

TRILHOS:
EFICIÊNCIA E
NOVOS RUMOS



Inteligência Artificial em Manutenção Detectiva nos Metrocarros

Adam Fabricio Silveira Silva
Gleyson Nascimento de Freitas

Tópicos

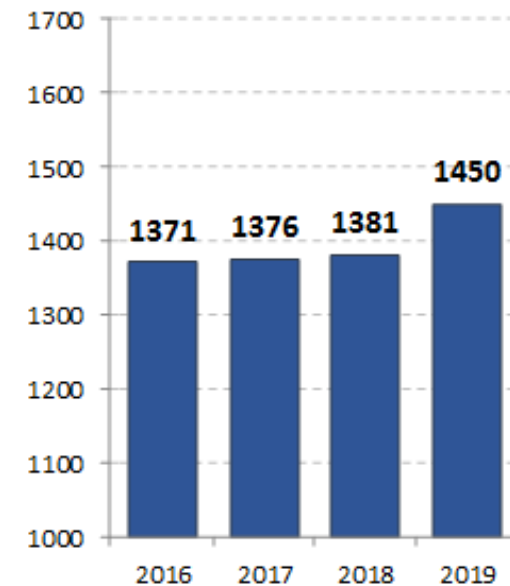
- Crescimento da demanda de Passageiros – Linha 1 Azul
- Manutenção no Metrô-SP Atualmente
- Inclusão da Manutenção Detectiva
- Relacionamento entre LOGs e Pré-Falha
- Inteligência Artificial
- Resultados
- Projeções/expectativas

Crescimento da Demanda de Passageiros – Linha 1 Azul

Integração linha 5 - Lilás com a linha 1 – Azul (Estação Santa Cruz)



Passageiros transportados na Linha 1 - Azul
Média dos dias úteis do 1º semestre de cada ano (milhares)



Manutenção no Metrô- SP

A manutenção no Metrô-SP é dividida em:

- **Manutenção Preventiva:**

Substituição de equipamentos programados por Quilômetros rodados ou tempo de uso.

- **Manutenção Corretiva:**

Manutenção efetuada após a ocorrência de uma Falha.

Índice de Desempenho - MKBF

- Média de Quilometragem entre falhas (Mean Kilometer Between Failure) é calculado da seguinte forma:

$$MKBF = \frac{(\sum km \text{ rodados}) \times 6}{\sum N^{\circ} \text{ de falhas}}$$

