



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

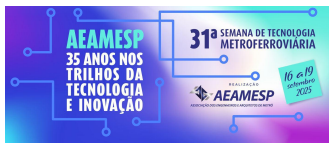
SUBESTAÇÃO MEMORIAL DA AMÉRICA LATINA: SOLUÇÕES

TECNOLÓGICAS INOVADORAS PARA EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DA CPTM

SOBRE OS AUTORES

Thiago de Lima Tormen - Engenheiro civil pós-graduado em Gestão de Projetos, com experiência profissional de mais de 17 anos atuando nas áreas de projetos e obras de engenharia no segmento ferroviário.

Rodrigo Tadeu Bernardes - Graduado em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (2003), pós-graduação pela USP em Administração Industrial e Tecnologia Metroferroviária. Com 19 anos de experiência no ramo metroferroviário, atuando em diversas áreas dentro da CPTM. Desempenhou a função de coordenador/líder de equipe e atuou como engenheiro sênior na área de Engenharia de Manutenção. Atuou como Chefe de Departamento de Implantação de Sistemas de Sinalização e Telecomunicações e Chefe de Departamento de Implantação de Sistemas de Energia. Atualmente é Chefe de Departamento de Projetos de Sistemas.



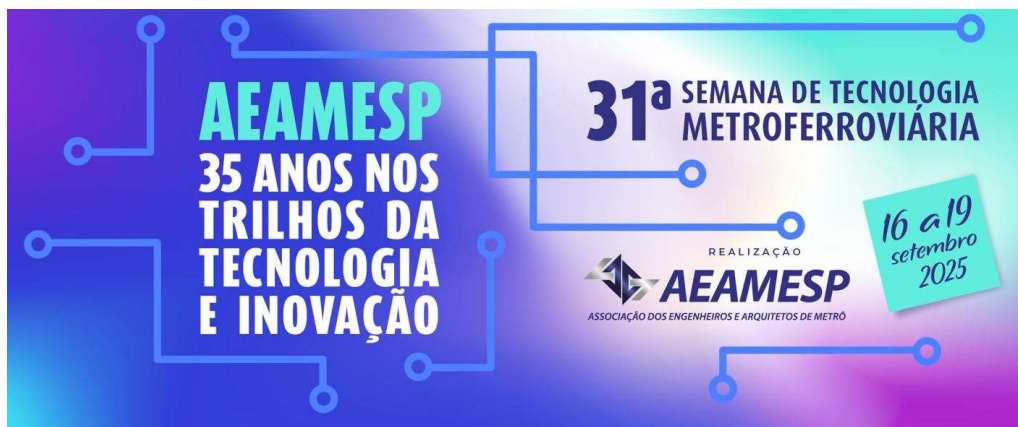
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

José Antonio Nabero Neto - Graduado em Engenharia Elétrica pela UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná em 2013. Com 12 anos no ramo metroferroviário, atuou como Fiscal em contratos de implantação, modernização e ampliação dos sistemas de energia da CPTM. Possui experiência em ramos da engenharia elétrica, atuando principalmente em subestações retificadoras e sistemas de alta, média, baixa tensão e redes de distribuição elétrica. Atualmente é Chefe do Departamento de Sistemas de Energia, na Diretoria de Engenharia, Obras e Meio Ambiente da CPTM.



CATEGORIA 3

SUBESTAÇÃO MEMORIAL DA AMÉRICA LATINA: SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INOVADORAS PARA EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DA CPTM

INTRODUÇÃO

Como parte das iniciativas estratégicas para a ampliação da oferta de transporte na região metropolitana de São Paulo, a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) está implementando a extensão operacional do *Serviço Expresso Aeroporto* da Linha 13-Jade e da Linha 11-Coral até a Estação Palmeiras–Barra Funda.

Contudo, para viabilizar essa expansão, se faz necessária a modernização da infraestrutura ferroviária existente no trecho entre as estações Luz e Palmeiras–Barra Funda, contemplando intervenções nos sistemas de Via Permanente, Rede Aérea e Sinalização, além da implantação da nova Subestação Retificadora de Energia intitulada ‘Memorial da América Latina.

A escolha de sua localização, cuja função será garantir o suprimento de energia necessário à operação plena das referidas linhas até a nova estação terminal, propicia maior integração entre os diversos modais de transporte e eficiência no sistema de mobilidade urbana da Região Metropolitana de São Paulo.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

DIAGNÓSTICO

O sistema atual de suprimento de energia de tração no trecho entre as estações Luz e Palmeiras–Barra Funda apresenta limitações operacionais, tornando necessário o reforço da infraestrutura elétrica para atender o aumento da demanda decorrente da extensão das linhas da CPTM e assegurar a confiabilidade no fornecimento de energia.

Nesse contexto, foi concebida a nova Subestação Memorial da América Latina, estrategicamente posicionada nas imediações do complexo cultural que lhe dá nome.

O projeto adota soluções tecnológicas inovadoras no setor ferroviário, com destaque para a utilização de um eletrocentro compacto — estrutura modular pré-fabricada em ambiente controlado de fábrica, equipada com todos os sistemas de proteção, controle e supervisão, sendo entregue pronta para interligação aos sistemas de campo.

Esse conceito representa uma inovação no segmento ferroviário em comparação com as subestações existentes, onde os equipamentos são montados *in loco* em edificações convencionais, demandando prazos mais longos e maiores áreas de implantação.

Desta forma, no caso da subestação Memorial da América Latina, os equipamentos tiveram de ser especialmente fabricados e customizados para viabilizar sua instalação no interior do módulo compacto.

