



MODERNIZAÇÃO DOS TRENS DO METRÔ DO RECIFE MELHORIA DO ATENDIMENTO AO USUÁRIO E DA CONFIABILIDADE

Leonardo Villar Beltrão - METROREC

Adilson de Azevedo Bezerra - METROREC

Wilson Rodrigues de Oliveira - METROREC

1 - APRESENTAÇÃO

Os trens do Metrô do Recife, nos 18 anos de operação, acumularam uma quilometragem média por unidade de 1.100.000 de Km. As grandes revisões previstas não foram realizadas pela limitação de recursos. Soma-se a este fato a obsolescência de alguns sistemas, resultando em grande esforço da manutenção para assegurar a disponibilidade da frota a um baixo custo.

O projeto de expansão do Metrô, em andamento, contempla a revisão dos trens, implementação do sistema de Ar Condicionado, a modernização do sistema de ATC (Controle Automático de Trem), de Freio e o de Alimentação Elétrica Auxiliar.

A implementação do sistema de Ar Condicionado atende a uma antiga reivindicação dos nossos usuários. O calor no interior dos trens tem sido apontado, nas pesquisas de satisfação, como o atributo de pior avaliação, em função da Região Metropolitana do Recife está situada no Nordeste do Brasil, que possui uma temperatura média de 30°C. Por esta razão a instalação dos Condicionadores de Ar nos trens é indispensável para o atendimento dos usuários dentro de um padrão mínimo de conforto.

A modernização do sistema de Alimentação Elétrica Auxiliar atenderá a outra reivindicação, uma vez que substitui o Motor Alternador (máquina rotativa) que causa alto ruído no interior do trem, por um Inversor Estático de baixo ruído. O mesmo ocorrerá com o sistema de Freio, que atendendo a outra solicitação, diminuirá o tempo de percurso da viagem, através do aumento da velocidade média comercial, por apresentar tempos de resposta bastante inferiores em relação ao atual. Essas modificações, juntamente com a revisão dos demais componentes do trem, aumentará consideravelmente a confiabilidade da frota, trazendo uma grande melhoria na disponibilidade.

Este trabalho pretende apresentar as ações adotadas para garantir a melhoria do conforto e disponibilidade de trem necessárias as novas exigências do Metrô do Recife. As ações têm duas linhas de atuação: uma realizada pelo próprio corpo técnico da área de Material Rodante e a outra através da contratação de serviços. As atuações do corpo interno

têm o objetivo de melhorar a performance dos mesmos, possibilitando o atendimento das necessidades operacionais e a paralisação de 05 trens, por um longo período, para a realização dos grandes serviços contratados de revisão, modernização dos seus sistemas e a climatização do seu interior.

2 – INTRODUÇÃO

Hoje, o Metrô do Recife opera a denominada linha centro composta por 18 estações e 25,2 km de via e transporta em média 160.000 usuários/dia. Este sistema está em plena expansão e recentemente inauguramos o trecho entre a estação Rodoviária e Camaragibe, que nos trouxe um aumento da demanda de 20.000 usuários/dia. A linha Sul, com dez novas estações e mais 14,3 km de via, que se integrará ao sistema atual nas estações Recife e Joana Bezerra, está com suas obras em andamento com previsão de inauguração do trecho Recife a Imbiribeira ainda para este ano e os demais para 2004.

Concluindo todo o sistema e efetivada as integrações previstas, o Metro do Recife passará a contar com 28 estações e 39,5 km de via e alcançará uma demanda estimada de 400.000 usuários/dia. Para fazer face, a esta demanda crescente, se faz necessário aumentar a disponibilidade de trem, cujas medidas a curto e em longo prazo estão sendo tomadas e serão ilustradas neste trabalho.

3 – DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

A demanda do Metrô tem crescido constantemente nestes últimos anos em função do serviço diferenciado oferecido ao cliente e dos trechos que estão sendo inaugurados. Os trechos da linha sul começarão a entrar em operação este ano e gradativamente serão inaugurados até a completa conclusão do projeto previsto para o ano de 2004. Estima-se que até 2005 a grande parte das integrações, com os demais sistemas da Região Metropolitana do Recife, sejam efetivadas.

