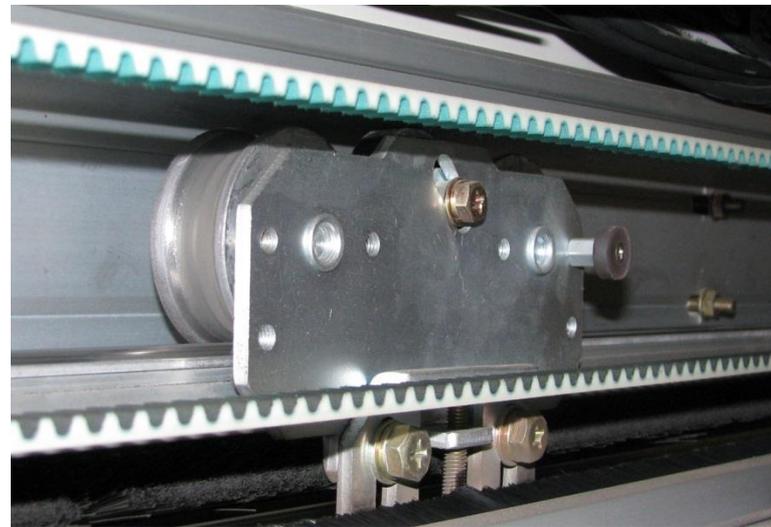
CONJUNTO MOTOR, REDUTOR E ENCODER - TRACIONAMENTO DA PORTA



PORTA DE PLATAFORMA



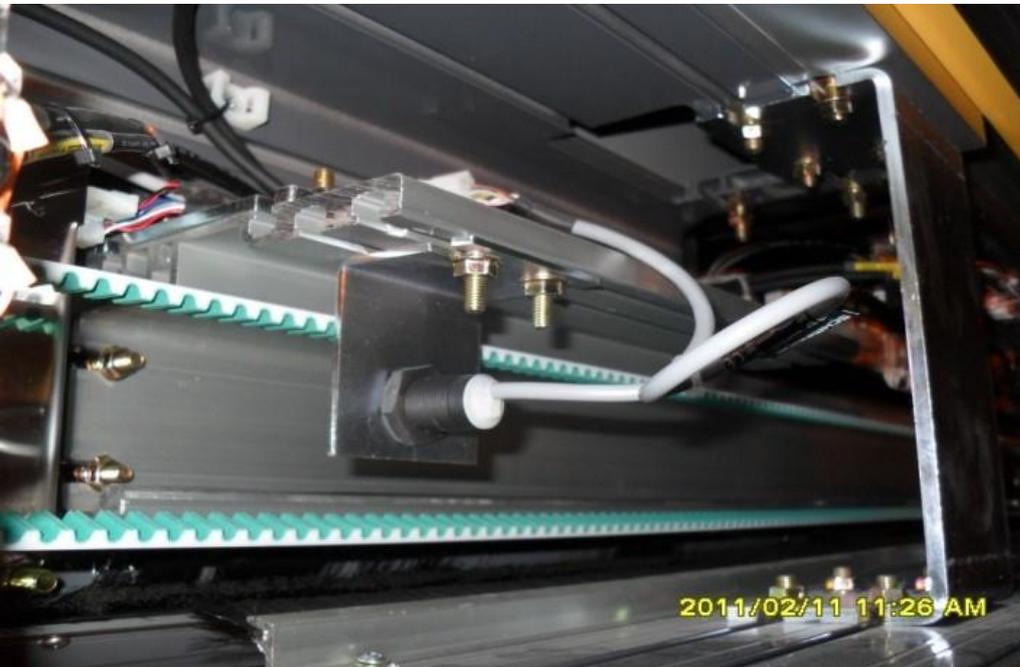
TROLLEYS : FIXADO A PORTA, CORREIA E APOIADO NO TRILHO INTERNO

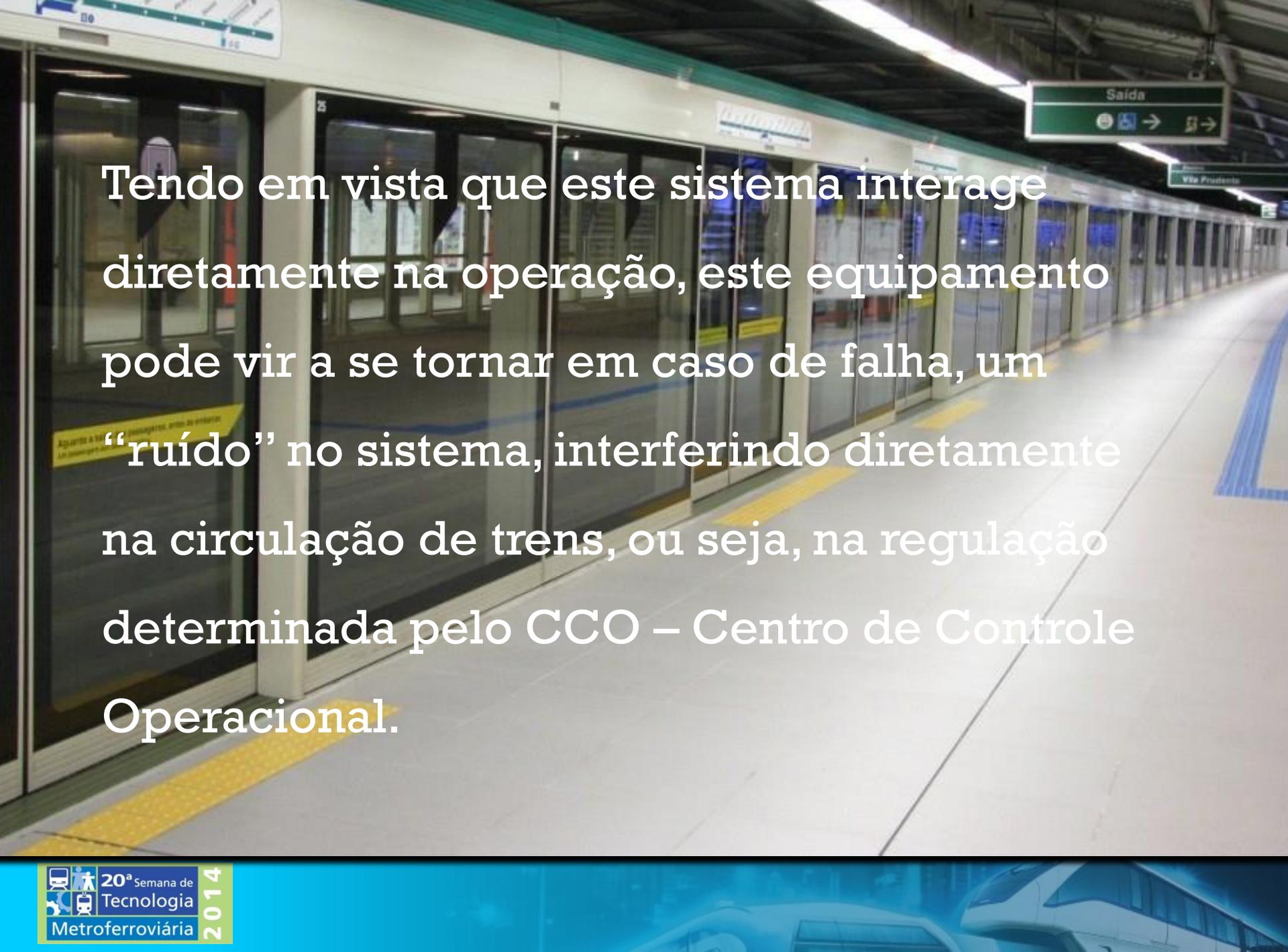


PORTA DE PLATAFORMA



SENSOR DE PORTA DA PDM PORTA
FECHADA



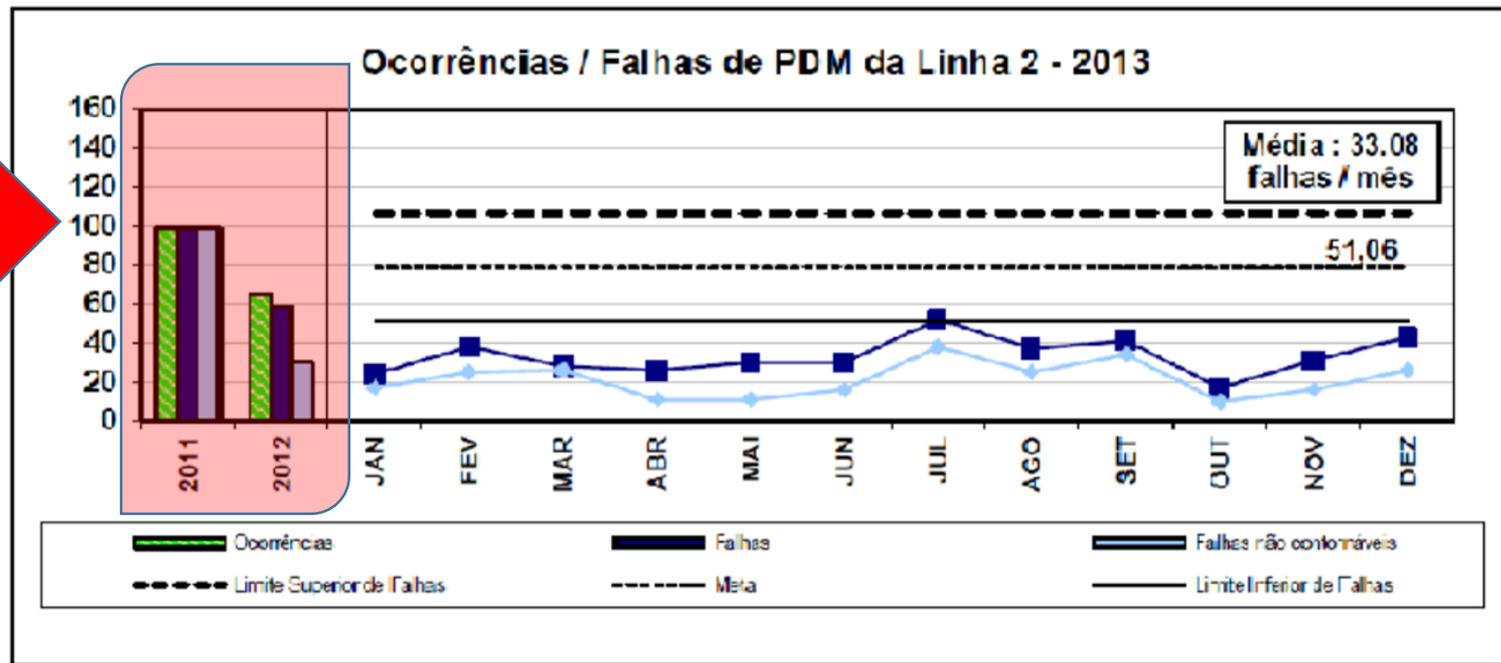
A photograph of a modern subway platform. The platform features a series of glass doors along the edge, with yellow tactile paving strips in front of them. Overhead, there are green directional signs with white text and symbols, including one that says "Saída" (Exit) and another that says "Vila Prudente". The lighting is bright and even. The text is overlaid on the left side of the image.

Tendo em vista que este sistema interage diretamente na operação, este equipamento pode vir a se tornar em caso de falha, um “ruído” no sistema, interferindo diretamente na circulação de trens, ou seja, na regulação determinada pelo CCO – Centro de Controle Operacional.

CARACTERIZAÇÃO DOS DESVIOS FUNCIONAIS

No início da operação, o Sistema apresentou elevado índice de falhas (média de 100 falhas/mês) prejudicando consideravelmente a operação comercial.

