



**30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

**CATEGORIA 3**

**VEÍCULO METROFERROVIÁRIO DE COMBATE A INCÊNDIOS –**

**FERRO BOMBA**

**INTRODUÇÃO**

Os incêndios ao longo das ferrovias são problemas constantes que se estendem ao longo do ano, mas principalmente em épocas de clima seco. Muitas vezes são causados por fatores naturais como a vegetação seca e o extremo calor em algumas regiões, ou gerados por causas humanas intencionais ou não, como bitucas de cigarros acesas, garrafas de vidro quebradas e jogadas na vegetação iniciando o fogo ou incêndios criminosos com intenção de limpar terrenos para fins irregulares. Além do dano a

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

nossa fauna e flora, estes incêndios acarretam prejuízos enormes à circulação de trens tanto de passageiros, afetando diretamente a população, quanto de cargas, atrasando carregamentos e conseqüentemente prejudicando a economia do país, além dos riscos de acidentes.

O Corpo de Bombeiros auxilia no combate aos incêndios, porém não dá conta de tantas ocorrências em determinados momentos, além de terem grande dificuldade em acessar os locais dos incêndios nas ferrovias devido a geografia específica de cada trecho.



Figuras 1 e 2 – Ferro bomba e Vagão Tanque. (Fonte: Inteligência Artificial - IA)

Pensando nisso, desenvolvemos o Ferro Bomba, que é um veículo metroferroviário de combate a incêndios, composto por uma locomotiva a diesel e um vagão com um

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

tanque contendo 5.000 litros de água, mangueiras de incêndio, abafadores, ferramentas de auxílio como machado e equipamentos de iluminação e sonorização de emergência como giroflex e sirene. O veículo, que permanece em prontidão nos pontos estratégicos da ferrovia, com base nos índices de ocorrências, chega rapidamente aos locais de incêndio combatendo com eficiência os focos, apenas com uso de água.



Figura 3 – Vagão Tanque. (Fonte: IA)

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

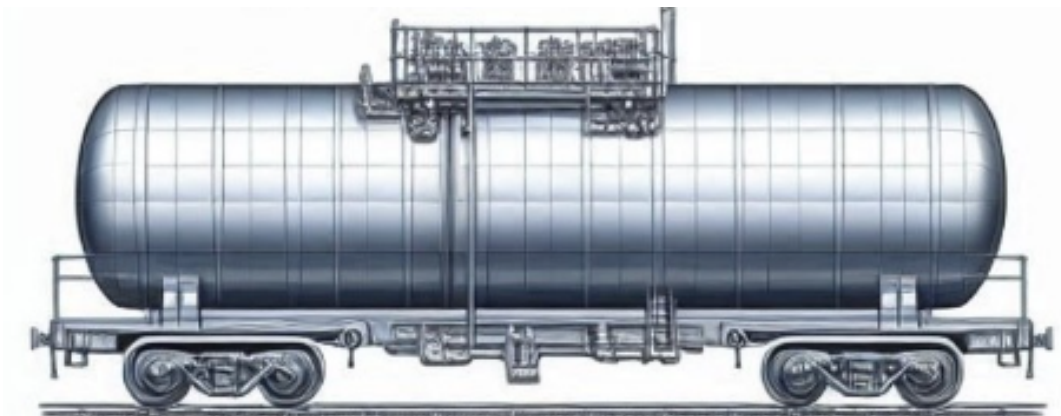


Figura 4 – Vagão Tanque Visto de lado. (Fonte: IA)

O vagão com o tanque de água possui quatro rodeiros para suportar o peso da estrutura com os 5.000 litros de água e uma pequena plataforma ao redor com corrimãos para circulação dos operadores com segurança. O ideal é que o tanque seja feito em alumínio para reduzir o peso e as demais estruturas, principalmente a plataforma de suporte, em aço ou ferro.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Nas atividades de combate a incêndios são, normalmente, empregadas mangueiras de 38 mm (1 ½”), 63 mm (2½”), 75 mm (3”), 100 mm (4”). Em base às medidas das áreas da ferrovia, que não costumam ultrapassar 50 metros de largura entre os muros ou grades que correm paralelos aos trilhos e tipos de edificações de pequeno porte presentes ao longo dos trechos, a mangueira mais adequada para uso no Ferro bomba é a de 38 mm (1½”) com vazão de 300 GPM<sup>1</sup> que tem um alcance médio de 45m na horizontal e 12m na vertical.