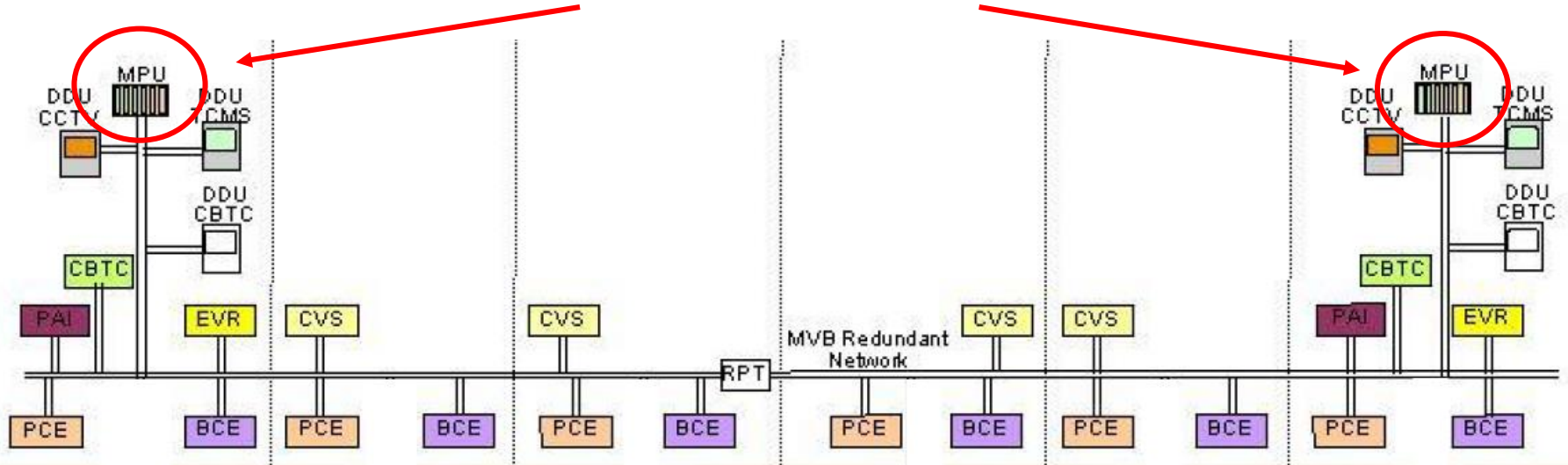
Novos Trens → Novos Recursos

- Registro de eventos em tempo real de todos os sistemas do trem (TCMS);
- Registro de eventos individual (por equipamento);
- Registro de Sinais;
- Gravação de Imagens;
- Simulação e monitoramento em tempo real de variáveis do sistema via software.

Rede MVB (Multifunction Vehicle Bus)

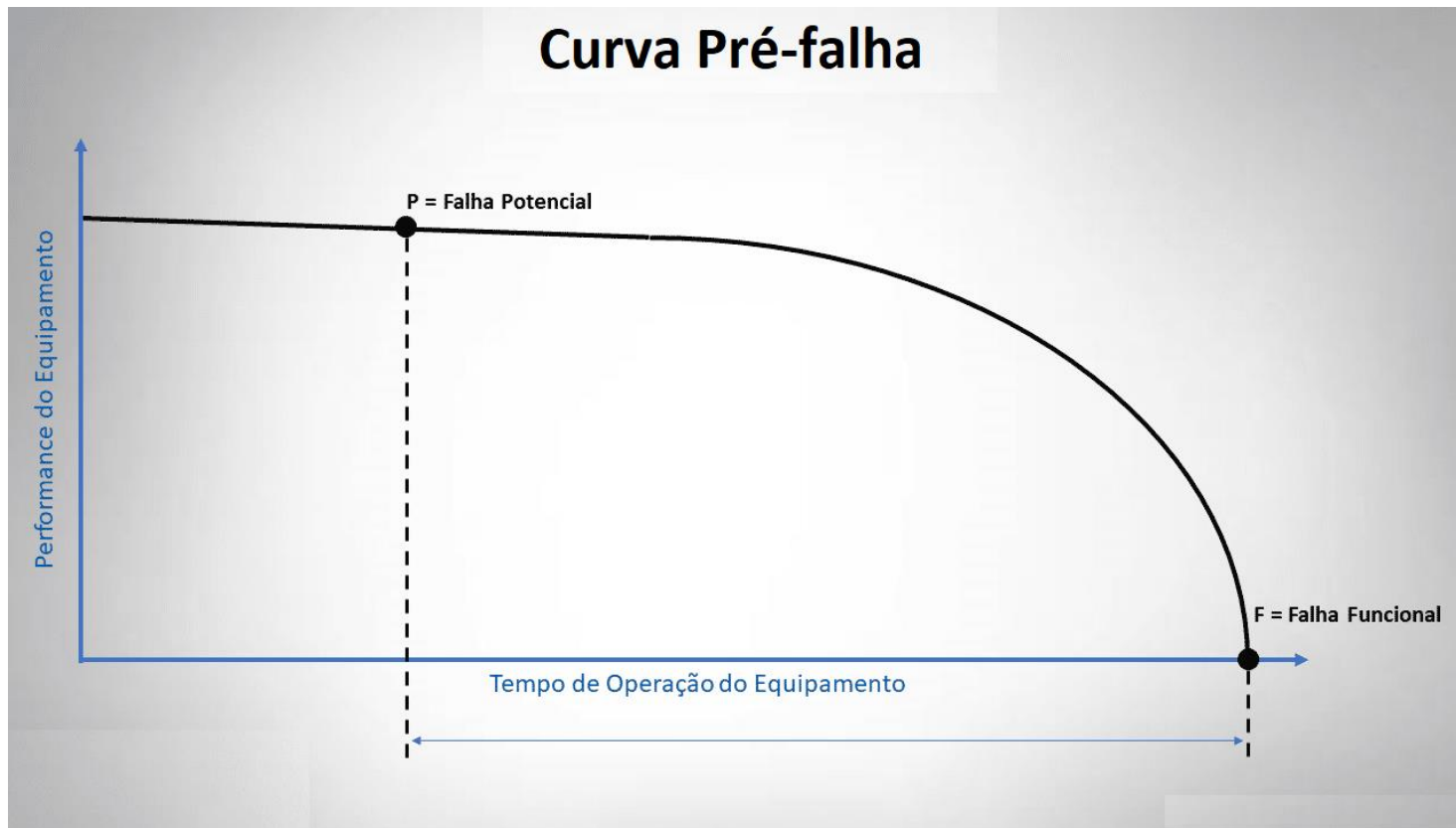
- É a rede que interliga todos os sistemas do trem. Possuem 2 "Administradores de Rede" que armazenam e gerenciam o tráfego de dados:

