

PAINEL 9 | GERAÇÃO PRÓPRIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS SISTEMAS METROFERROVIARIOS



DAVID TURBUK

METRÔ - SP



Soluções de projeto para melhoria da eficiência energética e para geração própria no Metrô - SP.

David Turbuk - Gerente de Projetos e Concepção de Sistemas

Contexto

- ▶ PEMC: 20% redução GEE (gás efeito estufa) até 2020;
- ▶ Plano Paulista de Energia: 55,1% ➡ 69% de energia renovável;
- ▶ GESP: Energia Fotovoltaica no Palácio/incentivos tributários para equipamentos;
- ▶ Solicitações Secretaria de Energia: Rede ER, EE&CE (Renovável, Eficiência e Conservação), Protocolo Île-de-France;
- ▶ Resolução ANEEL 482/2012 - interligação com a rede distribuição;
- ▶ Experiência de outros metrô CoMET;
- ▶ Expectativas quanto ao custo da energia.

Eficiência energética: projeto/ implantação...

Tema	Ação	Referência/Situação
Fontes de Energia Renovável	Energia solar térmica.	Implantado em PTI e nas diretrizes de sistemas da Linha 2.
Eficiência em iluminação	Substituição das lâmpadas de descarga por lâmpadas tipo LED.	Aplicação nas Linhas 15 e 17 – Estações (parcial) e passarela de emergência.
	Ampliação da área envidraçada para aproveitamento da iluminação natural.	Aplicação nas novas estações da linha 2, 4 e 15; Poço de circulação com cobertura em vidro em AIP, VPT, LUZ e BUT e monotrilho VPM e ORT.
Escadas rolantes	Escadas rolantes com velocidade variável	Solução já adotada para as escadas implantadas a partir de 1998. (CKB, VPT, VMD, novas ERs em BRI, TRI, TUC, VPM e ORT)

...Eficiência energética: projeto/ implantação

Tema	Ação	Referência/Situação
Eficiência energética em trens	Sistema de tração em CA com motor de indução.	Incorporado nos novos trens e nos trens modernizados.
	Sistema de tração em CA com motor de rotor de ímã permanente do tipo PMSM (Permanent magnet synchronous motor).	Em utilização na linha 15.
	Iluminação LED no lugar da fluorescente.	Incorporado nos novos trens das linhas 5, 15 e 17. (26, 54 e 17 trens respectivamente)
	3º trilho com material de alta condutibilidade.	Implantado na linha 3 e 15 .

- ▶ Curto prazo: painéis fotovoltaicos em áreas operacionais:

Local	Área (m ²)	Potencial de geração (kWp)	Potencial de geração (MWh/ano)	Investimento (milhões R\$)
Cobertura do edifício CCV	945	100	130	0,8 a 1,4
Cobertura do Bloco L do (UNIMETRO)	1000	105	138	0,9 a 1,5
Áreas ajardinada PIT	6800	750	938	6,1 a 9,9

4%

13%

78%
Bloco
A

Cobertura do Edifício CCO...



...Cobertura do Edifício CCO



...Cobertura do Bloco L - Unimetro



... Áreas ajardinadas do PIT...



... Áreas ajardinadas do PIT



- ▶ Médio prazo: painéis fotovoltaicos na extensão da Linha 2- Verde

Local	Área (m²)	Potencial de geração (kWp)	Potencial de geração (MWh/ano)	Investimento (milhões R\$)
Dutra	900	100	124	0,8 a 1,3
Paulo Freire	950	105	131	0,9 a 1,4
Pátio Paulo Freire	7000	750	966	6,3 a 10,2
Total	8850	950	1221	8,0 a 12,9

3%

6%

80% Bloco A

Diretrizes para novos projetos...

- ▶ Adotar soluções que melhorem continuamente a eficiência energética;
- ▶ Incluir alternativas para geração própria de energia (solar térmica e solar fotovoltaica), em consonância com as diretrizes do Plano Paulista de Energia (PPE);
- ▶ Buscar soluções que promovam o desenvolvimento tecnológico da Cia. e a redução das despesas de custeio.

Diretrizes para novos projetos...

- ▶ **Energia solar térmica:** água quente
- ▶ **Energia solar fotovoltaica:** $\geq 1000 \text{ m}^2$
- ▶ **Manter como padrão:**
 - ▶ Aproveitamento da iluminação natural;
 - ▶ Elementos de acabamento/Películas de controle solar;
 - ▶ Lâmpadas de maior eficiência (LED, T5);
 - ▶ Motor com tração CA;
 - ▶ Função “stand by” para desligamento do ar refrigerado nos trens;
 - ▶ 3º trilho com material de alta condutibilidade;
 - ▶ Escadas rolantes com velocidade variável.

Motor com tração CA...