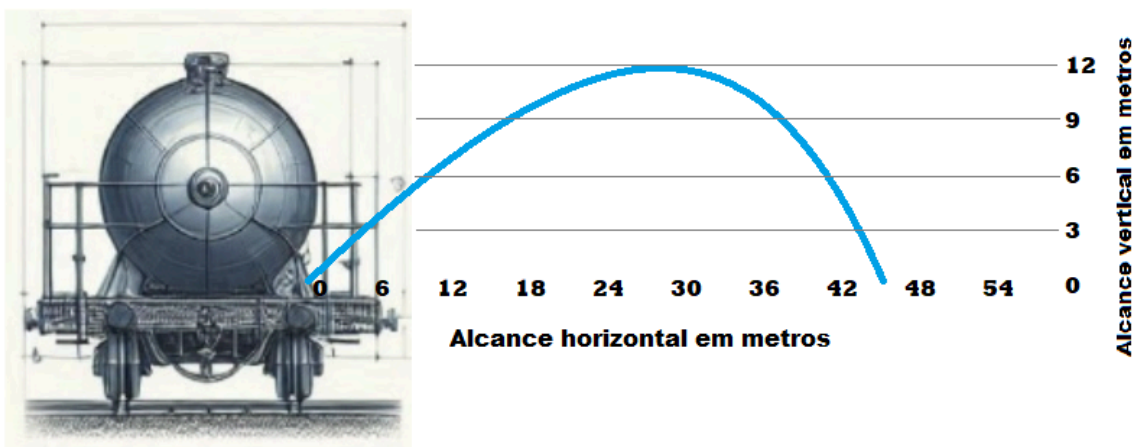


figura 5 - Gráfico da distância e altura do jato de água do Ferro bomba. (Fonte: IA)

---

Nota<sup>1</sup> - GPM é a sigla para Galões por Minuto, taxa que designa o volume de água que uma bomba pode transferir em um minuto.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O Ferrobomba também conta com um Mangotinho<sup>2</sup> de 25 mm (1") para atendimentos rápidos e onde não seja necessário o emprego de grande quantidade de água.

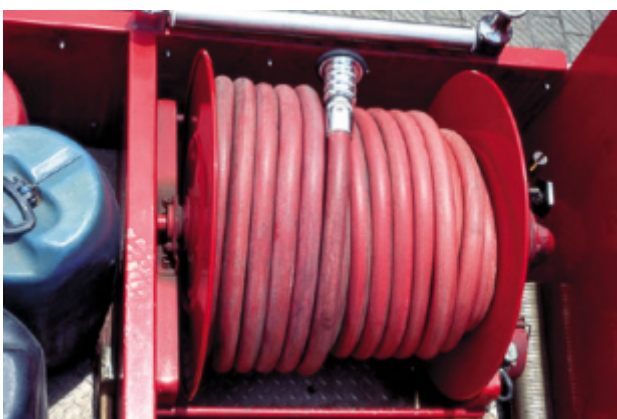


Figura 6 - Mangotinho de 25 mm (1"). (Fonte: MEMEAH Corpo de Bombeiros Militar)

---

Nota<sup>2</sup> - Mangotinhos são tubos semi-rígidos de borracha, reforçados para resistir a pressões elevadas, e dotados de esguichos próprios. Apresentam-se, normalmente, em diâmetros de 19 e 25 mm, e são acondicionados nos Autobombas ou Autotanques em carreteis de alimentação axial, o que permite desenrolar parte do mangotinho e colocá-lo rapidamente em funcionamento sem a necessidade de acoplamentos ou outras manobras.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