METRÔ Relatório de Desempenho - MTS/ENC/INC



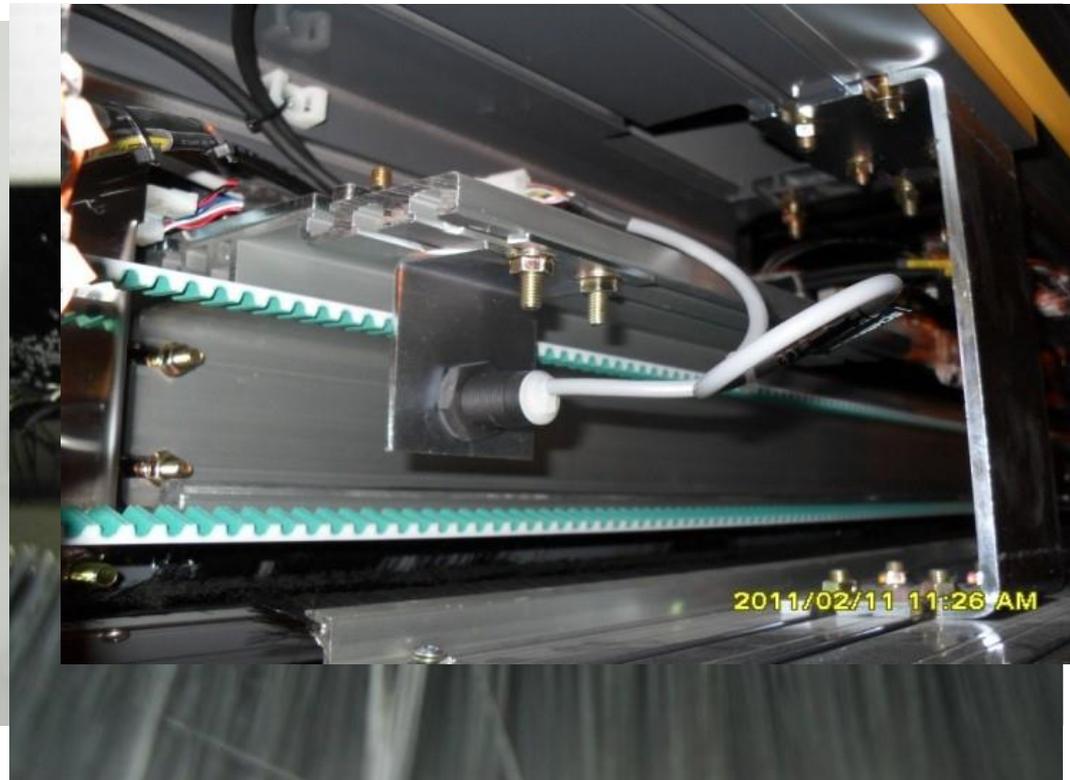
CURVA DA BANHEIRA



MODOS DE FALHA CRÍTICOS ESTUDADOS

Dentre os equipamentos instalados no sistema, alguns serão abordados como objetos de estudos de modos de falha tais como:

- Conjunto da Trava Elétrica.
- Trole.
- Trinco da Trava Elétrica.
- Sensor de Porta PDM fechada.



FUNÇÃO

A Trava elétrica, quando desenergizada, garante o travamento da PDM na posição fechada da PDM.

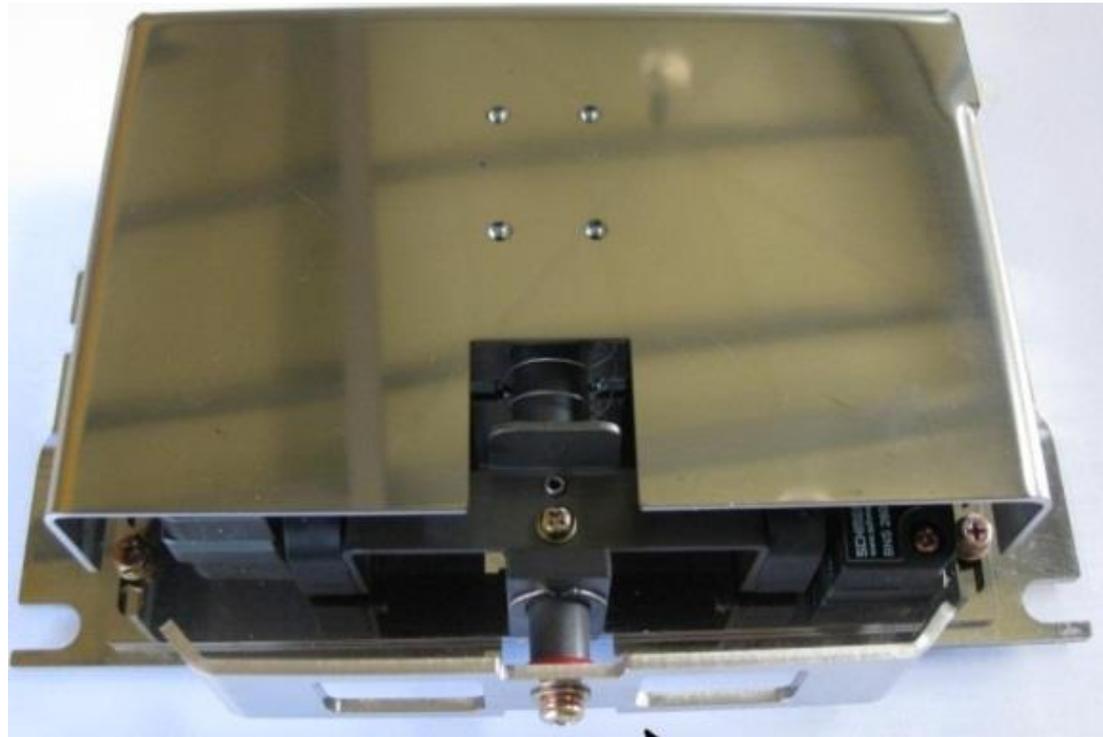


FIG.6 – Módulo Da Trava Elétrica

FALHA FUNCIONAL

A Trava elétrica, quando desenergizada, não garante o travamento da PDM na posição fechada.



CAUSA

Perda de torque do sistema de fixação do sensor.

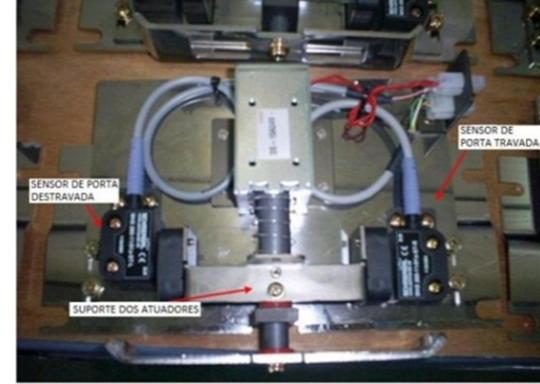
EFEITO E CONSEQUÊNCIA

A falha dos sensores vai interferir diretamente na circulação dos trens impossibilitando gerar código de velocidade na via para liberação do trem.

Com isso o trem ficará retido na plataforma impactando diretamente na operação comercial.

AÇÕES

Estudo do comportamento do sistema através da equipe de campo



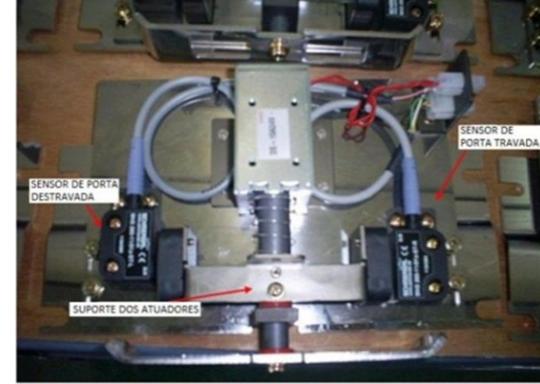
Percebeu-se um desalinhamento nos sensores internos ao módulo do conjunto de trava elétrica devido perda de torque da fixação.

Para este modo de falha, propôs-se então, um aumento no comprimento da haste de fixação (brackets) do elemento passivo do diminuindo assim a distância entre eles e conseqüentemente garantindo a estabilidade do sistema.

Foi desenvolvido um protótipo e instalado em uma porta, com alto índice de falha deste tipo, na estação Sacomã.

RESULTADOS OBTIDOS

O protótipo foi monitorado por 60 dias onde, neste período, nenhuma falha foi observada comparando-se com a ocorrência de falhas no mesmo período de tempo antes da modificação.



AÇÕES FUTURAS

Ao término da instalação dos brackets em todos os módulos de trava, dar-se-á início a um trabalho de estudo de degradação com a metodologia LDA (Life Data Analysis).