Administradores de Rede



Manutenção Detectiva

- Visa identificar os desvios não perceptíveis a manutenção e operação, ou seja, identificar sinais de pré-falha:



Relação Log/Pré-falha

Os Logs dos trens contêm informações que nos indicam esse período de pré-falha:

Exemplo:

Quando o relé estiver próximo do final da sua vida útil, começam a falhar ou demorar para atracar. Cada vez que isso acontecer é registrado pelo TCMS.

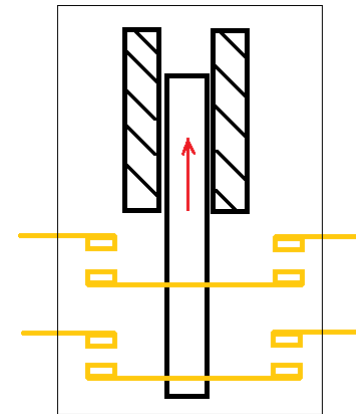


Ilustração: Sentido de trabalho dos reles da controladora de portas

MODELO DE DADOS

```

odeName;Mnemonic;MediaFileLink;MaintenanceHe
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame
FF-01-0B";"SLTRN";"";"";"";"incorrect frame

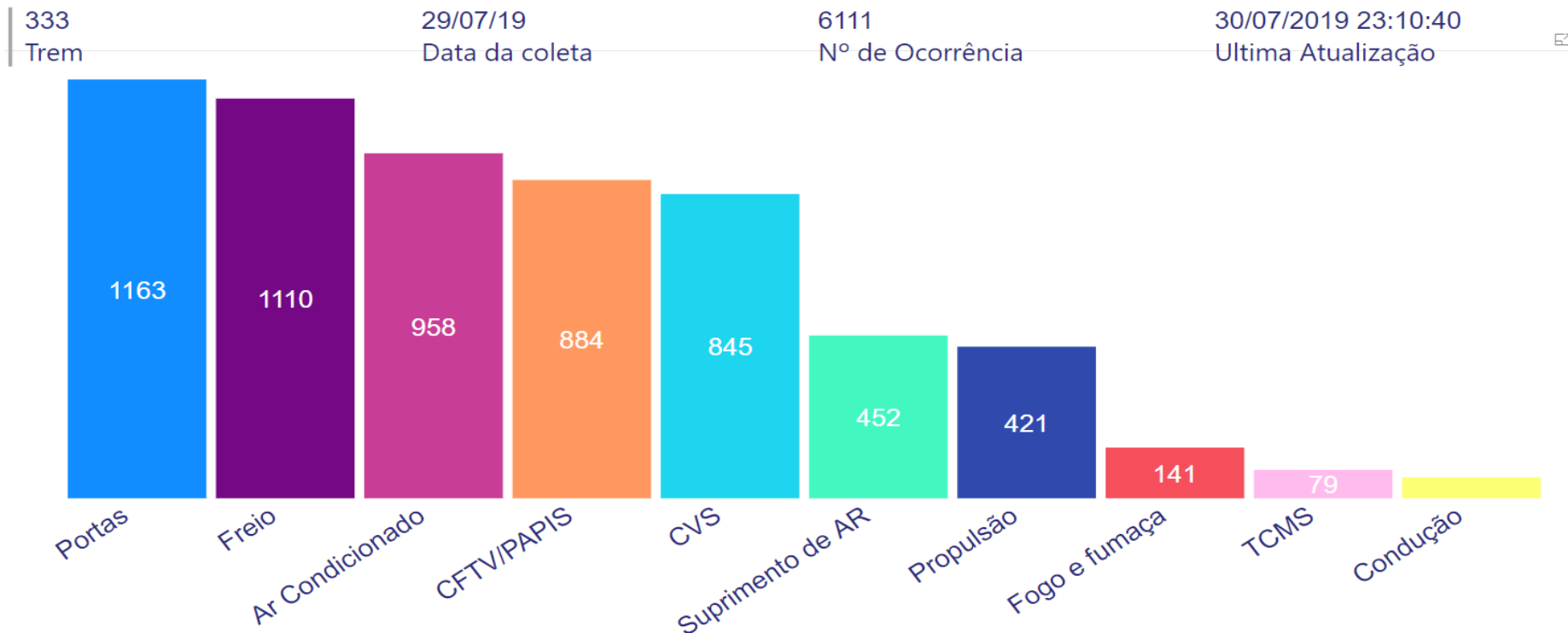
```