Além disso, o sistema foi projetado para operação remota e automatizada, com supervisão integral pelo Centro de Controle Operacional, eliminando a necessidade da presença física de operadores, assegurando maior agilidade, segurança e eficiência nas manobras.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 1 – Vista aérea da subestação Memorial da América Latina



Fonte: Acervo dos autores

Figura 2 – Vista externa da subestação Memorial da América Latina



Fonte: Acervo dos autores

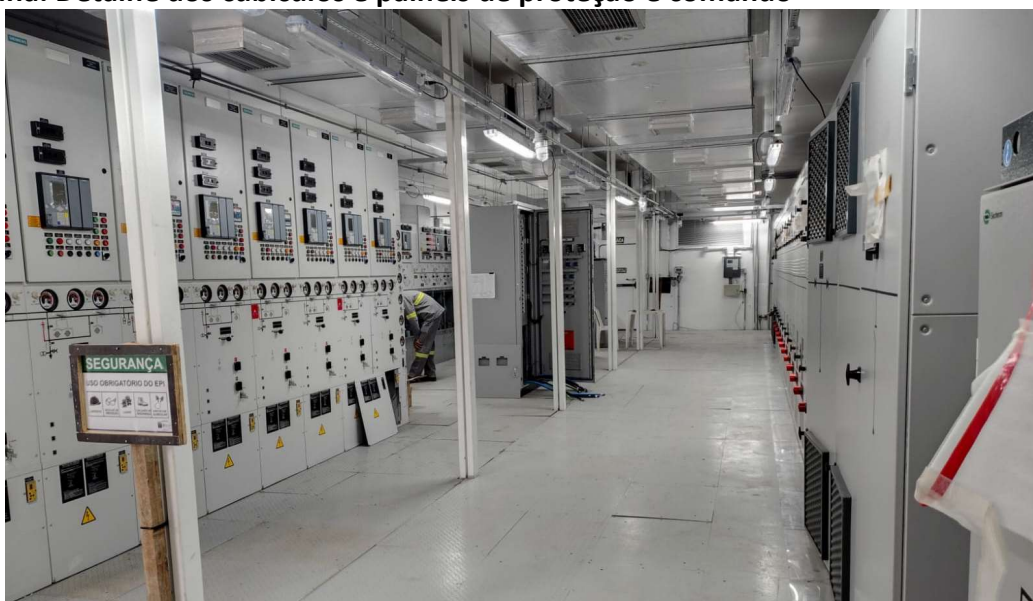
31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

**Figura 3 – Vista do pavimento térreo da subestação Memorial da América Latina
Detalhe dos transformadores a seco (encapsulados)**



Fonte: Acervo dos autores

Figura 4 – Vista interna do pavimento superior da subestação Memorial da América Latina. Detalhe dos cubículos e painéis de proteção e comando



Fonte: Acervo dos autores



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ANÁLISE DOS RESULTADOS

PROJETO E INOVAÇÕES

O projeto da Subestação Memorial da América Latina buscou, além do atendimento à boa técnica, qualidade e segurança, trazer inovações em métodos construtivos e operacionais da subestação, a fim de manter a CPTM atualizada e aproveitando das melhorias apresentadas pelo mercado. As principais inovações inseridas neste projeto são apresentadas abaixo:

1. MÉTODO CONSTRUTIVO – ELETROCENTRO

Ao contrário da construção tradicional em alvenaria, para esta subestação o método construtivo selecionado foi o uso de um eletrocentro. Os eletrocentros são centros elétricos modulares que podem ser personalizados, pré-montados, pré-testados e transportados ao seu local de destino, diretamente dos locais onde são fabricados.

Esta solução inovadora já foi utilizada pela CPTM na construção de cabines seccionadoras de tração e em salas técnicas de sinalização, porém a Subestação Memorial da América Latina é a primeira da CPTM a ser construída em eletrocentro.

Esse projeto apresenta um novo desafio para a empresa, devido ao grande porte da subestação, o que representa uma inovação no segmento metroferroviário brasileiro até o momento.

O eletrocentro apresenta diversas vantagens, se comparadas à construção tradicional, que serão detalhadas a seguir:

1.1. EDIFICAÇÃO MODULAR

Os eletrocentros são construídos dentro de suas respectivas fábricas, em um ambiente controlado e preparado. Sua construção baseada em módulos independentes e transportáveis, propicia grande flexibilidade de tamanhos, layouts e equipamentos, sendo aplicável a uma vasta variedade de instalações.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

As paredes do eletrocentro são formadas por painéis tipo Isoparede (módulos com chapas de aço e preenchimento com material isolante), que oferecerem uma forte segurança contra furto e vandalismo, proporcionam um isolamento termoacústico do exterior, além de serem materiais antichama.

O eletrocentro é montado sobre base metálica fabricada fora da área do terreno de implantação, sendo posteriormente transportado e instalado no local definitivo, com a infraestrutura já executada. Por ser uma construção em módulos, estes podem ser transportados de forma independente, e suas conexões feitas em campo, facilitando e reduzindo o custo do transporte.

1.2. DIMINUIÇÃO DE INTERVENÇÕES CIVIS

De maneira geral, os serviços civis para a implantação de um eletrocentro se resumem a preparação da fundação do solo e terraplenagem da área da instalação, e posterior construção de pilares onde o eletrocentro será posicionado e fixado.

Intervenções civis específicas podem ser necessárias dependendo do projeto, como construção de muros, arruamentos, ligações de água e esgoto, canaletas de passagem de cabos, porém ainda assim, esses serviços são drasticamente menores que na construção de uma subestação tradicional.

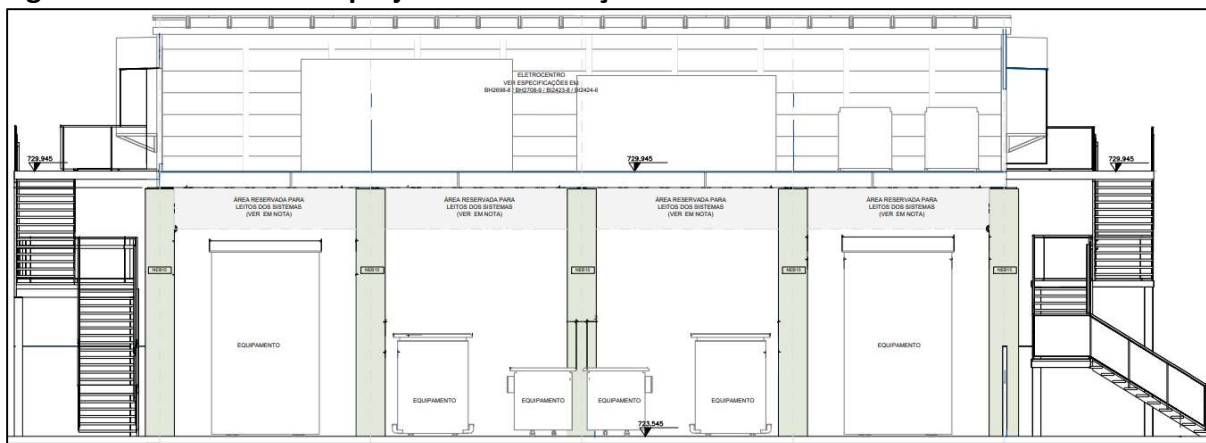
1.3. MENOR ESPAÇO FÍSICO DA SUBESTAÇÃO

Uma subestação tradicional necessita de uma grande área de outdoor, devido ao número e porte de seus equipamentos e das distâncias de segurança que precisam ser respeitadas.