TRINCO DA TRAVA ELÉTRICA

FUNÇÃO

Manter a porta travada juntamente com o conjunto do módulo da trava elétrica para garantir a segurança do usuário quando o trem não estiver parado na plataforma.



FALHA FUNCIONAL

Não mantem a porta travada juntamente com o conjunto do módulo da trava elétrica mantendo o laço vital aberto.

Provoca o atrito com as escovas guarda pó do sistema deslizante das folhas de portas ocasionando o cisalhamento na fixação do trinco junto à porta.

Desalinhamento entre trinco e o modulo da trava elétrica.

CAUSA

Desalinhamento devido às características geométricas construtivas do trinco da trava elétrica. No projeto original o trinco não é simétrico.

O trinco é fixado apenas por dois parafusos sofrendo um esforço excessivo no plano de fixação.



EFEITOS E CONSEQUÊNCIAS

Desalinhamento entre o trinco e o módulo da trava elétrica.

Não travamento da PDM.

Laço vital aberto.

Não liberação do código de via e para o trem.

TRINCO DA TRAVA ELÉTRICA



FIG.11–Detalhe Atrito da escova com o trinco



FIG.12 – Trinco desalinhado.

TRINCO DA TRAVA ELÉTRICA



O trinco está fixado na estrutura da folha de porta por apenas dois parafusos.

Causa no sistema má distribuição do carregamento das folhas de portas.

Desalinhamento das folhas de portas.

Os trincos ficam desalinhados em relação ao módulo de trava elétrica.

Causa assim um esforço maior no trinco.

Cisalhamento da estrutura da folha de porta.

TRINCO DA TRAVA ELÉTRICA

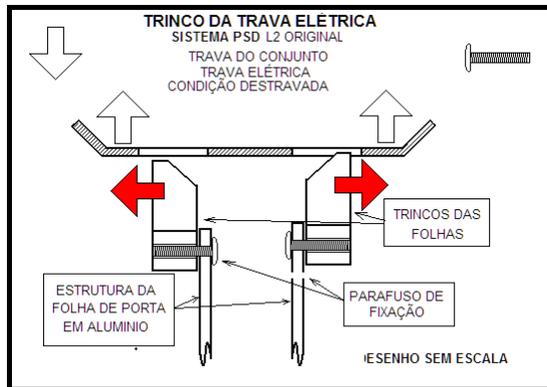


FIG.13A – Condição Destravada.

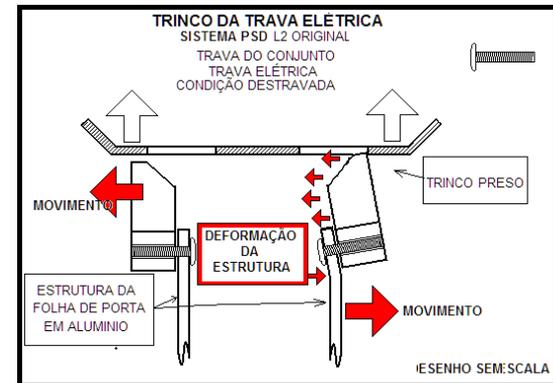


FIG.13B – Condição Destravada.

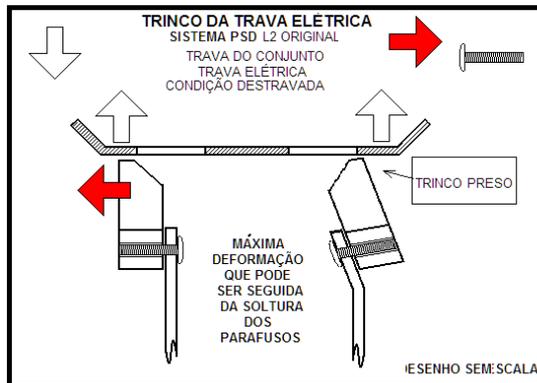


FIG.13C – Condição Destravada.

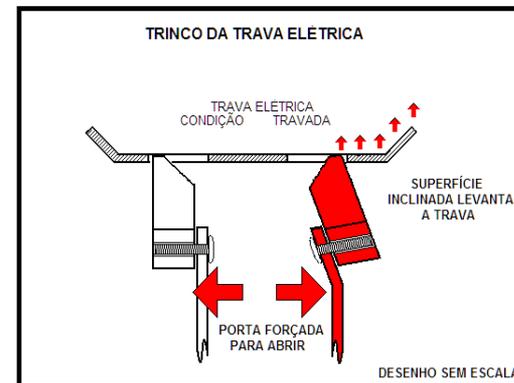


FIG.13D – Condição Travada.

AÇÕES

Analizando todas estas interferências, propuseram-se :

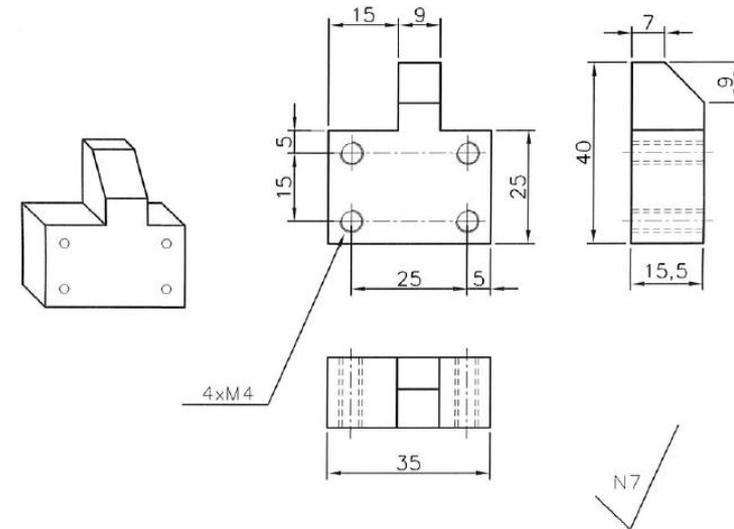
Desenvolvimento de um protótipo para testá-lo em campo.

Diminuição da altura do trinco original sem comprometer a segurança de travamento do sistema.

Aumento da área de fixação do trinco.

Aumento dos pontos de fixação do trinco.

O mesmo foi instalado e monitorado por um prazo de 60 dias.



NOTAS:

- 1- DIMENSÕES NÃO TOLERADAS CONF. NBR ISO 2768-mK
- 2- ELIMINAR CANTOS VIVOS
- 3- MATERIAL AÇO SAE 1020
- 4- ZINCAR COM ESPESSURA DE 7A12 μ m

FIG.16 – Protótipo desenvolvido internamente

RESULTADOS OBTIDOS

Com o reprojeto do trinco elimina-se:

- O atrito direto com as escovas guarda pó.
- Deformação da estrutura de fixação do trinco.
- Elimina o afrouxamento do trinco devido à vibração causada por interferências externas.