Figura x : Arquivo CSV

Trem	Frota	Description	Counter	Sistema	Carro	Posição
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	7
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	8
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	8
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	1
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	1
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	3
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	3
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	4
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	4
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	2
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	6	2
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	5	7
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	5	7
331	L	FALHA DE COMUNICAÇÃO	1	Portas	5	8

Figura x : Power Query

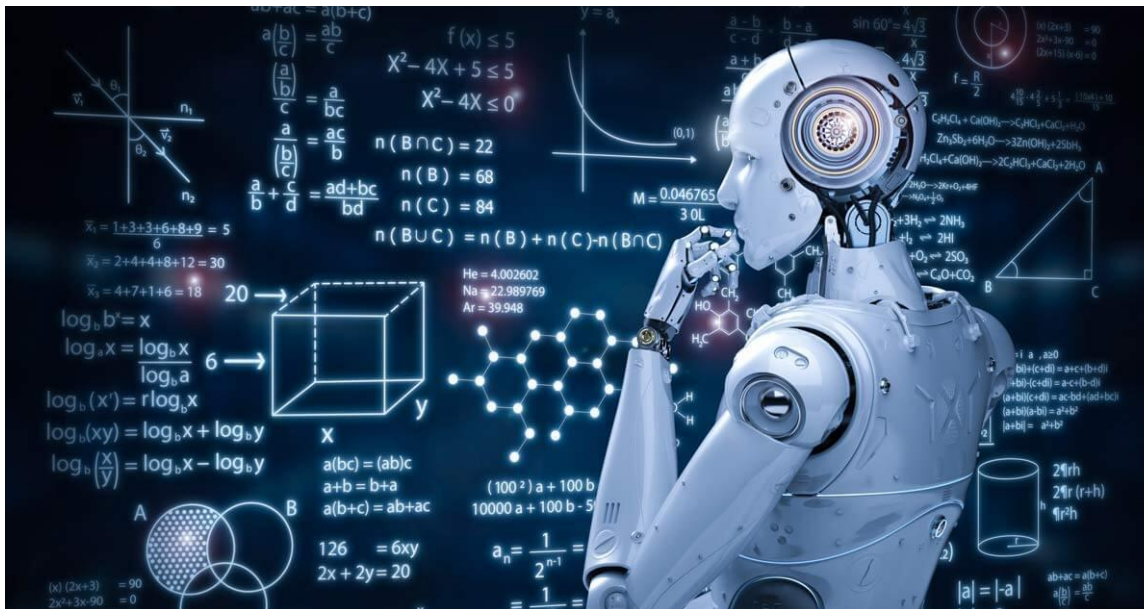
MODELO DE DADOS



Power BI

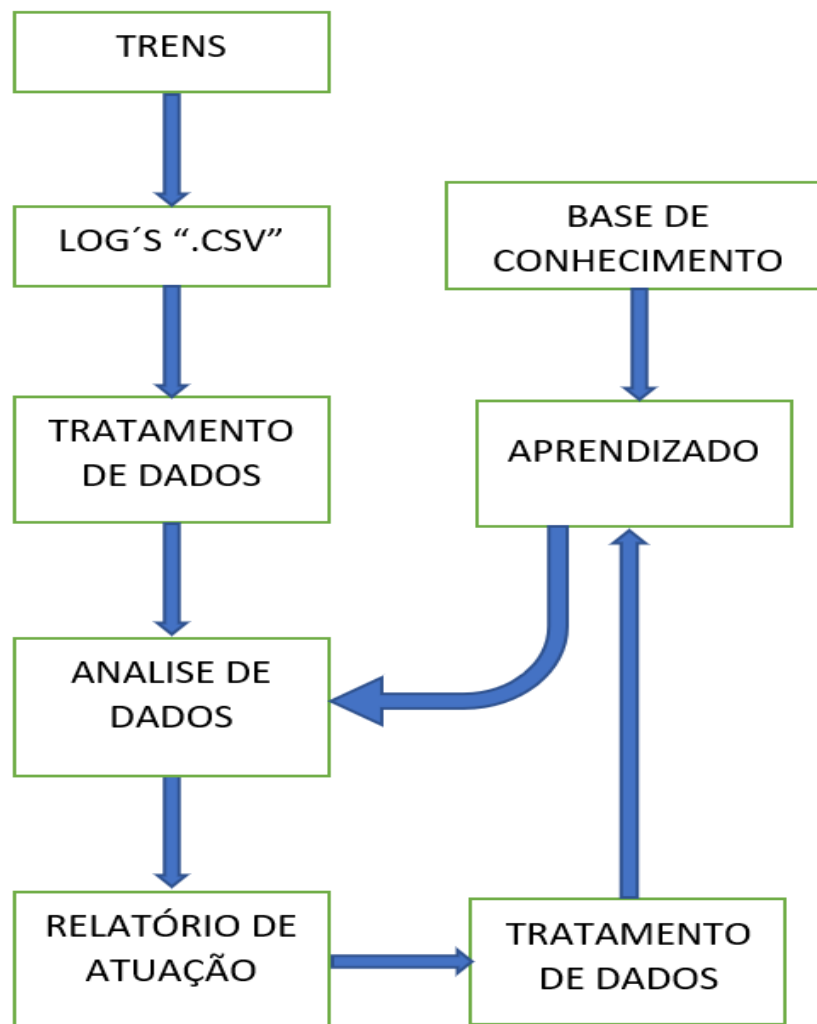
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- “[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)”