Como visto a necessidade do número de trem para operação tem crescido e se acentuará a partir do segundo semestre do corrente ano, com a gradativa entrada em operação dos trechos da linha sul.

O Metrô está atento às necessidades de trens e as reivindicações dos seus usuários levantadas através de pesquisas e coleta de sugestões.

4 – CARACTERÍSTICAS DO TREM UNIDADE ELÉTRICA

4.1 – COMPOSIÇÃO

Nosso trem é formado por “04” carros, sendo que os dois carros centrais são denominados reboques (CR), contendo no sob estrado grupos motores alternadores (um por carro), banco de baterias (somente em um dos carros), compressores de ar (um por carro) e equipamentos auxiliares. Os dois carros das extremidades são denominados motores (CM) contendo cabine de operação (uma por carro), motores de tração (quatro motores de corrente contínua por carro alimentados com 3.000 Vcc), coletores de energia pantográficos (dois por carro), bancos de resistores montados no teto e os demais equipamentos de controle montados entre o salão de passageiros e a cabine de comando e no sob estrado.

O controle dos motores de tração é feito pelo chaveamento de resistências em série, através do acionamento do eixo de cames. A operação do eixo de cames é controlada por um sistema eletrônico, o qual recebe informação da solicitação do operador, da corrente dos motores de tração e da carga do trem acelerando-o numa taxa de $0,8 \text{ m/s}^2$, independente do seu carregamento, estabelecida em projeto.

4.2 – CAPACIDADE DE USUÁRIOS

	CM	CR	TUE
SENTADO	61	72	266
EM PÉ	207	217	848
TOTAL	268	289	1114

Obs: tomando o parâmetro o grau de conforto de 6 usuário/m²

4.3 – PESO EM Kg

	CM	CR	TUE
TARA	56.800	38.400	190.400
USUÁRIO	14.490	15.190	59.360
TOTAL	71.290	53.590	249.760

Obs: considera o peso médio do usuário de 70 Kg e grau de conforto de 6 usuário/m²



4.4 – DESEMPENHO

TENSÃO NOMINAL:	3.000 Vcc
POTÊNCIA:	2.208 KW
ESFORÇO DE TRAÇÃO:	15.100 Kg
VELOCIDADE MÁXIMA:	90 Km/h
ACELERAÇÃO:	0,80 m/s ²
FRENAGEM DE SERVIÇO:	0,77 m/s ²
FRENAGEM EMERGÊNCIA:	1,10 m/s ²

4.5 – SISTEMA DO TUE

O trem é formado por “11” sistemas, que se interagem para proporcionar a tração, frenagem, supervisão de velocidade, segurança e conforto do usuário, como segue:

4.5.1 – TRAÇÃO

É responsável pelo controle e execução da tração do trem.

4.5.2 – ATC (Controle Automático de Trem)

É responsável pela monitoração da velocidade e parada do trem dentro de patamares impostos pelo sistema de sinalização de via, garantido a segurança de tráfego.

4.5.3 – FREIO

É responsável pela execução e controle da taxa de frenagem, garantida a redução da velocidade ou parada do trem de forma confortável e segura para o usuário.

4.5.4 – CAIXA

É formado pela parte estrutural e de acabamento destinada a acomodar os usuários e alojar os equipamentos necessários à operação do trem.

4.5.5 – SUPRIMENTO ELÉTRICO

É responsável pelo suprimento elétrico dos equipamentos dos demais sistemas do trem.



4.5.6 – TRUQUE

É responsável pela sustentação da caixa e onde são acomodados os motores de tração e blocos de freio. Formado por rodeiros (conjunto roda eixo) que permite o deslocamento do trem.

4.5.7 – SUPRIMENTO DE AR

É responsável pela compressão, armazenamento e distribuição de ar para os equipamentos pneumáticos do trem.

4.5.8 – COMUNICAÇÃO

É responsável pela comunicação do operador com os usuários e o CCO (Centro de Controle Operacional).

4.5.9 – PORTA

É formado pelas folhas de portas, mecanismo eletropneumático e equipamentos de controle permitindo o comando de abertura e fechamento das portas do salão.

4.5.10 – AUXILIAR

É formado pelas luminárias, insuflador, exaustores e os equipamentos de controle permitindo a iluminação e renovação de ar do interior do trem.