A Subestação Memorial da América Latina foi projetada de maneira que os equipamentos de grande porte, como transformadores de potência, ficassem no nível do solo, e a sala técnica da subestação, montada em eletrocentro, fosse instalada em pilares sobre estes equipamentos.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Figura 5 – Vista lateral do projeto da subestação Memorial da América Latina



Fonte: Extrato do projeto executivo do empreendimento

Com essa solução foi possível diminuir consideravelmente a área necessária para sua construção, o que era um grande problema na definição de uma área suficiente na região altamente populada da Barra Funda, na cidade de São Paulo.

A área de implantação da subestação Memorial da América Latina é de aproximadamente 600 m², o que representa uma redução de 60% da área necessária para a implantação de uma subestação desta classe de tensão, numa construção tradicional.

1.4. REDUÇÃO DO TEMPO DE IMPLANTAÇÃO

Uma das principais vantagens de um eletrocentro é que a instalação de seus equipamentos, testes e comissionamento pode ser iniciada antes da conclusão das intervenções civis.

Por serem feitas em localizações distintas, toda a preparação para operacionalização da subestação é realizada simultaneamente à preparação do terreno, em um ambiente mais limpo e controlado. Com isso, o tempo de entrada em operação do empreendimento é consideravelmente reduzido.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Outra consequência de um prazo menor de implantação é a diminuição dos custos diretos e indiretos do empreendimento, como mão de obra, canteiros e segurança. Como faz necessário um número reduzido de trabalhadores, por um período mais curto, e as interferências entre atividades são mínimas, também é reduzido os riscos de acidentes durante as atividades. Com isso, é possível alcançar um custo competitivo em relação às instalações em alvenaria.

2. DISPOSITIVOS DE MANOBRA ISOLADOS A GÁS

Outra inovação aplicada neste empreendimento, seguindo o conceito de uma subestação compacta e funcional, foi a utilização de componentes de proteção e manobras isolados a gás.

No projeto da Subestação Memorial América Latina é utilizado entre seus componentes disjuntores de média tensão em 34,5 kV isolados a gás, além dos disjuntores e chaves seccionadoras em 13,2 kV. Esta é a primeira subestação da CPTM que apresenta estes dispositivos isolados a gás SF6.

Os componentes GIS (Gas-Insulated Switchgear) utilizam o gás SF6 (hexafluoreto de enxofre), que possui excelentes propriedades de isolamento e extinção de arco, para isolar os equipamentos elétricos dentro de invólucros metálicos selados.

Este selamento cria um ambiente interno controlado, minimizando a influência de fatores externos, como umidade e poeira, diminuindo falhas e por conseguinte aumentando a confiabilidade do sistema.

Com isso, este isolamento afeta positivamente na quantidade de manutenções e intervenções necessárias para o funcionamento do sistema, quando comparado com equipamentos com isolamento a ar.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 6 – Cubículos de 34,5 kV isolados a gás



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Porém a característica que causou maior impacto neste empreendimento foi a maior compactação deste equipamento quando comparado aos painéis necessários para disjuntores com isolação a ar. Com isso, foi possível diminuir o tamanho e o peso do eletrocentro necessário para a subestação, tornando-se assim uma solução ideal para utilização em áreas urbanas com espaço limitado.

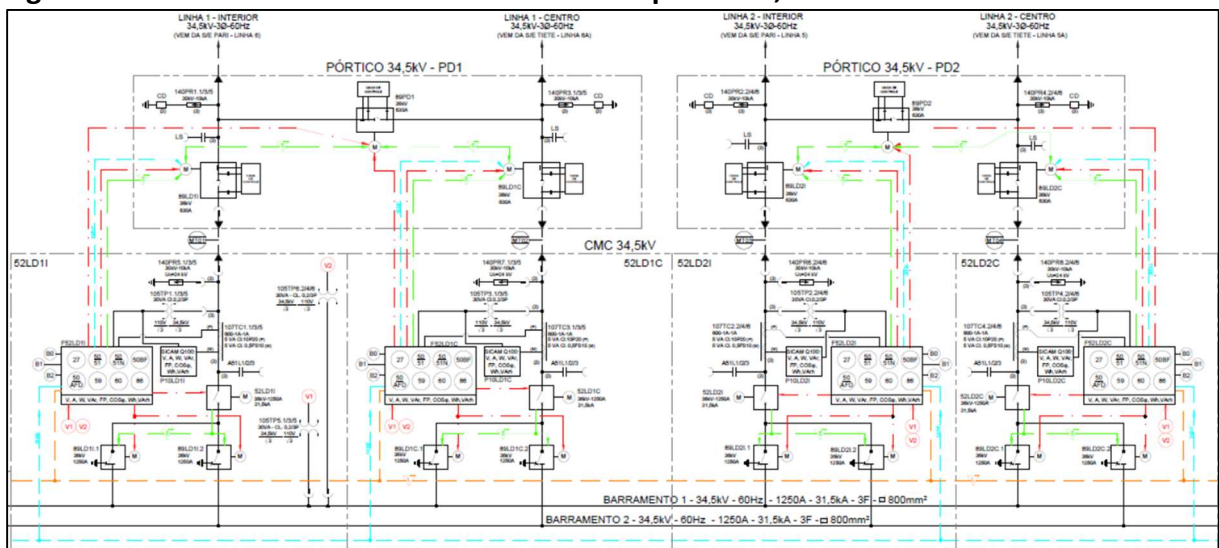
3. ARRANJO DE BARRAMENTO DUPLO

Outra inovação introduzida neste projeto foi a utilização de um arranjo de barramento duplo na alimentação dos circuitos de 34,5 kV e dos circuitos de tração, em 3 kVcc.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Esta configuração apresenta um barramento principal e um barramento de transferência, ou auxiliar. Cada circuito é conectado aos dois barramentos, através de chaves seccionadoras, permitindo a transferência da carga entre os barramentos, a qualquer momento.

Figura 7 – Detalhe da conexão ao barramento duplo de 34,5 kV



Fonte: Extrato do projeto executivo do empreendimento

Esta configuração apresenta algumas vantagens em relação ao arranjo com um barramento de alimentação, sendo as principais:

- **Confiabilidade do sistema:** em caso de falha ou manutenção de um barramento, as cargas podem ser rapidamente transferidas para o outro barramento, garantindo a continuidade do serviço.
- **Flexibilidade:** permite que equipamentos sejam retirados de operação, como no caso de uma manutenção, sem a interrupção da alimentação dos circuitos conectados.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Embora claramente esta solução apresente um custo maior em relação ao barramento simples, além de uma maior complexidade operacional, sua aplicação se justifica nas subestações da CPTM, por se tratar de um fornecimento crítico, onde qualquer interrupção de energia causa grandes impactos na circulação de trens, e no serviço prestado à população.

4. SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUPTA HÍBRIDA

As subestações e cabines seccionadoras da CPTM possuem em sua composição um sistema de manutenção da alimentação dos circuitos de corrente contínua, em caso de falta da alimentação principal. Este sistema é composto basicamente por carregadores de baterias (retificadores que convertem a alimentação de 220 Vca para 125 Vcc) e bancos de bateria, onde essa energia é armazenada. A importância da continuidade da alimentação dos circuitos em corrente contínua é que não se perca o funcionamento dos componentes de comando e proteção da localidade, circuitos estes que são alimentados em corrente contínua.

Uma melhoria deste sistema na Subestação Memorial da América Latina é o fornecimento de energia ininterrupta também para circuitos alimentados em corrente alternada, considerados essenciais.

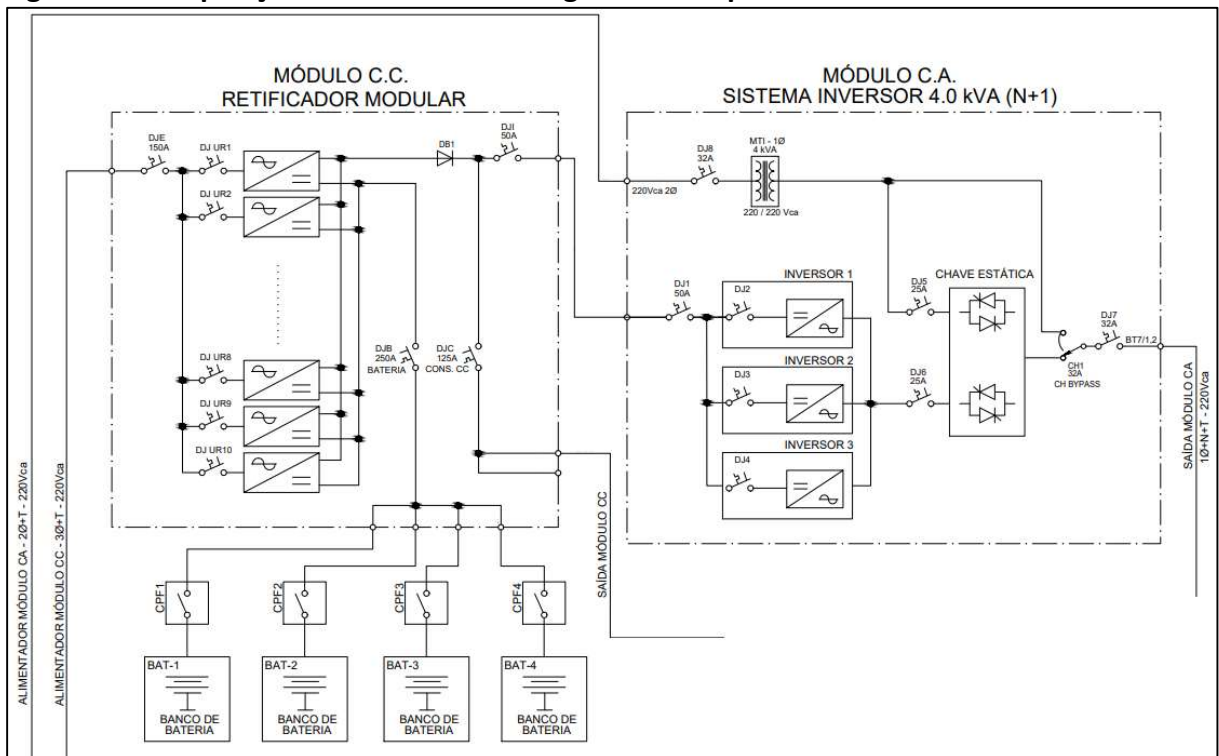
Além dos sistemas de comando, controle e proteção dos equipamentos, em 125 Vcc, o sistema UPS (Uninterruptible Power Supply) instalado na Subestação América Latina também manterá a alimentação de emergência para os seguintes equipamentos, alimentados em corrente alternada:

- Central SDAI (Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio)
- Central CFTV (Circuito Fechado de Televisão)

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Painel PCC (Painel de Comando e Controle)
- Sistema de Exaustores
- Iluminação do eletrocentro
- Tomada de serviço em 220 V

Figura 8 – Composição do Sistema de Energia Ininterrupta Híbrida



Fonte: Extrato do projeto executivo do empreendimento

O sistema UPS híbrido instalado é constituído por dois módulos, o módulo CC e o módulo CA. O módulo CC é composto um retificador modular que converte a alimentação em 220 Vca trifásico para 125 Vcc, para energização dos componentes em corrente contínua e carregamento dos bancos de bateria da subestação.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O módulo CA é composto por sistema inversor que realiza a conversão a alimentação em 125 Vcc para 220 Vca monofásico, para suprir as cargas essenciais em corrente alternada. O módulo CA também possui um sistema de *by-pass* que realiza a conversão da alimentação em 220 Vca trifásico em 220 Vca monofásico, através de um transformador de isolamento de 4 kVA.

A utilização deste novo sistema ininterrupto de energia híbrida tende a melhorar consideravelmente a segurança da subestação quando da falta de energia, além de facilitar os serviços de manutenção e atendimento de falhas.