Após análise dos testes constatou-se que nenhuma falha foi observada comparando-se com a ocorrência de falhas no mesmo período de tempo antes da modificação.



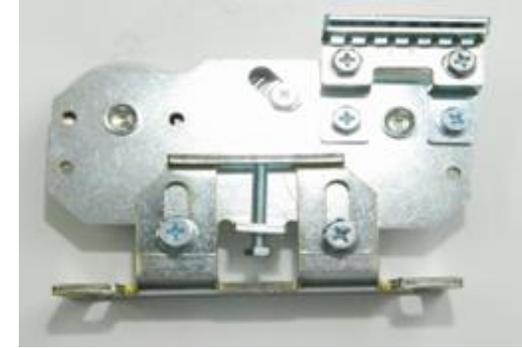
AÇÕES FUTURAS



Após o término da instalação dos trincos em todos os módulos PDM's, dar-se-á início a um trabalho de estudo de degradação com a metodologia LDA (Life Data Analysis).

TROLES

FUNÇÃO



Transmitir força motriz para a movimentação da porta deslizante.

FALHA FUNCIONAL

Não transmitir força motriz para a movimentação da porta deslizante.

CAUSA

Esforço excessivo na movimentação da porta e eventual descarrilamento devido ao desalinhamento do suporte.

EFEITO E CONSEQUÊNCIA

Desalinhamento das portas sobrecarregando os troles.

Desgaste excessivo dos rolamentos.

Danos às roscas do suporte de fixação das PDM's.

Não movimentação das folhas de porta provocando a não liberação do trem.

AÇÕES

Reforço para os pontos de fixação do trole às folhas de portas.

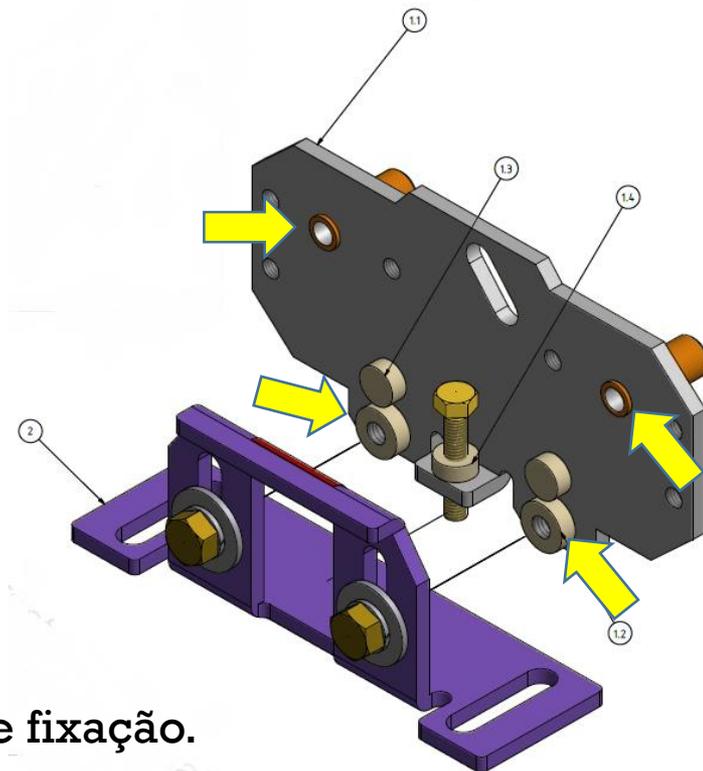
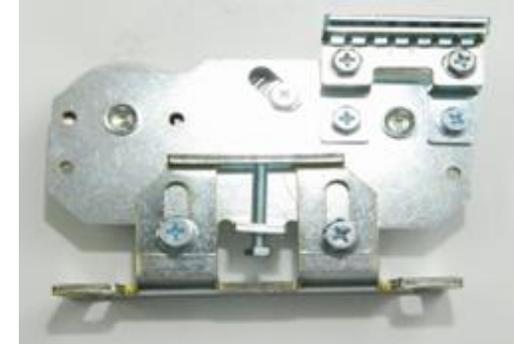
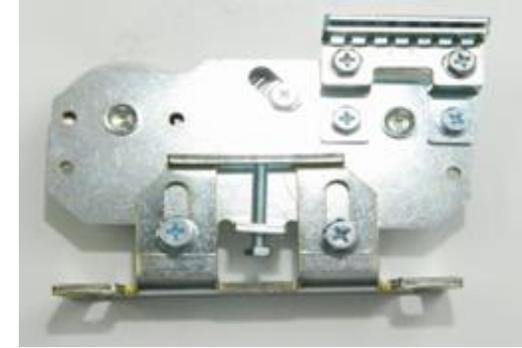


FIG.19 – Detalhe das buchas de reforço das roscas de fixação.

RESULTADOS OBTIDOS

Após análise dos testes constatou-se que nenhuma falha foi observada comparando-se com a ocorrência de falhas no mesmo período de tempo antes da modificação.



AÇÕES FUTURAS

Após o término da instalação dos troles em todos os módulos PDM's, dar-se-á início a um trabalho de estudo de degradação com a metodologia LDA (Life Data Analysis).