4.5.11 - ACOPLAMENTO

É formado pelos engate automático, barras de ligação entre carros e aparelho de choque de tração. Liga os carros formando um trem e permite o acoplamento automático em dois trens.

5 – AÇÕES INTERNAS

Com a confirmação da previsão de grande retardo no cronograma dos serviços contratados de revisão, modernização dos sistemas e climatização dos trens, constatou-se a necessidade de adoção de ações internas capazes de melhorar a confiabilidade dos trens, visto que os fatores abaixo relacionados, implicam na exigência de uma maior

disponibilidade de trem em curto prazo:

- Inauguração de novos trechos antes da conclusão dos serviços contratados para trens;
- Depreciação dos equipamentos dos trens;
- Crescimento da demanda apontada em função da atratividade do sistema;
- Aumento do número de linhas de ônibus integradas ao metrô;
- Necessidade da imobilização de “05” trens para execução dos serviços contratados.

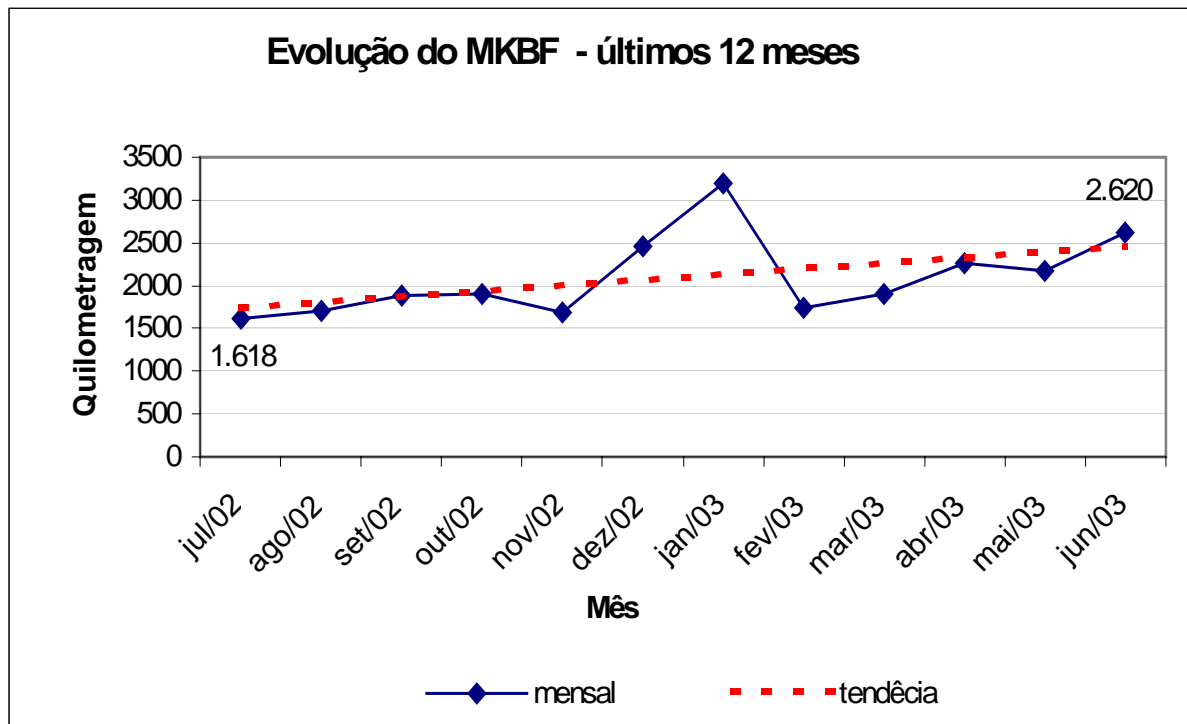
Diante deste cenário o corpo técnico do Departamento de Material Rodante vem utilizando a experiência adquirida para intensificar as pesquisas de desempenho dos sistemas do trem, utilizando inclusive levantamentos estatísticos e análise para apontar soluções de modificação de projeto do trem e de procedimentos de manutenção que resultaram nas ações listadas abaixo. Algumas delas estão prevista nos serviços contratados da revisão, mais se tratam de atividades de baixo custo e que trazem resultados significantes em curto prazo.