5. TELECONTROLE DE CHAVES SECCIONADORAS DE REDE AÉREA

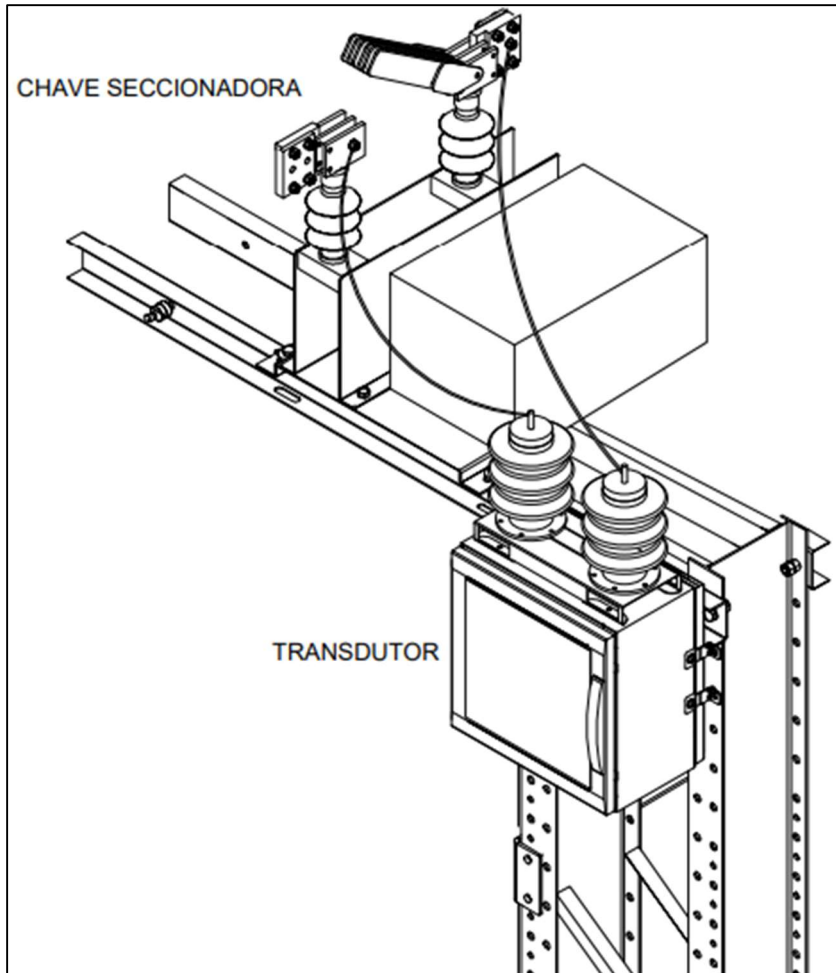
O Telecontrole à distância não é um assunto novo para os sistemas de energia da CPTM. O Telecontrole permite o monitoramento e controle remoto dos equipamentos de uma subestação ou cabine seccionadora, através de coleta de dados, transmissão de comandos e o gerenciamento de diversas operações.

Nas instalações de energia da CPTM, todos seus componentes são conectados a um sistema de supervisão, que é um software centralizado que recebe e processa os dados, permitindo a visualização, análise e controle remoto por meio de interfaces gráficas. Este sistema supervisor é então conectado, via cabos de fibra óptica, ao Console de Operações de Energia (COE), que se localiza dentro do Centro de Controle Operacional (CCO), no Brás.

No COE os operadores têm visão completa de todas as localidades telecontroladas, permitindo assim agilidade nas manobras, otimização nos desligamentos e religamentos, aumentando a eficiência e segurança das operações. Outra característica de uma localidade telecontrolada é a não necessidade de operadores presentes nas

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 10 – Detalhe da conexão da chave seccionadora e do transdutor



Fonte: Extrato do projeto executivo do empreendimento

Estas chaves seccionadoras possuirão transdutores de tensão instalados junto à chave, que se conectará à caixa de comando da chave e enviará através de seu dispositivo de comando e controle os valores de tensão de cada polo, para fim de monitoramento nos diversos trechos da rede aérea.

De posse dessas informações, os operadores do COE poderão tomar decisões mais assertivas e seguras, visualizando em tempo real os trechos da rede aérea que se encontram energizados ou desenergizados.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

6. CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

1. Eletrocentro Modular

- Concepção conforme IEC 62271-202, como subestação encapsulada tipo container;
- Invólucro com classificação de proteção IP55, resistência mecânica IK10, compartimentos segregados;
- Montagem e testes de fábrica, transporte modular;
- Necessidade de menor área de implantação;
- Redução de tempo de implantação, custos indiretos e aumento da segurança operacional.

2. Transformadores Trifásicos Secos

- Tipo seco encapsulado;
- Monitoramento de temperatura via sensores;
- Redução de riscos de incêndio e menor manutenção.

3. Painéis e dispositivos de Média Tensão

- Compactos, sustentáveis, menor manutenção;

4. Sistemas Auxiliares e Segurança

- SPDA e malha de aterramento integrados;
- Cubículos e painéis de BT e MT com intertravamentos;
- Sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- Sistema digital, com integração e monitoramento remoto;
- Controle de acesso monitorado por circuito fechado de televisão.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

7. IMPLANTAÇÃO DA SUBESTAÇÃO MEMORIAL DA AMÉRICA LATINA

7.1. CRONOGRAMA

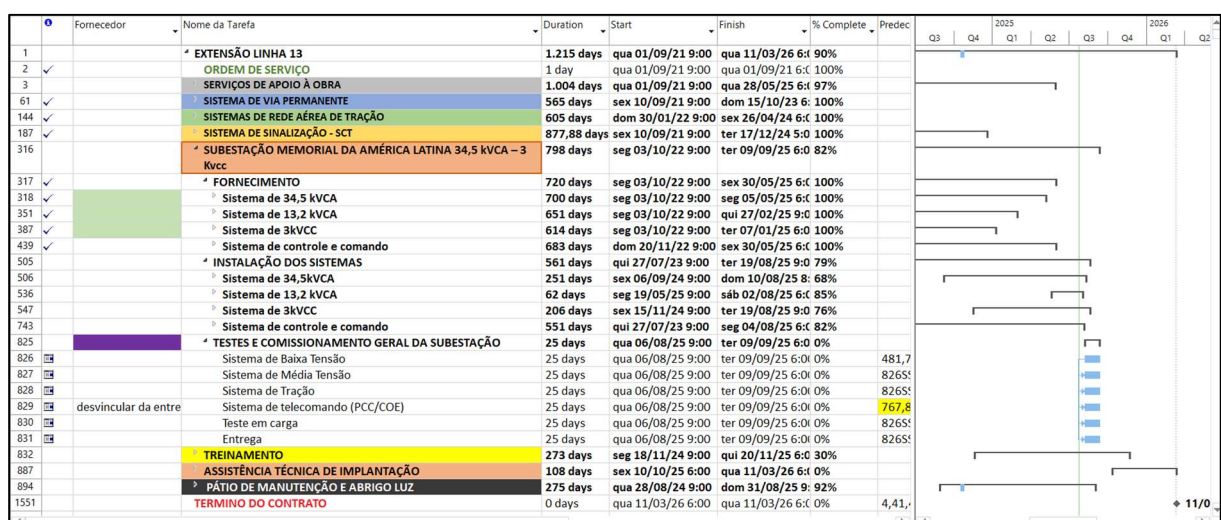
O cronograma é uma ferramenta estratégica essencial de gestão de obras, que exige disciplina e comprometimento das partes envolvidas (*stakeholders*) para ser efetivo.