### DIAGNÓSTICO

Os principais problemas enfrentados no combate aos incêndios em ferrovias são:

#### 1- Falta de acessibilidade aos locais dos incêndios.



Figura 7 – local de difícil acesso para veículos rodoviários. (Fonte: foto dos autores)

Em decorrência das ferrovias possuírem grandes extensões ao longo das cidades, muitos de seus trechos ficam isolados das vias públicas, em áreas montanhosas, beirando rios, cercadas por muros de grandes extensões e outros obstáculos naturais ou construídos pelo homem, dificultando ou impedindo o acesso de veículos rodoviários dos bombeiros ou viaturas de segurança pública ou privada.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

### 2- Tempo de atendimento pelas equipes do Corpo de Bombeiros Militar.

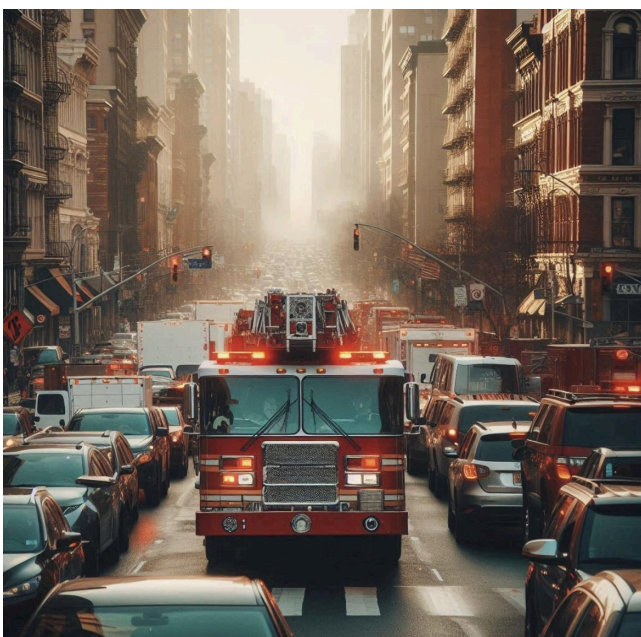


Figura 8 – Veículo Auto-Bomba dos Bombeiros preso no trânsito da cidade. (Fonte: IA)

As inúmeras demandas atendidas pelas equipes do Corpo de Bombeiros Militar, o trânsito das cidades principalmente em horários de pico e a dificuldade nos acessos em decorrência de terrenos perigosos para circulação de veículos automotores, impossibilitam muitas vezes o deslocamento rápido ao local do incêndio na ferrovia.



### 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

#### 3- Ineficiência dos equipamentos utilizados atualmente (extintores de incêndio à base de água ou CO<sup>2</sup>).



Figura 9 – Operador utilizando Extintor Classe B e C, na falta do Classe A. (Fonte: foto dos autores)

Na maior parte das ocorrências em ferrovias de transporte de passageiros são utilizados extintores de incêndio a base de água para o combate, que praticamente sempre é ineficaz, pois não tem a capacidade de extinguir os diversos focos em decorrência da expansão rápida das chamas pela vegetação seca e por muitas vezes ser um foco em dormentes que possuem altas temperaturas e envolvem substâncias químicas que impedem que o fogo apague. Com isso as empresas públicas e privadas têm gastos com a aquisição e recarga desses equipamentos de forma desnecessária,

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

além de retirarem os extintores de outros locais como plataformas, onde são essenciais. Na falta do extintor de água utiliza-se o extintor de CO<sup>2</sup>, que é ainda menos eficiente para o fim e sua recarga mais custosa. Além disso, o operador do extintor de incêndio precisa muitas vezes caminhar longos trechos carregando o equipamento, que não é leve, por terrenos desnivelados dificultando o atendimento.