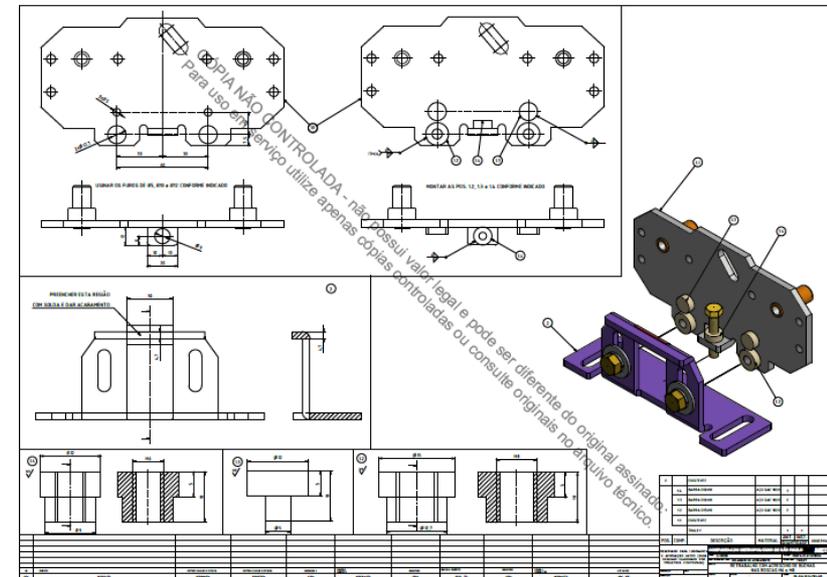
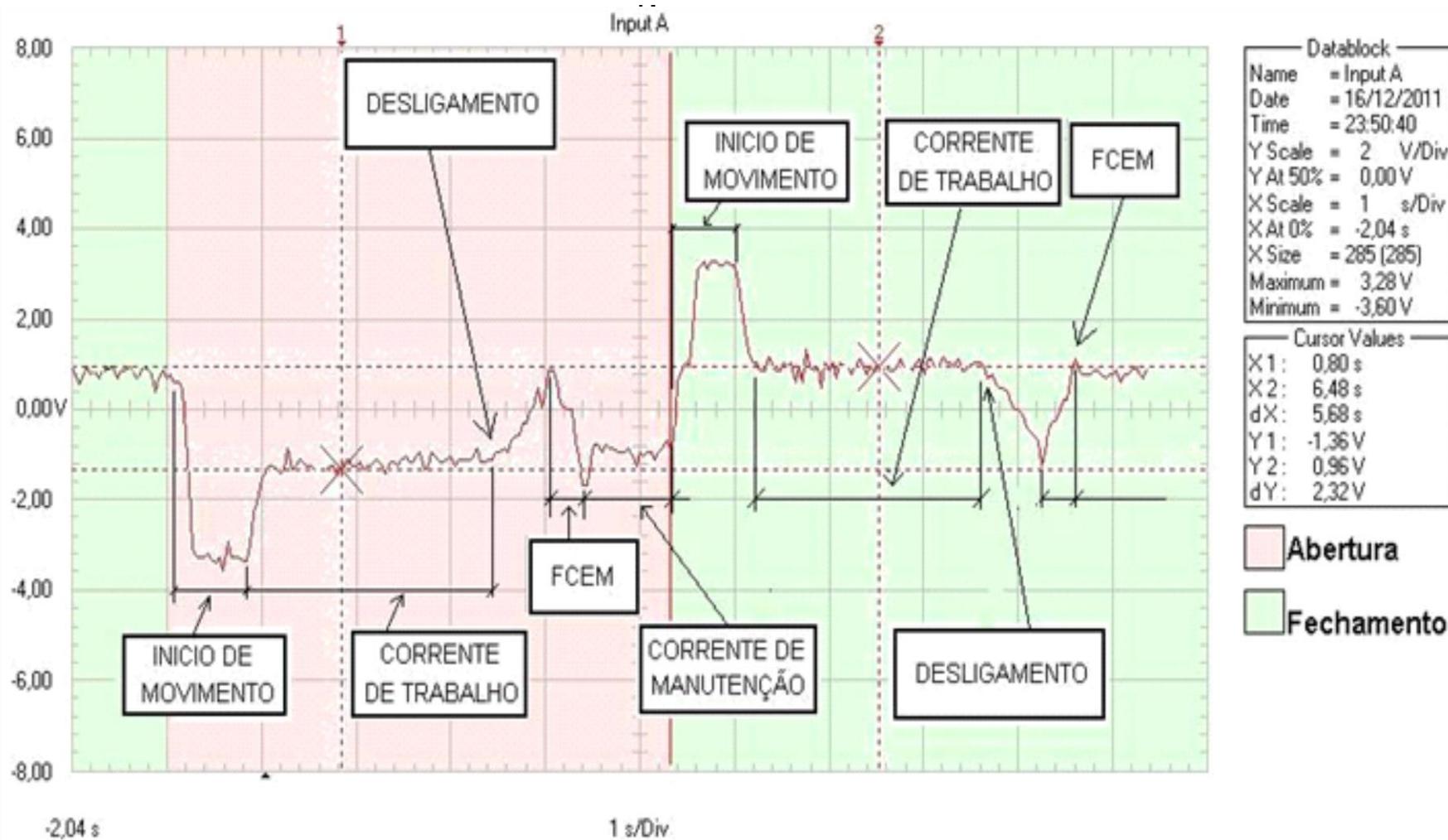


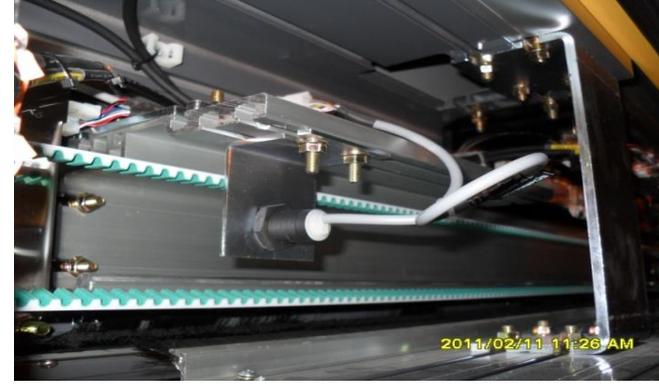
FIG.19 – Projeto do trole retrabalhado.

Assinatura de Corrente Padrão do Sistema PSD



SENSOR DE PORTA FECHADA

FUNÇÃO



Detectar os estados da PDM fechada e totalmente aberta.

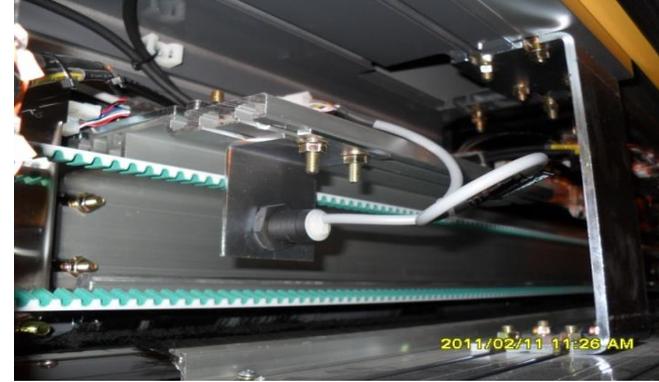
FALHA FUNCIONAL

Não detectar os estados das PDM's fechada.

Dependendo da posição que ele for ajustado, pode não detectar os estados da PDM fechada.

CAUSA

Perda de torque do sistema de fixação do sensor.



EFEITO E CONSEQUÊNCIA

Impossibilidade de gerar código de velocidade na via para liberação do trem.

Com isso o trem ficará retido na plataforma impactando diretamente na operação comercial.