Dentre suas características, podemos destacar que o cronograma:

- Permite planejar e controlar o tempo de execução dos serviços;
- Facilita o monitoramento de atrasos ou antecipações;
- Garante alinhamento com metas contratuais e institucionais (ex: obras financiadas por convênios, contratos com o governo);
- Serve como base para medições, faturamentos e relatórios de desempenho;
- Permite tomar decisões estratégicas rapidamente frente a desvios de prazo.

A Figura a seguir mostra o Cronograma utilizado atualmente para acompanhamento do andamento das obras da subestação. O cronograma é atualizado semanalmente, em reuniões específicas com as partes envolvidas desse projeto.

Figura 11 – Cronograma contratual



Fonte: Extrato do cronograma contratual do empreendimento



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

No caso da Subestação Memorial da América Latina, seu prazo inicial era de 36 meses, e posteriormente foi aditado para 48 meses.

7.2. OBRAS CIVIS

As obras civis tiveram início em 2021, sob gestão e fiscalização da Gerência de Empreendimentos.

Basicamente, as obras civis puderam ser realizadas em paralelo à fabricação e testes preliminares do eletrocentro e dos equipamentos da Subestação Memorial da América Latina.

7.3. FABRICAÇÃO E EQUIPAGEM DO ELETROCENTRO

Como já exposto neste artigo, os eletrocentros são edificações modulares utilizadas como alternativas compactas para implantação de subestações e empreendimentos congêneres. No caso da Subestação Memorial da América Latina, o eletrocentro foi projeto, montado e fornecido pela Empresa PRESTICOM, localizada no município de Guaramirim/SC.

Os equipamentos que compõem o eletrocentro foram importados de diversos países, como China, Coreia, Alemanha, Tchêquia e Itália. Mesmo sendo de diferentes fabricantes e fornecedores, devem ser levados até a fábrica da Presticom, onde são montados e passam por diversas inspeções e pré-testes antes de ser transportado para o local definitivo, onde será instalado. Fazendo uma analogia superficial, após liberação nas inspeções, o eletrocentro se comporta como um dispositivo *Plug and Play* (PnP¹).

¹ O termo **Plug and Play (PnP)** refere-se a uma tecnologia que permite que dispositivos de hardware sejam conectados a um computador e comecem a funcionar automaticamente, sem a necessidade de configuração manual ou instalação de drivers complexos.
Definição extraída do Copilot (Inteligência Artificial), em 28.julho.2025.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

As fotos a seguir mostram o eletrocentro na fábrica, em janeiro/2025, quando colaboradores da CPTM e Consórcio realizaram as últimas inspeções para liberação do eletrocentro.

Figura 12 – Inspeção em fábrica do eletrocentro da Subestação



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 13 – Inspeção em fábrica do eletrocentro da Subestação



Fonte: Acervo pessoal dos autores

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

7.4. TRANSPORTE DO ELETROCENTRO E INSTALAÇÃO NO LOCAL DE OBRA

O conjunto completo do eletrocentro tem mais de 200m², e foi dividido em dois módulos de 40 toneladas para permitir o transporte. O trajeto rodoviário de aproximadamente 550 km durou cerca de 5 dias. Para o içamento e posicionamento dos módulos sobre os pilares, foi necessário um guindaste de 350 toneladas, em uma operação de 12 horas e que contou com a participação direta de mais de 30 colaboradores.

As fotos a seguir mostram alguns momentos do içamento e posicionamento dos módulos do eletrocentro sobre os pilares.

Figura 14 – Carreta com um dos módulos preparada para içamento



Fonte: Acervo pessoal dos autores

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

16 e 17 de Junho 2022

Prêmio
**Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários**

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

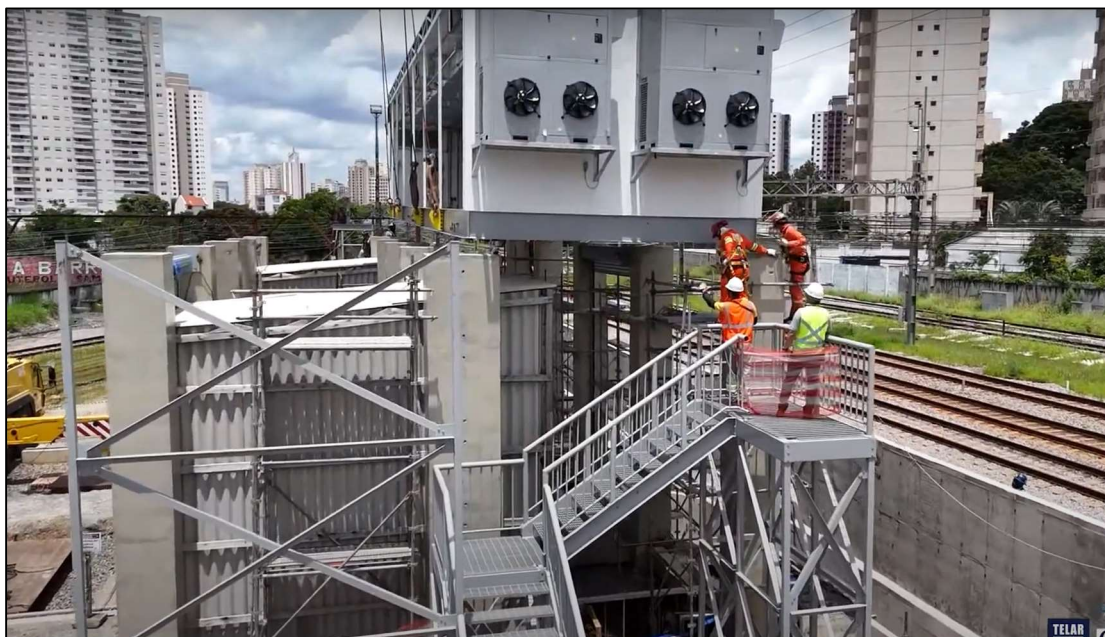
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 15 – Carreta com um dos módulos preparada para içamento



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 16 – Içamento do primeiro módulo



Fonte: Acervo pessoal dos autores

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 17 – Posicionamento e fixação do segundo módulo nos pilares



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 18 – Posicionamento e fixação do segundo módulo nos pilares



Fonte: Acervo pessoal dos autores

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 19 – Ajustes finais após fixação dos dois módulos do eletrocentro nos pilares