### 4- Interrupções totais ou parciais da circulação de trens de passageiros e de carga.



Figura 10 – Fumaça de incêndio cobrindo parcialmente a visibilidade da via férrea.  
(Fonte: foto dos autores)

Os incêndios, mesmo que em pequenas proporções, criam uma nuvem densa de fumaça que pode atrapalhar ou impossibilitar a passagem de trens por determinado

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

trecho, gerando interrupção da circulação de forma parcial ou total, o que gera prejuízos aos passageiros e às empresas operadoras, seja no transporte de pessoas ou de carga.

### 5- Destruição da fauna e flora lindeiras à via férrea.

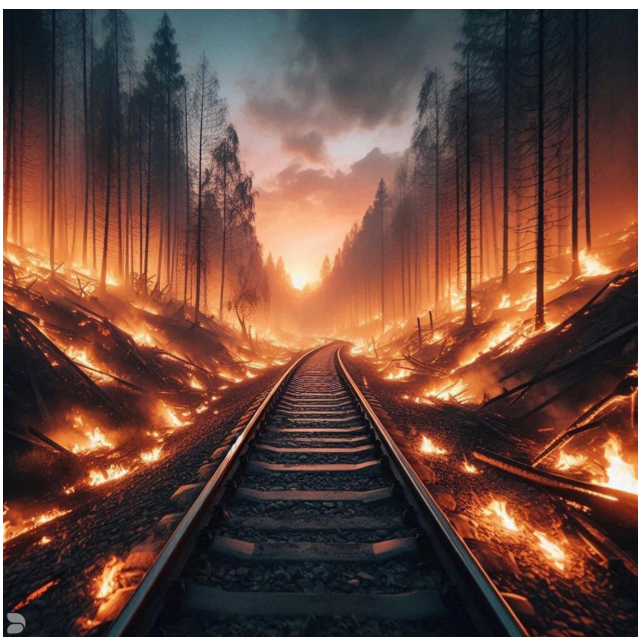


Figura 11 – Vegetação às margens da ferrovia em chamas. (Fonte: IA)

Um dos temas mais discutidos atualmente nas grandes organizações mundiais é a preservação do meio ambiente. Não podemos deixar de citar que as queimadas nas ferrovias acabam com parte de nossa fauna e flora de forma constante e progressiva. A busca pela evolução do setor metroferroviário acompanha necessariamente a preservação do meio ambiente, principalmente próximo às ferrovias. Todos os



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

problemas enfrentados no combate aos incêndios refletem diretamente no estrago causado pelas chamas, que muitas vezes gera danos irreversíveis.

No período entre junho de 2023 até junho de 2024, somente no trecho de trens metropolitanos, ocorreram 25 ocorrências onde tivemos o prejuízo de 3.383 minutos ou 56 horas e 34 minutos entre Interrupção da circulação, Circulação por Via Singela e Circulação com Cautela, além do uso de 55 extintores de incêndio, que se utilizarmos o menor valor encontrado no mercado para recarga, que seria de R\$25,00, tivemos o gasto de R\$1.375,00 em um ano, somente para recarregar os equipamentos, isso sem contar a mão de obra de agentes de segurança, funcionários da manutenção entre outros que tem que parar suas atividades para atender os incêndios.



**30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

**Incêndios com reflexos na circulação de trens metropolitanos de São Paulo entre junho/2023 e junho/2024.**

<b>DATA</b>	<b>CIRCULAÇÃO</b>	<b>PERÍODO DE INTERRUPÇÃO</b>	<b>ATUAÇÃO</b>	<b>AGENTE EXTINTOR</b>
26/06/2024	NÃO AFETOU	0 minutos	FUNCIONÁRIO	2 EXTINTORES
12/05/2024	CAUTELA	54 minutos	FUNCIONÁRIO	3 EXTINTORES
08/05/2024	INTERROMPIDA	130 minutos	BOMBEIRO	ÁGUA
07/05/2024	CAUTELA	82 minutos	BOMBEIRO	ÁGUA
26/04/2024	CAUTELA	-	FUNCIONÁRIO	2 EXTINTORES
30/03/2024	SINGELA	108 minutos	FUNCIONÁRIO	1 EXTINTOR
17/02/2024	CAUTELA	82 minutos	FUNCIONÁRIO	1 EXTINTOR
08/01/2024	INTERROMPIDA	7 minutos	BRIGADISTA	-
06/01/2024	SINGELA	160 minutos	BOMBEIRO	ÁGUA
29/12/2023	CAUTELA	-	FUNCIONÁRIO	1 EXTINTOR
13/11/2023	CAUTELA	447 minutos	FUNCIONÁRIO	2 EXTINTORES