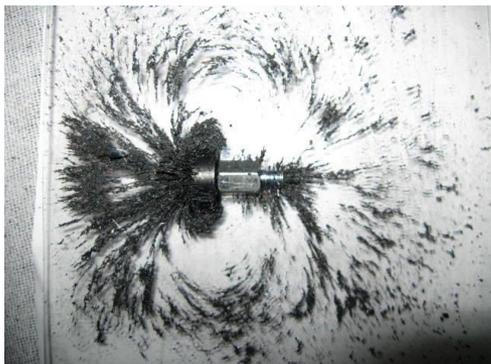


FIG. 21 – ENSAIO DO ATUADOR

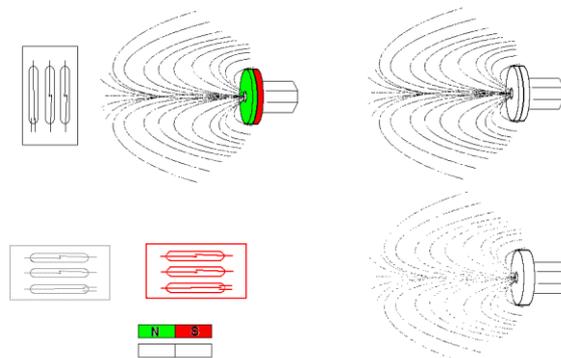


FIG. 21 A – COMPORTAMENTO DAS LINHAS DE FORÇA

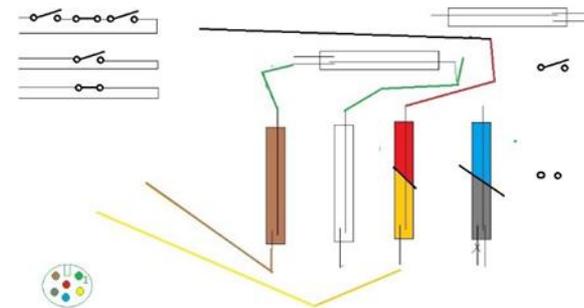


FIG. 21 B – ESQUEMA ELÉTRICO INTERNO DO SENSOR

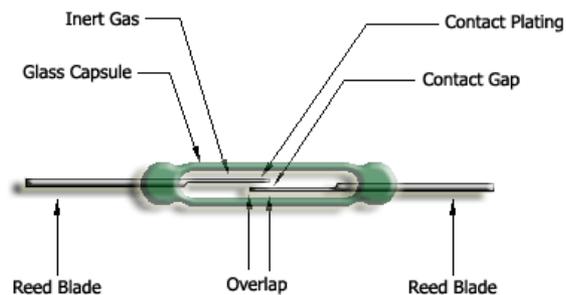


FIG. 21 C – ESQUEMA REED SWITCH

Modelagem de Protótipo



FIG. 22 – Modelagem do Suporte



FIG. 22 A – Teste do Suporte em bancada

Ensaio de Protótipo em campo

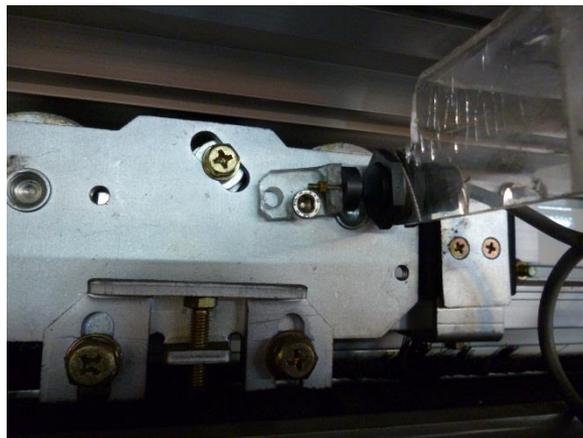


FIG. 22 A – Teste do Suporte em bancada

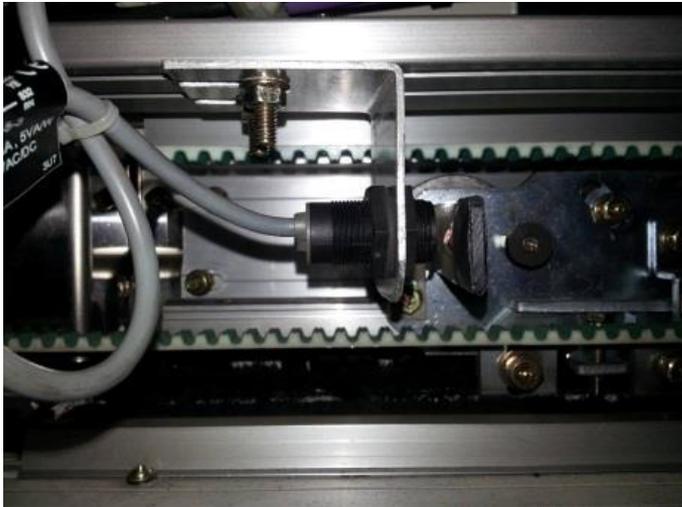


FIG.23 – Suporte de fixação modificado.



FIG.23 A – Sensor de porta fechada.



FIG.23 B – Instrumento de Calibração do Sensor.

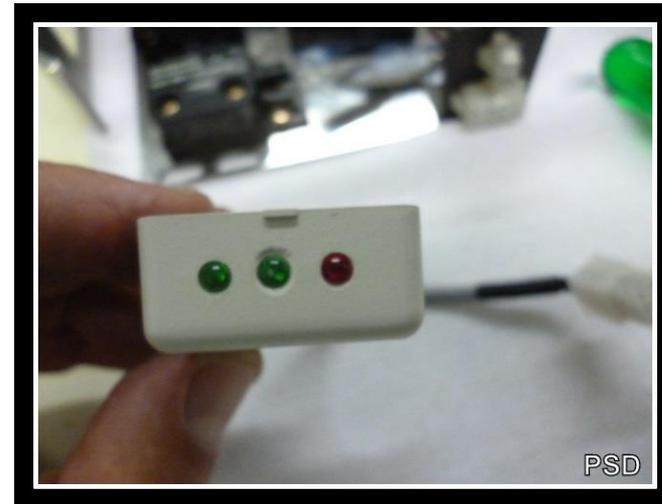
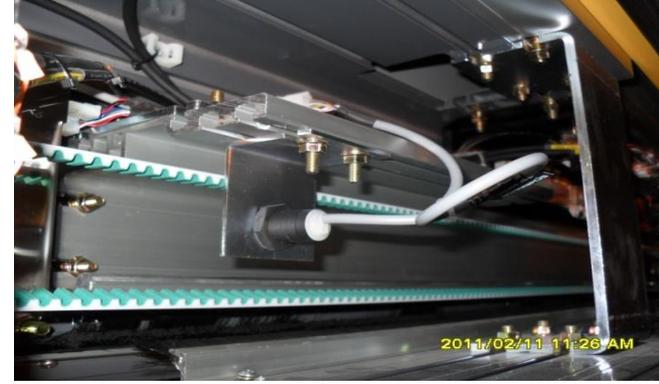


FIG.23 C – Led's de Indicação de reed switch.

RESULTADOS OBTIDOS

Nenhuma falha foi observada comparando-se com a ocorrência de falhas no mesmo período de tempo antes da modificação.