Fonte: Acervo pessoal dos autores

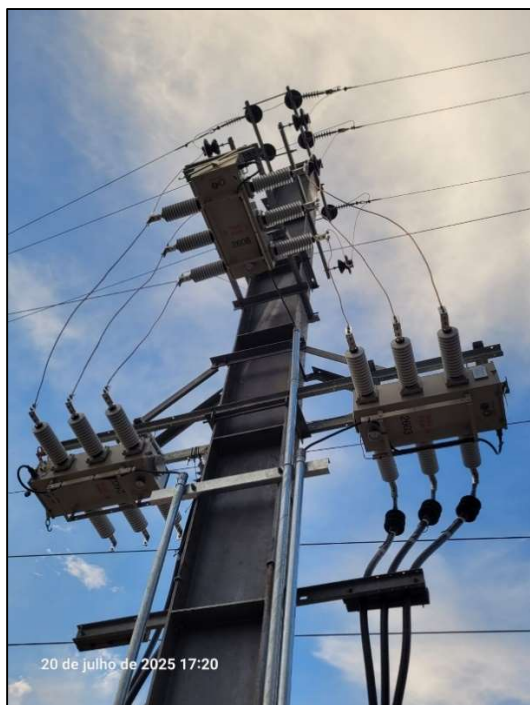
7.5. INSTALAÇÕES E MONTAGENS

Como exposto anteriormente, todas as montagens e instalações internas do eletrocentro são realizadas em fábrica. No entanto, a Subestação Memorial da América Latina possui diversos outros equipamentos e sistemas externos interligados, como por exemplo:

- Linhas de 34,5kV da CPTM: fonte de alimentação principal da subestação;
- Sistema de Transmissão Óptico (STO): comunicação com Centro e Controle Operacional (CCO) para supervisão e comando remoto da subestação;
- Rede aérea de tração (3kVcc): responsável pela alimentação dos trens da CPTM;
- Sistemas auxiliares e comando/controle;

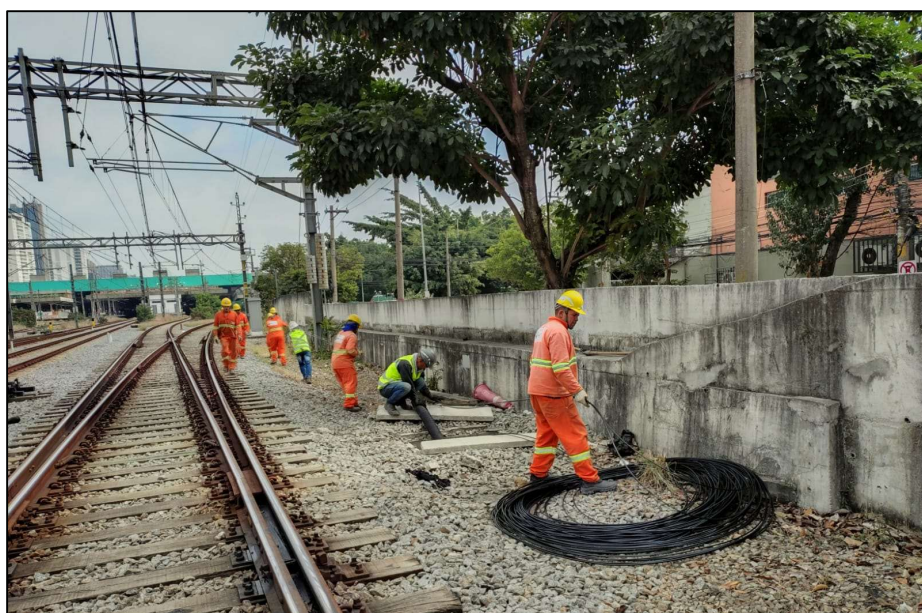
31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 20 – Postes de interligação às Linhas de 34,5kV



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 21 – Lançamento de cabos de fibra óptica pelas caixas de passagem



Fonte: Acervo pessoal dos autores

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Figura 22 – Pórticos de interligação com a Rede Aérea de tração (3kVcc)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 23 – Canaleta de cabos da subestação

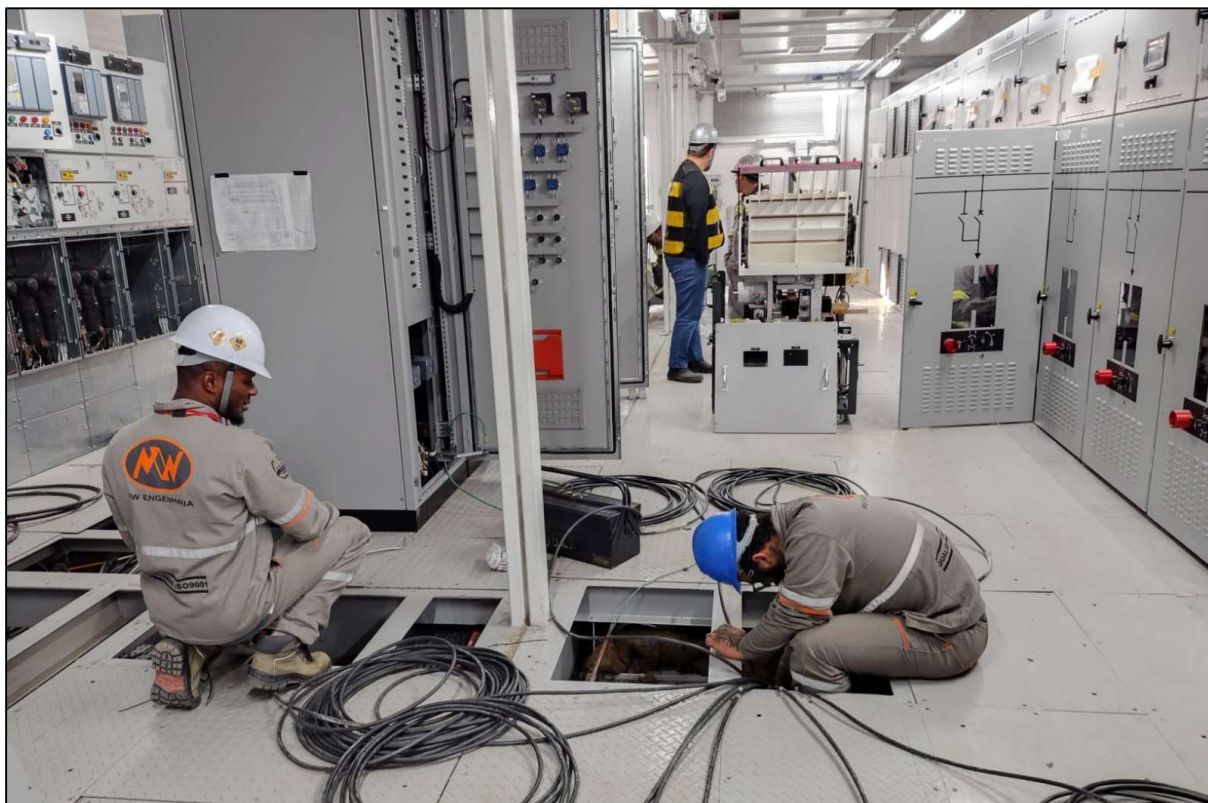


Fonte: Acervo pessoal dos autores

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Figura 24 – Lançamento e interligação de cabos no interior do eletrocentro



