

Anexo - Normas Técnicas

P4.1.3 - Plano de Negócios para Implantação, Construção, Manutenção, Conservação, Operação e Gestão

Termo de Contrato nº 31/2023/SMUL
Processos SEI nº 6068.2023/0008555-5;
6068.2024/0011208-2

Bonde São Paulo

Setembro / 2025

Projeto/Obra Bonde SP - VLT		Código BSP-03-2-PU-RT-001_B
		Processo SEI nº 6068.2024/0011208-2
Título Produto 4.1.3 – Plano de Negócios para Implantação, Construção, Manutenção, Conservação, Operação e Gestão Normas Técnicas aplicáveis ao VLT		Emissão 04/062025
Emitente SP-URBANISMO Coordenação Marcos Aurélio Mesquita Alves CAU A26776-7 Responsável Técnico Eduardo Antonio Serrano CAU/CREA 0600655837		Ateste Secretaria de Urbanismo e Licenciamento – SMUL Responsável – Fiscalização Jayne Aparecida Silva de Andrade Data
Ficha Técnica SP Urbanismo Pedro Martin Fernandes (Presidente) Rafael Barreto Castelo da Cruz (Diretor) Marcos Aurélio Mesquita Alves (Gerente) Equipe Técnica SP Urbanismo Camila Nery Araujo Oliveira Cristiane Figueiredo A. Marques Juliana Meneses Bittencourt Júlio Cesar Arruda Júlio Ushiro Luiza Vidotto Bernardo Vanessa Luiza Coelho Kimura Estagiárias SP Urbanismo Barbara Maria Camilo da Fonseca Giovanna Alves de Goes Lillian Lima Alencar Ficha Técnica EPT Eduardo Antonio Serrano (Responsável Técnico) Douglas Marcondelli (Coordenador Geral)		Referências Observações Contratação SEI 6068.2023/0007445-6
Revisão	Data	Descrição
A	04/06/2025	Revisão A
B	19/09/2025	Revisão B



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL RODANTE	1
3. TRAÇÃO E ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	3
3.1. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA	4
4. VIA PERMANENTE	5
5. SINALIZAÇÃO E CONTROLE	5
6. ACESSIBILIDADE E CONFORTO	6
7. SEGURANÇA E INCÊNDIO	7
8. COMUNICAÇÃO E REDE EMBARCADA	8
9. ACESSIBILIDADE URBANA, VEICULAR E EDIFICAÇÕES	8
10. TELECOMUNICAÇÕES, CFTV E CONTROLE OPERACIONAL	9
11. INFRAESTRUTURA URBANA COMPLEMENTAR	10
12. MEIO AMBIENTE, RUÍDO E VIBRAÇÃO	11
13. GESTÃO AMBIENTAL E SEGURANÇA OCUPACIONAL	11



1. INTRODUÇÃO

Este anexo reúne, de forma estruturada, as principais normas técnicas nacionais e internacionais aplicáveis aos diversos subsistemas que compõem projetos de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT). A seleção normativa contempla desde o material rodante, tração, via permanente e sinalização, até aspectos fundamentais como acessibilidade, segurança, telecomunicações, infraestrutura urbana e critérios ambientais.

A consolidação apresentada visa subsidiar a elaboração de projetos básicos e executivos, termos de referência, especificações técnicas e processos de certificação, garantindo conformidade regulatória, interoperabilidade entre sistemas e alinhamento às melhores práticas de engenharia e mobilidade urbana sustentável.

O sistema deverá atender as seguintes normas em suas mais atuais versões, onde aplicáveis:

2. MATERIAL RODANTE

1

Normas Aplicáveis:

- EN 12663 – Requisitos estruturais de veículos ferroviários: Define os requisitos estruturais para os veículos ferroviários, incluindo a capacidade de resistência às cargas estáticas e dinâmicas ao longo da vida útil do veículo.
- EN 13272-1 – Iluminação e sinalização embarcada: Estabelece os requisitos mínimos para os sistemas de iluminação interior e exterior, bem como para os dispositivos de sinalização visual embarcados em veículos ferroviários. A norma abrange parâmetros de luminância, uniformidade, cor, visibilidade de sinalizadores e símbolos de segurança, garantindo conforto visual, orientação clara aos passageiros e condições adequadas de operação, especialmente em situações de emergência.
- EN 14752 – Portas automáticas de passageiros: Requisitos para portas automáticas de passageiros, considerando segurança, velocidade de operação e resistência ao vandalismo.