5.1 - PRINCIPAIS AÇÕES JÁ IMPLEMENTADAS

- Redução da corrente de partida do Motor Alternador;
- Alteração do tempo de partida do Motor Alternador;
- Seqüenciamento da entrada das cargas na partida do Motor Alternador;
- Modificação no controle de acionamento das Chaves Rotativas eletropneumáticas;
- Desenvolvimento de gaxeta para revisão dos cilindros dos Contatores eletropneumáticos;
- Desenvolvimento e fabricação dos discos de acionamento dos contatos elétricos de potência do Controlador Principal;
- Atuação nas botoeiras de abertura e fechamento de porta;
- Modificação nas caixas de passagens dos cabos elétricos de 3.000 Vcc;
- Desenvolvimento e fabricação da antena de captação de código do ATC;
- Modificação no sistema de fixação da antena de ATC;
- Duplicação das ligações elétricas do gerador de velocidade do ATC.

O gráfico “**EVOLUÇÃO DO MKBF**” abaixo, demonstra as melhorias na confiabilidade alcançadas com as ações já adotadas e/ou em andamento, os quais elevaram o MKBF (quilometragem média entre falha) do trem de um patamar de 1.618 Km/falha para

2.620 Km/falha num período de julho/2002 à junho/2003 correspondente a um ano.



6 - CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS

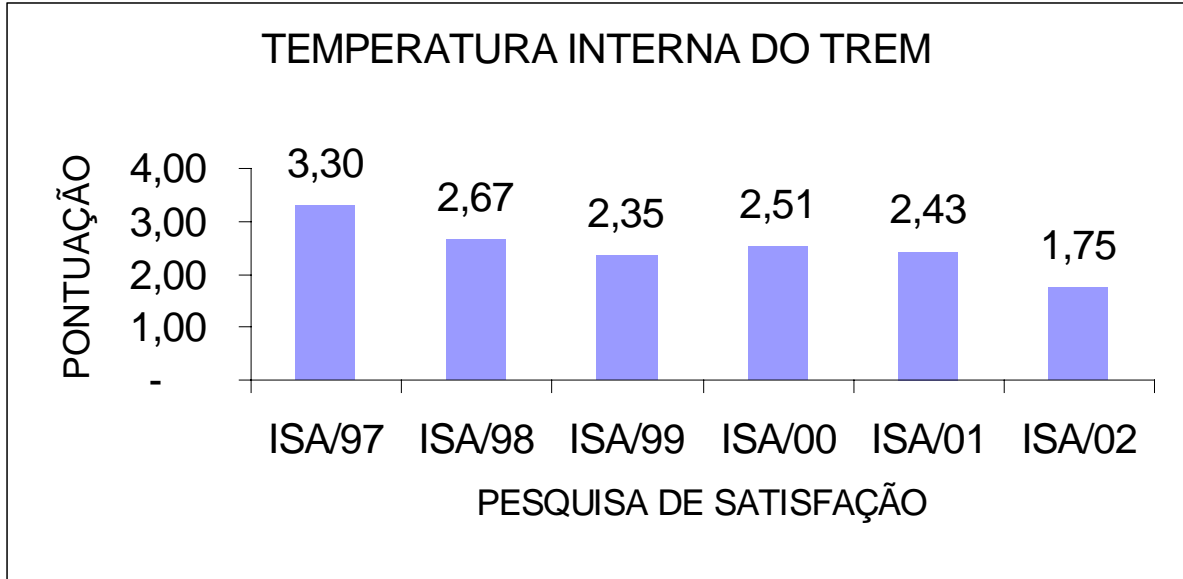
Considerando o grau de desgaste dos nossos trens, em função dos 18 anos de operação, assim como a obsolescência de alguns sistemas, o Metrô do Recife contratou os serviços de revisão e ou modernização dos sistemas, bem como a implantação de sistema de Ar condicionado.

As especificações dos serviços contratados tiveram o foco centrado prioritariamente no atendimento das principais reivindicações dos nossos usuários e na necessidade de melhorar os sistemas de menor confiabilidade.