FONTE

INTELIGENCIA ARTIFICIAL



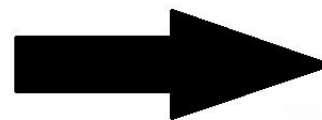
ANÁLISE DE DADOS



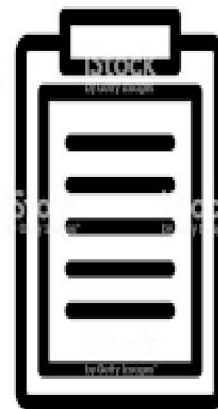
LOG



ANALISE



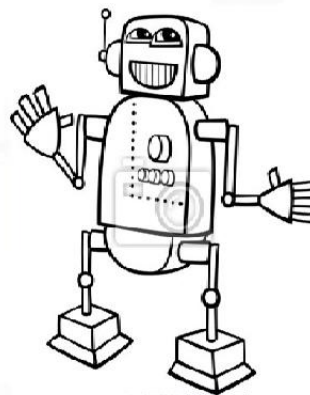
RELATÓRIO
DE ATUAÇÃO



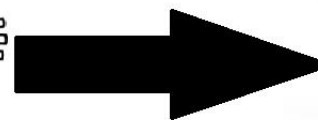
ANÁLISE DE DADOS



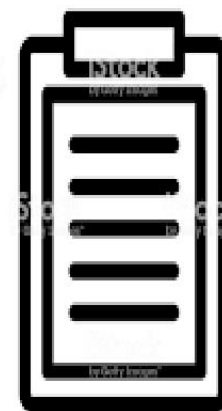
LOG



ANALISE

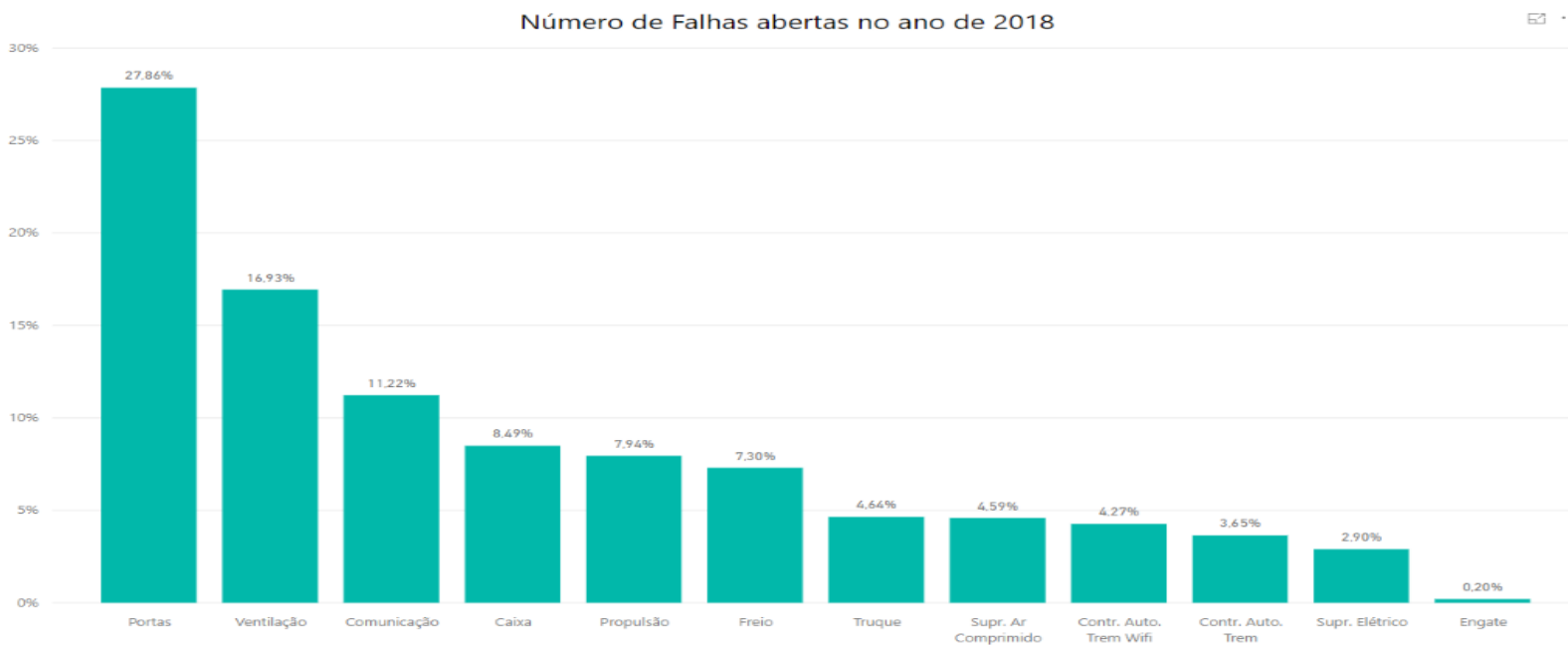


RELATÓRIO
DE ATUAÇÃO



PROTÓTIPO

- Sistema de Portas
 - Maior índice de falha.



RESULTADO

- Redução de falhas no sistema de portas.
- A cada 5 desvios eliminados antes de se tornar falha, temos um aumento de 5% do MKBF.

Atualizado Falhas em 15 -07- 2019 as 05:41 hs			
Atualizado Km em 11 -07- 2019			
MKBF (2019) - Frota I (6.500 Km/falha)			
MÊS	Qtd Falhas	Km	MKBF
JAN	255	266342	6267
FEV	230	225184	5874
MAR	204	271070	7973
ABR	175	268539	9207
MAI	176	274923	9372
JUN	190	254218	8028

RESULTADO

- Contabilizando 15% da contribuição do aumento do MKBF

	Média Trimestral MKBF (km/falha)	Aumento Geral	Contribuição no Aumento
1º Trimestre	6704	2165 km/falha	335 km/falha - 15% → Análise de Log
2º Trimestre	8869		1830 km/falha - 85% → Demais ações

PRÓXIMOS PASSOS

- Expandir para todos os sistemas do trem.
- Aprimorar a IA
- Implementar “Machine Learning”
- Coleta automática de LOG.

AGRADECIMENTOS

- TÉCNICO TADEU APARECIDO OLIVEIRA ROCHA
- GERENCIA DE MANUTENÇÃO
- CHEFE DE DEPARTAMENTO CARLOS ADRIANO
- COORDENADOR MARCIO ANIBAL PIMENTA
- COORDENADOR JOAO CARLOS TORRAQUE
- COORDENADORA ELAINE DORO LABATE
- SUPERVISOR LUIZ CARLOS QUEIROZ

TRILHOS:
EFICIÊNCIA E
NOVOS RUMOS



Inteligência Artificial em Manutenção detectiva nos metrocarros

Adam Fabricio Silveira Silva
Gleyson Nascimento de Freitas