**30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

17/09/2023	CAUTELA	185 minutos	FUNCIONÁRIO	3 EXTINTORES
07/09/2023	NÃO	26 minutos	FUNCIONÁRIO	1 EXTINTOR
19/08/2023	CAUTELA	269 minutos	BOMBEIRO	ÁGUA
14/08/2023	CAUTELA	22 minutos	BOMBEIRO	ÁGUA
10/08/2023	CAUTELA	115 minutos	FUNCIONÁRIO	3 EXTINTORES
08/08/2023	CAUTELA	91 minutos	BOMBEIRO	ÁGUA
07/08/2023	CAUTELA	110 minutos	FUNCIONÁRIO	3 EXTINTORES
07/08/2023	CAUTELA	266 minutos	FUNCIONÁRIO	14 EXTINTORES
05/08/2023	CAUTELA	574 minutos	FUNCIONÁRIO	-
16/07/2023	CAUTELA	135 minutos	FUNCIONÁRIO	7 EXTINTORES
27/06/2023	CAUTELA	203 minutos	FUNCIONÁRIO	4 EXTINTORES
10/06/2023	CAUTELA	182 minutos	FUNCIONÁRIO	2 EXTINTORES
24/05/2023	CAUTELA	36 minutos	FUNCIONÁRIO	5 EXTINTORES
16/05/2023	CAUTELA	99 minutos	FUNCIONÁRIO	1 EXTINTOR
<b>TOTAL</b>	-	<b>3.383 minutos</b>	-	<b>55 EXTINTORES</b>

(Fonte - Registro de Ocorrências e Pessoas - ROP da CPTM.)