- EN 15227 – Resistência a colisões de veículos ferroviários: Estabelece padrões de segurança em caso de colisões, com cenários de crashworthiness aplicáveis a sistemas de transporte ferroviário urbano.
- EN 16186 – Design da cabine do maquinista em veículos ferroviários urbanos: Define os requisitos ergonômicos, dimensionais e funcionais da cabine de condução, incluindo interfaces homem-máquina, campo de visão, disposição dos instrumentos e conforto do operador. A norma é essencial para garantir segurança operacional, ergonomia e padronização no design de veículos ferroviários de passageiros, como o VLT.
- UIC 568 – Equipamentos elétricos em veículos ferroviários: Regras para equipamentos elétricos em veículos ferroviários, incluindo alimentação e distribuição de energia interna.
- UIC 641 – Portas ferroviárias: define requisitos técnicos e dimensionais aplicáveis à segurança, acessibilidade e desempenho das portas de veículos ferroviários.
- ABNT NBR 14035 – Veículo Leve sobre Trilhos — Requisitos para Material Rodante
Estabelece os requisitos técnicos mínimos de projeto, fabricação, desempenho, segurança e confiabilidade dos veículos VLT. Inclui diretrizes para a estrutura, sistemas de tração, frenagem, suspensão, climatização, acessibilidade, bem como integração com sistemas fixos (via, energia e sinalização).
- ABNT NBR 13068 – Carro Metropolitano e VLT — Níveis de Ruído Aceitáveis (Externo/Interno)
Define os limites máximos de pressão sonora emitida por veículos leves sobre trilhos, tanto internamente (ambiente de passageiros e cabina do operador) quanto externamente (interação com o entorno urbano), com base em critérios de conforto e controle ambiental. Os métodos de medição devem seguir padrões equivalentes aos definidos pela ISO 3095.



3. TRAÇÃO E ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Normas Aplicáveis:

- ABNT NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão: Aplica-se às instalações com tensão nominal até 1.000 V em corrente alternada ou 1.500 V em corrente contínua. Esta norma regula o projeto, dimensionamento e proteção de circuitos em edificações como o CCO, oficinas, estações, iluminação pública associada e sistemas auxiliares (TI, sinalização, comunicação). Trata de segurança contra choques elétricos, coordenação de proteção, dispositivos diferenciais e compatibilidade eletromagnética.
- ABNT NBR 14039:2005 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV: Aplica-se às subestações retificadoras e centros de distribuição de energia do VLT. Define os requisitos técnicos para projeto, montagem e manutenção de instalações que operam entre 1 kV e 36,2 kV, incluindo sistemas de seccionamento, proteção, aterramento, malha de terra e segregação física de componentes.
- ABNT NBR 5356 – Equipamentos de Manobra e Controle para Alta Tensão (tensões superiores a 36,2 kV): Conjunto normativo aplicável nos casos em que o ponto de suprimento da concessionária for em tensão superior a 36,2 kV. Trata dos requisitos técnicos de segurança, ensaio e desempenho de equipamentos de alta tensão como disjuntores, seccionadoras, transformadores e painéis blindados. Complementarmente, recomenda-se observar as normas internacionais IEC 61936-1 (instalações >1 kV AC) e IEEE Std 80 (aterramento em subestações), quando exigido por órgãos reguladores ou acordos com a distribuidora local.
- EN 50163 – Parâmetros elétricos para sistemas ferroviários: Define os parâmetros elétricos para sistemas de alimentação ferroviária em corrente alternada e corrente contínua.


- 
- EN 50388 – Compatibilidade entre energia e controle: Compatibilidade entre sistemas de energia e controle ferroviário, especialmente importante em ambientes urbanos com diversas fontes.
 - ABNT NBR 14306 – Subestações retificadoras de corrente contínua: Estabelece os requisitos técnicos para o projeto e operação de subestações de tração elétrica em corrente contínua, incluindo transformadores, retificadores, sistemas de proteção e aterramento, fundamentais para a alimentação segura e eficiente de VLTs.
 - IEC 60077 – Equipamentos elétricos em CC para veículos ferroviários: Normas internacionais para equipamentos elétricos em veículos ferroviários de corrente contínua.
 - EN 50122 – Proteção contra choques elétricos e descargas: Requisitos de proteção contra choques elétricos, descargas atmosféricas e tensões induzidas.
 - UIC 550 – Interconexão de alimentação elétrica entre veículos: Especificações técnicas para interconexão de alimentação elétrica entre veículos ferroviários.