Fonte: Acervo pessoal dos autores

7.6. TESTES E COMISSIONAMENTOS

Após finalizadas as montagens e instalações eletromecânicas dos sistemas da SE MAL, os testes e comissionamentos são fundamentais para uma energização segura, confiável e eficiente. Essa etapa garante que os equipamentos e sistemas foram instalados corretamente, de acordo com os projetos executivos, normas e especificações técnicas.

Para cada sistema ou conjunto de equipamentos são utilizados os PIT's (Procedimentos de Inspeções e Testes), elaborados pelo Contratado e liberados pela CPTM. Nesses procedimentos é possível detectar erros de montagem, ligações incorretas, entre outros problemas que poderiam comprometer o funcionamento ou causar falhas graves.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Além disso, verifica-se os sistemas de proteção (disjuntores, relés, aterramentos, intertravamentos), reduzindo o risco de acidentes elétricos, incêndios e danos ao patrimônio ou às pessoas, durante e após a energização.

Figura 25 – Verificação dos cubículos de disjuntores de tração



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 26 – Pré-comissionamento dos Conjuntos de Manobra e Controle (CMC's)



Fonte: Acervo pessoal dos autores



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Outros objetivos dos testes e comissionamentos:

- garantir que a subestação esteja corretamente integrada ao sistema elétrico da empresa e aos sistemas supervisórios e telecomandados;
- fornecer os registros e evidências técnicas para o recebimento definitivo da obra pela CPTM.

7.7. ENERGIZAÇÃO

A energização da Subestação Memorial da América Latina será realizada pela Contratada sob a supervisão da CPTM. Se, quando da energização, ocorrerem falhas tais que impliquem em acertos, ajustes e/ou reparos, e estas eventuais falhas decorrerem de o fato dos equipamentos não estarem de acordo com as Especificações Técnicas, a Contratada será responsabilizada e arcará com as despesas daí decorrentes.

A energização da Subestação Memorial da América Latina está prevista para agosto/2025.

7.8. TREINAMENTOS

Os treinamentos contratuais são requisitos fundamentais para o recebimento do empreendimento pela CPTM. Após a realização dos treinamentos, a equipe técnica da CPTM estará capacitada para operar os equipamentos e sistemas da subestação.

A maioria dos treinamentos contratuais são ministrados em paralelo às obras, exceto aqueles em que o equipamento ou sistema necessite estar operacional para que as equipes de manutenção absorvam o máximo de conhecimento possível.

Por exemplo, para o sistema de climatização e exaustão, o aproveitamento fica comprometido com os aparelhos e sistema de climatização desenergizados, pois não se pode demonstrar ou controlar o sistema sem que esteja em funcionamento.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Em contrapartida, uma chave seccionadora de tração (3kVcc) pode ser analisada em bancada ou mesmo montada em local provisório no intuito de demonstrar seu funcionamento.

7.9. SUPORTE TÉCNICO / OPERAÇÃO ASSISTIDA

Período que se inicia logo após a energização da subestação, quando a Contratada disponibilizará à CPTM profissionais devidamente qualificados para o pronto restabelecimento do sistema em caso de anormalidades, por um período de 180 (cento e oitenta) dias.

Durante a Operação Assistida, a Contratada é obrigada a oferecer assistência técnica aos setores de operação e manutenção da CPTM, e executar as seguintes atividades:

- Elaborar relatórios técnicos, com periodicidade de 15 dias, contemplando todas as intervenções das equipes de manutenção e análise de falhas, objetivando fornecer dados para avaliação do desempenho;
- Apontar e corrigir as falhas de projeto que venham a ser constatadas, substituindo os equipamentos e materiais necessários;
- Complementar o treinamento da equipe de manutenção corretiva, se comprovada a necessidade de aperfeiçoamento das rotinas e práticas de manutenção;
- Efetuar manutenção corretiva e preventiva nos equipamentos;
- Responsabilizar-se pelo fornecimento de materiais consumíveis.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CONCLUSÕES

A futura Subestação Memorial da América Latina (S/E – MAL) será um ponto estratégico no sistema de suprimento de energia da CPTM, viabilizando a extensão do *Serviço Expresso Aeroporto* da Linha 13-Jade e Linha 11-Coral até a Estação Barra Funda com segurança e confiabilidade operacional. Com o encerramento do serviço 710, devido às concessões ocorrendo na CPTM, essa interligação da Barra funda com a Linha 11 apresentará uma nova rota a ser utilizada, diminuindo o tempo de viagem e qualidade do transporte para milhares de usuários diariamente.

O projeto, baseado em especificações técnicas rigorosas, integra equipamentos de última geração, soluções civis otimizadas e um eletrocentro modular, garantindo eficiência construtiva e operacional.

A conclusão e operação da Subestação Memorial da América Latina representarão um avanço significativo para o sistema metroferroviário da Grande São Paulo, propiciando a expansão dos serviços da CPTM e melhorando a qualidade do transporte público.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.** *Especificação técnica AW9507-0: Requisitos gerais de fornecimento – Sistemas de energia e tração.* São Paulo, [2020].
- **CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.** *Especificação técnica BE9915-9: Fornecimento e implantação da Subestação Memorial da América Latina 34,5 kVCA – 3 kVCC – Extensão Linha 13 – Jade.* São Paulo, [2020].
- **CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.** *Especificação técnica BE9919-1: Fornecimento e execução de obras civis para subestações e cabines do sistema de energia de tração.* São Paulo, [2020].
- **CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.** *Especificação técnica BE9920-5: Fornecimento de equipamentos e sistemas para subestações.* São Paulo, [2020].
- **CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.** *Especificação técnica BE9921-3: Eletrocentro da Subestação Barra Funda.* São Paulo, [2020].