- ▶ Trem da Linha 2 com tração em CC

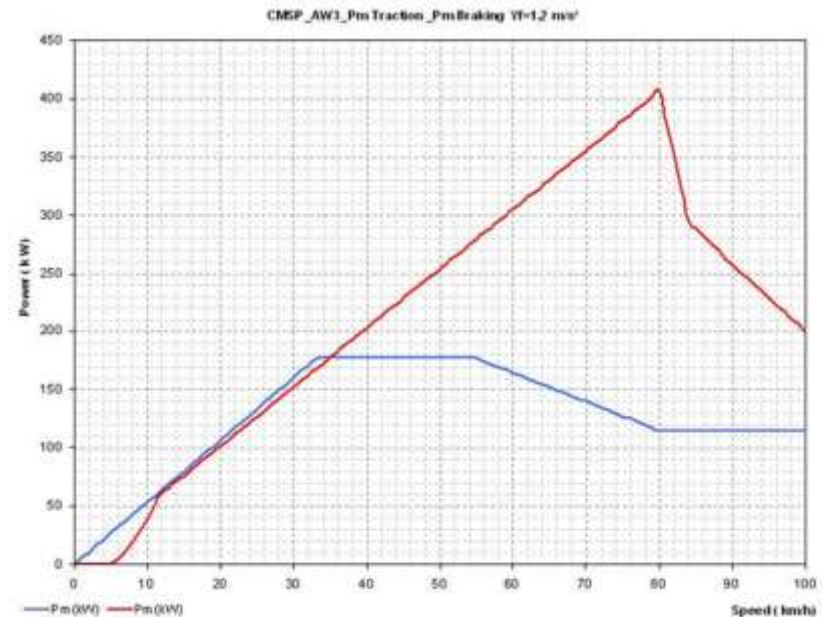


- ▶ Trem da Linha 2 com tração em CA

- ▶ No teste realizado, em agosto/setembro de 2012, com o sistema de tração em corrente alternada, foi verificada a eficiência na regeneração de energia durante a frenagem elétrica das frotas em operação comercial nas Linhas 2 e 3;
- ▶ Aceleração de partida: $1,1 \text{ m/s}^2$; frenagem de serviço: $1,2 \text{ m/s}^2$; tensão nominal de linha: 750 Vcc; tensão de frenagem elétrica: 900 Vcc.

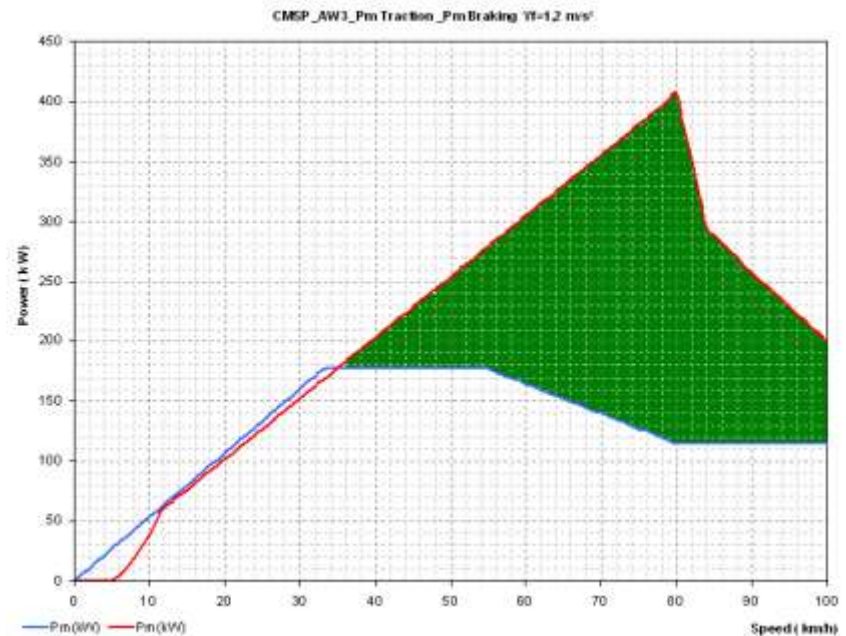
... Motor com tração CA...

- ▶ Sistema de tração em corrente alternada possibilita maior ganho na regeneração de energia de frenagem dos trens;
- ▶ Potência do motor em tração é de 120 kW e em frenagem elétrica atinge pico de 400 kW.



...Motor com tração CA...

- ▶ Os trens com sistema de tração em CA tem capacidade de regenerar cerca de 50% da energia cinética, enquanto o sistema de tração em CC cerca de 20%.



... Motor com tração CA...

- ▶ Em 2009, o consumo médio de energia na Linha 2 operando o trecho VMD – AIP com 15 trens com tração em CC: 25,5 kWh/km por mês;
- ▶ Em 2012, o consumo médio de energia na Linha 2 operando o trecho VMD – VPT com 24 trens, sendo 13 com tração em CA e 11 com tração CC: 21,8 kWh/km por mês (fonte GOP);
- ▶ Os trens com tração em CA possuem maior carga com ar refrigerado para os passageiros, enquanto os trens em CC têm ventilação para passageiros.

- ▶ **Ano 2012:** Consumo médio – 46.595 MWh;
Custo cativo – R\$ 271,05 e custo Livre – 252,45 por MWh
- ▶ **Ano 2013:** Consumo médio – 46.487 MWh;
Custo cativo – R\$ 220,30 e custo Livre – 168,58,58 por MWh.
- ▶ **Ano 2014*:** consumo médio – 45.774 MWh,
Custo Cativo – R\$225,98 e custo Livre – R\$148,31 por MWh.
Demanda máxima: 105 MW

OBRIGADO!

Eng. David Turbuk

E-mail: dturbuk@metrosp.com.br

Tel.: +55(11) 3371-7374

Eng. Massaru Saito

E-mail: msaito@metrosp.com.br

Tel.: +55(11) 3371-7282