4

3.1.COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

Normas Aplicáveis:

- IEC 62236-1 – Generalidades e princípios da série EMC: Estabelece a estrutura e os princípios gerais da série IEC 62236, definindo critérios de desempenho para compatibilidade eletromagnética em aplicações ferroviárias.
- IEC 62236-2 – Emissão do sistema ferroviário para o ambiente externo: Define os limites de emissão eletromagnética para o ambiente externo, incluindo corredores urbanos sensíveis.
- IEC 62236-3-1 – Requisitos EMC para material rodante completo: Trata das emissões e imunidade de veículos ferroviários completos, incluindo VLTs em ambiente urbano.

- 
- IEC 62236-3-2 – Requisitos EMC para equipamentos embarcados: Aplica-se aos equipamentos elétricos e eletrônicos instalados no material rodante, estabelecendo limites e ensaios de emissão e imunidade.
 - IEC 62236-4 – EMC em equipamentos de sinalização e telecomunicações: Define os requisitos de compatibilidade eletromagnética para sistemas de controle, sinalização e comunicação ferroviária.
 - IEC 62236-5 – EMC em instalações fixas de alimentação de energia: Requisitos aplicáveis a subestações, sistemas de distribuição, transformadores e equipamentos de energia ao longo da via permanente.

4. VIA PERMANENTE

Normas Aplicáveis:


- ABNT NBR 7480 – Aço para armaduras em concreto armado: Requisitos para a armadura de aço utilizada na infraestrutura ferroviária, especialmente trilhos embutidos.
- ABNT NBR 5597 – Dormentes de concreto: Especificação de dormentes de concreto, usados para apoio e fixadores de trilhos.
- EN 13232 – Aparelhos de mudança de via (AMV): Normas europeias para aparelhos de mudança de via, aplicáveis à operação de VLT em trechos urbanos.
- AREMA Manual – Normas americanas de engenharia ferroviária: Referência complementar que trata de construção e manutenção de ferrovias segundo o padrão norte-americano.

5

5. SINALIZAÇÃO E CONTROLE


Normas Aplicáveis:


- EN 50126 – RAMS para sistemas ferroviários: Metodologia RAMS (Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenção e Segurança) para sistemas ferroviários.

- 
- EN 50128 – Software para sistemas de segurança ferroviária: Requisitos de software para sistemas eletrônicos de segurança ferroviária.
 - EN 50129 – Certificação de sistemas de controle e proteção: Certificação de sistemas de controle e proteção com base em segurança operacional.
 - EN 50159 – Comunicação segura em sistemas ferroviários: Requisitos para transmissão segura de dados em sistemas de controle e sinalização, especialmente com componentes distribuídos.
 - IEC 61508 – Segurança funcional de sistemas eletroeletrônicos programáveis: Norma base para definição de níveis de integridade de segurança (SIL) em sistemas críticos, aplicável a automação ferroviária.
 - IEC 62290 – Automação ferroviária baseada em comunicação: Define arquitetura funcional e interfaces para sistemas de controle e supervisão baseados em comunicação (CBTC, ATO/ATP), com foco em interoperabilidade e segurança operacional.
 - ABNT NBR IEC 62425 - Aplicações metroferroviárias - Sistemas de comunicação, sinalização e processamento – Sistemas eletrônicos relacionados à segurança para sinalização.
 - IEEE 1474 – Sistemas automáticos de controle de trens (CBTC): Especificações para sistemas automáticos de controle de trens.

6. ACESSIBILIDADE E CONFORTO

Normas Aplicáveis:


- 
- ABNT NBR 14021 – Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano.
 - ABNT NBR 14022 – Acessibilidade em veículos de transporte coletivo: Estabelece condições de acessibilidade universal em veículos de transporte coletivo.