6.1 – ATENDIMENTO DAS REIVINDICAÇÕES DOS USUÁRIOS

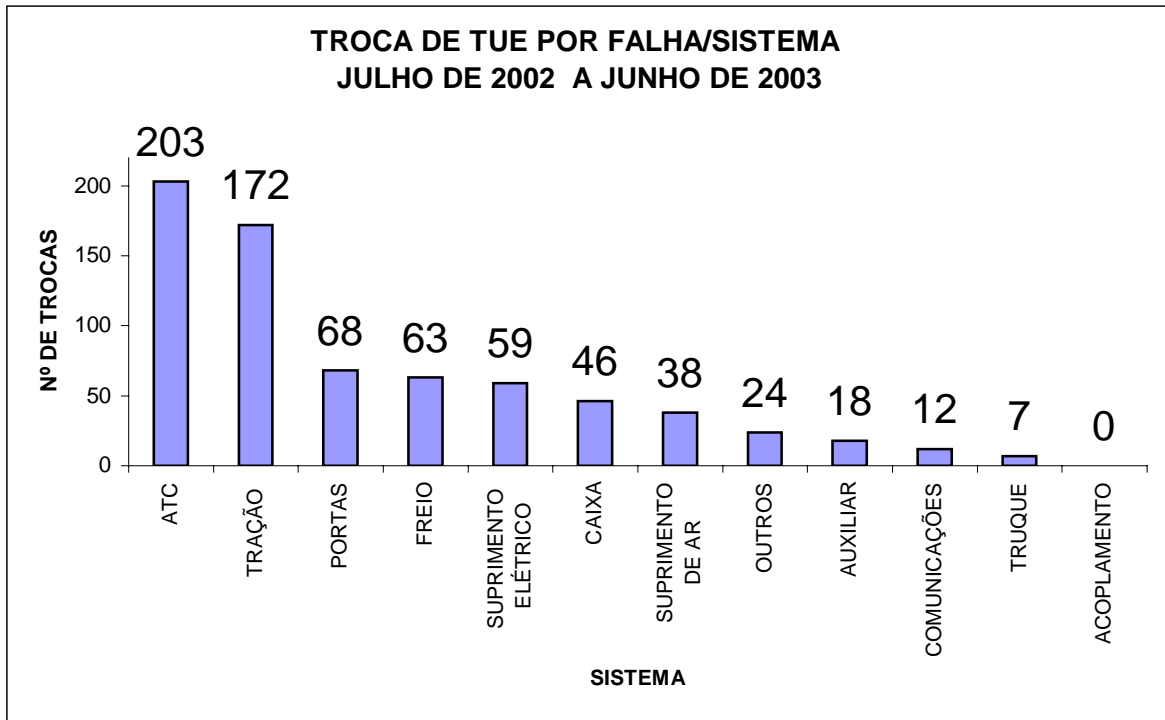
As pesquisas de satisfação dos usuários, assim como os demais canais de comunicação com os mesmos, apontaram o calor e o ruído no interior do trem como principais pontos de insatisfação, sendo o calor o item de menor pontuação, chegando a receber 1,75 pontos na pesquisa de 2002 como mostra o gráfico **TEMPERATURA**

INTERNA DO TREM abaixo, quando a pontuação máxima seria de 10 pontos. Como solução destes problemas, a contratação dos serviços do trem, incluem a implantação do Condicionador de Ar e substituição do Motor Alternador por um Inversor Estático.



6.2 – MODERNIZAÇÃO E REVISÃO DOS SISTEMAS DO TUE

O acompanhamento e estudos de desempenho dos sistemas dos trens, realizados pelos técnicos do Departamento de Material Rodante, definiram os sistemas com menor índice de confiabilidade com mostra o gráfico **TROCA DE TUE POR FALHA/SISTEMA** abaixo. Estes estudos serviram de base para incluir no contrato de serviços a modernização dos sistemas de ATC, Freio e Suprimento Elétrico e a revisão detalhada dos equipamentos do sistema de Tração, Portas e Suprimento de AR o que aumentará a confiabilidade do trem.



7 - CONCLUSÃO

Os esforços empreendidos na realização dos serviços internos, assim como na contratação das modernizações e revisão dos sistemas do trem, estão sendo fundamentais para que possamos atingir a meta de transportar 400.000 usuários/dia adquirindo o menor número possível de trens.