**30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

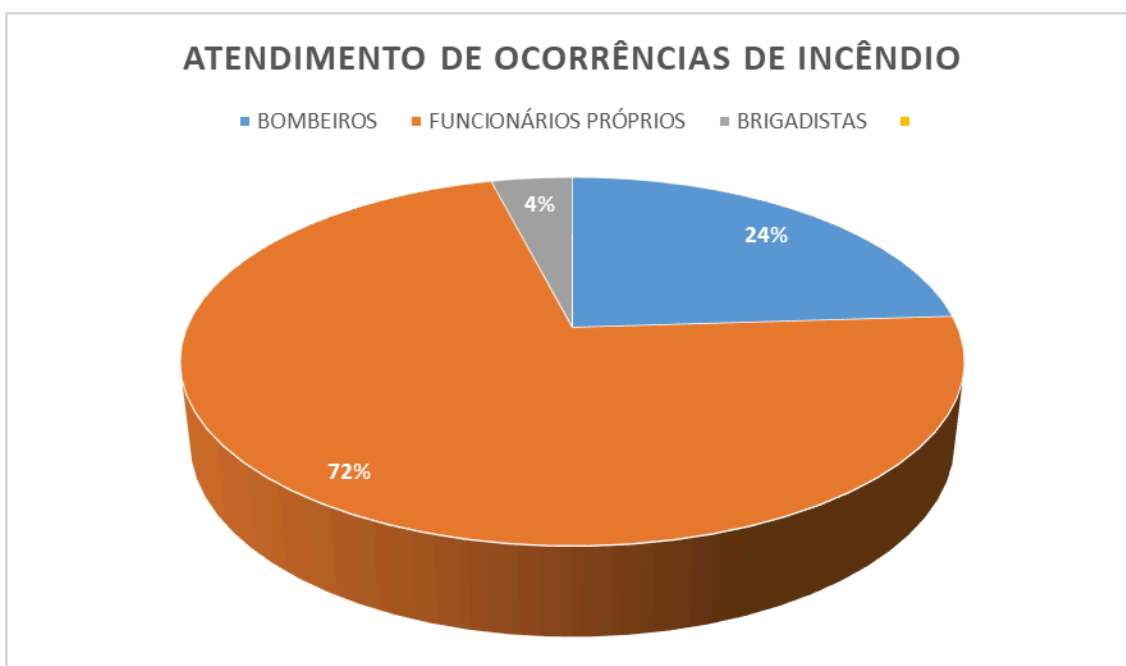


Figura 12 - Gráfico que indica o percentual que cada profissional atuou nas ocorrências de incêndio. (Fonte: Registro de Ocorrências e Pessoas - ROP da CPTM)

O gráfico acima trata do mesmo período citado anteriormente e deixa claro que a maior parte dos atendimentos é feita por funcionários próprios, logo se houver o aprimoramento das técnicas junto a utilização da eficácia do Ferrobomba haverá redução do tempo de resposta aos incêndios e por consequência menos tempo de prejuízo à circulação de trens.



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **1. Melhorias nos Atendimentos**

- a. Redução do tempo de resposta aos atendimentos.
- b. Atuação de equipes próprias com maior autonomia para o serviço.
- c. Aliviar em 90% as demandas direcionadas ao Corpo de Bombeiros.
- d. Extinguir incêndios com mais eficiência e rapidez.
- e. Preservação do meio ambiente.
- f. Redução das interrupções na circulação de trens.
- g. Melhoria na segurança dos operadores no combate aos incêndios.
- h. Redução de custos com a compra e recarga de extintores de incêndio.
- i. Baixo custo de investimento.

### **2. Investimentos e ações**

- a. Desenvolvimento ou aquisição do Vagão Tanque.
- b. Treinamento de efetivo com as seguintes possibilidades:
  - Corpo de Bombeiros Militar.
  - Empresas Privadas de Treinamento de Combate a Incêndios.
  - Outros Órgãos dos Municípios, Estados ou União.





## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

### **CONCLUSÕES**

O Ferro bomba é um investimento viável de baixo custo em relação a outros veículos e equipamentos de combate a incêndio e atende às necessidades de segurança, garantindo a continuidade dos serviços prestados pelas ferrovias que o utilizam, pois chega mais rápido ao local do incêndio e extingue as chamas com mais facilidade, eficiência e segurança para o operador. O Ferro bomba traz maior autonomia para as operadoras das ferrovias, aliviando as demandas sobre órgãos públicos e garantindo melhor conservação do meio ambiente.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Tabela estatística de ocorrências baseada no sistema eletrônico de Registro de Ocorrências e Pessoas (ROP) da CPTM.

Memeah - Manual de Emprego de Mangueiras, Esguichos e Acessórios Hidráulicos do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo.

O Gráfico Estatístico Circular (“bolacha”) referente a “Atendimentos de Ocorrências de Incêndio” (página 15) foi elaborado utilizando as informações contidas na tabela de “Registro de Ocorrências e Pessoas” da CPTM (paginas 13 e 14) de forma que utilizando regra de três simples a soma total de ocorrências representa 100% e



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA** **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

inserindo na fórmula a quantidade de ocorrências atendidas por cada um dos tipos de atendentes (bombeiros, Funcionários ou Brigadistas), chegamos a porcentagem que a incógnita X representa.

Ex: Total de 25 ocorrências representa 100% dos atendimentos, logo, 6 ocorrências atendidas pelos Bombeiros representa X atendimentos. Resolvendo a regra de três temos 24% de atendimentos realizados pelos bombeiros.

25 ----- 100%

6 ----- X

$$X = 6 \times 100 / 25 = 24\%$$