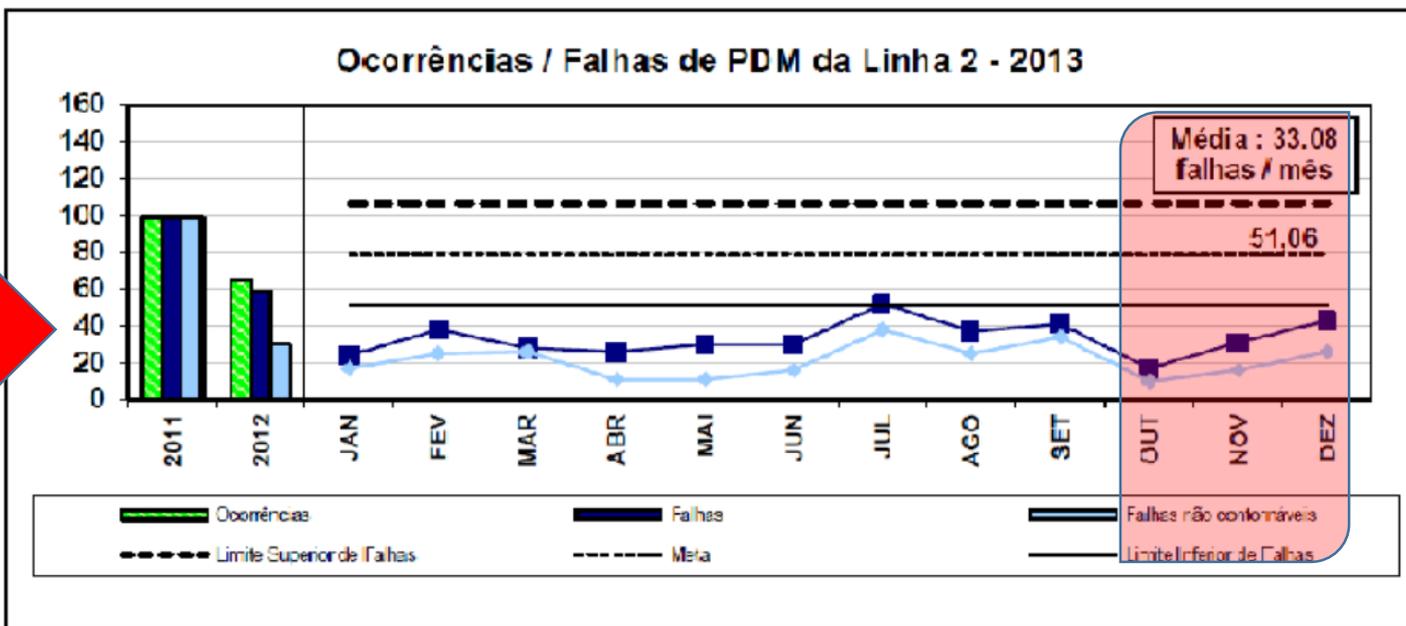
AÇÕES FUTURAS

Providenciar a substituição dos mesmos.

Após o término da instalação dos suportes em todos os módulos PDM's, dar-se-á início a um trabalho de estudo com a metodologia LDA (Life Data Analysis)

GRÁFICO DE OCORRÊNCIAS DE FALHAS

METRÔ Relatório de Desempenho - MTS/ENC/INC

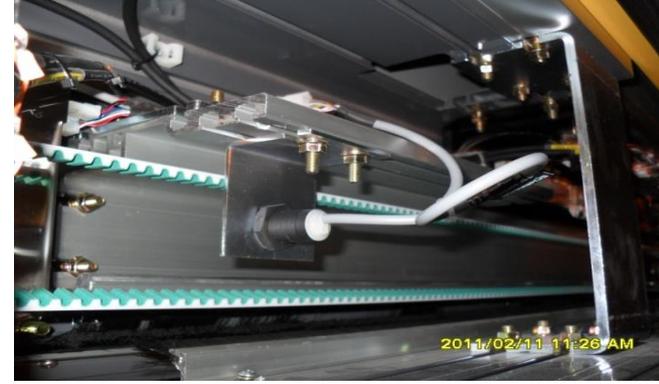


Falhas = contornáveis + não contornáveis

Contornáveis = eliminada em uma atuação

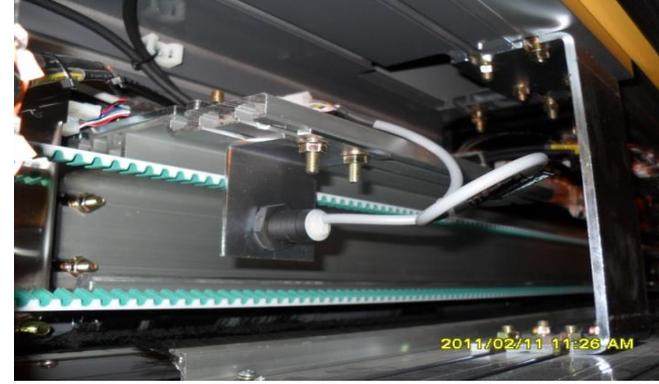
Não contornáveis = ocorrem varias vezes após atuação

CONCLUSÕES



Tendo em vista que o Sistema de Portas de Plataforma é um sistema completamente novo na Companhia e que já faz parte de todo o processo de modernização e implantação de novas estações, estes estudos tem o objetivo de corrigir possíveis desvios de projeto e montagem do sistema em campo, melhorando o desempenho dos equipamentos e conseqüentemente, melhorar a gestão dos planos de manutenção baseado na metodologia RCM (Manutenção Centrada em Confiabilidade).

CONCLUSÕES



Com a implementação destas melhorias parcialmente, foi possível baixar o número de falhas que no início das operações eram em torno de 100 falhas/mês para uma média de 30 falhas/mês. Nossa expectativa é que o nível de falhas diminua ainda mais quando as melhorias estiverem implementadas em todo o sistema.

Após a implantação das mesmas em definitivo, o grupo de trabalho realizará novos estudos, baseados nos históricos de falhas, com o objetivo de reavaliar a periodicidade das atividades de preventiva nos planos de manutenção.



Eng. Marcos Alessandro Diniz

madiniz@metrosp.com.br

0XX 11 5060-4451

Pátio Jabaquara Bloco B 2º andar

Cia. do Metropolitano de São Paulo – METRÔ

Eng. Claudio Fernando Rebollo Silva

claudio_fernando@metrosp.com.br

0XX 11 3179-2000 R-35751

Pátio Belém

Cia. do Metropolitano de São Paulo – METRÔ

Tec. Mauro Becker

mauro_becker@metrosp.com.br

0XX 11 3179-2000 R-35751

Pátio Belém

Cia. do Metropolitano de São Paulo – METRÔ

Eng. Cesar Augusto Lopes Casquel

calopes@metrosp.com.br

0XX 11 5060-4406

Pátio Jabaquara Bloco B 2º andar

Cia. do Metropolitano de São Paulo – METRÔ

Tec. Jose Marcelo Da Silva

jmarcelo@metrosp.com.br

0XX 11 3179-2000 R-35751

Pátio Belém

Cia. do Metropolitano de São Paulo – METRÔ

Obrigado