- 
- EN 14752 – Portas acessíveis e ergonômicas: Também abrange requisitos ergonômicos e acessíveis para portas.
 - EN 45545 – Reação ao fogo de materiais ferroviários: Comportamento ao fogo de materiais usados em veículos ferroviários.
 - ABNT NBR 15570 – Conforto térmico e funcionalidade: Complementa com requisitos de conforto térmico, acústico e funcionalidade de veículos urbanos.

7. SEGURANÇA E INCÊNDIO

Normas Aplicáveis:

- EN 45545-2 – Requisitos de fogo e fumaça: Requisitos de fogo e fumaça para materiais em veículos ferroviários.
- NFPA 130 – Segurança contra incêndio em sistemas de transporte: Norma americana para segurança contra incêndio em sistemas de trens urbanos.
- ABNT NBR 14023 – Registro de dados de ocorrências de incêndios e emergências
- Normas CBM locais – Requisitos dos Corpos de Bombeiros: Regras dos Corpos de Bombeiros estaduais que tratam de sinalização de saída, extintores, rota de fuga etc.
- NF F 16-101 – Reação ao fogo de materiais ferroviários: Estabelece os critérios de classificação de materiais utilizados em veículos ferroviários quanto à sua reação ao fogo, incluindo inflamabilidade, propagação de chamas e emissão de calor. Aplica-se a componentes internos como revestimentos, assentos, pisos e dutos. É amplamente adotada por fabricantes europeus, sendo compatível com exigências de homologação em diversos países.
- NF F 16-102 – Emissão de fumaça e toxicidade de materiais: Complementar à NF F 16-101, esta norma especifica os métodos de ensaio e os limites máximos para densidade de fumaça e emissão de gases tóxicos durante a combustão de materiais utilizados no interior de veículos ferroviários. Tem como objetivo



assegurar a segurança dos passageiros e facilitar evacuações em caso de incêndio, sendo crítica para ambientes confinados como os do VLT.

8. COMUNICAÇÃO E REDE EMBARCADA

Normas Aplicáveis:

- IEC 61375 – Redes de comunicação embarcadas (TCN): Padrão para redes embarcadas de comunicação em veículos ferroviários.
- EN 50155 – Equipamentos eletrônicos embarcados: Requisitos ambientais e de desempenho para equipamentos eletrônicos embarcados.
- EN 50121 – Compatibilidade eletromagnética ferroviária: Compatibilidade eletromagnética em instalações ferroviárias.
- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão: Regras para instalações elétricas de baixa tensão.
- IEC 62443 – Segurança cibernética para sistemas de automação e controle industrial: Conjunto normativo que estabelece diretrizes para a proteção cibernética de sistemas embarcados e de automação em infraestrutura crítica. Aplica-se à arquitetura de rede do VLT, especialmente quando conectada ao Centro de Controle Operacional (CCO), abrangendo políticas de acesso, autenticação, segmentação de rede e atualizações seguras de firmware.

8

9. ACESSIBILIDADE URBANA, VEICULAR E EDIFICAÇÕES

Normas Aplicáveis:

- ABNT NBR 14022 – Acessibilidade em veículos ferroviários urbanos: Requisitos de acessibilidade para trens e VLTs, incluindo cadeira de rodas, rampas, sinalização tátil e sonora.
- ABNT NBR 9050 – Acessibilidade em edificações e espaços públicos: Requisitos para acessibilidade em estações, calçadas e interfaces urbanas.




- ABNT NBR 15575 – Desempenho de Edificações Habitacionais: Norma que estabelece requisitos mínimos de desempenho térmico, acústico, lumínico, estanqueidade e durabilidade das edificações, considerando conforto dos usuários e eficiência operacional.
- ABNT NBR 16537 – Sinalização tátil no piso: Diretrizes para implantação de sinalização tátil no piso para pessoas com deficiência visual.
- Decreto Federal nº 5.296/2004 – Regulamentação da acessibilidade: Regulamenta as Leis nº 10.048/2000 e nº 10.098/2000, com critérios gerais e obrigatórios de acessibilidade.

10. TELECOMUNICAÇÕES, CFTV E CONTROLE OPERACIONAL

Normas Aplicáveis:

- ABNT NBR 14565 – Cabeamento estruturado para telecomunicações: Normatiza o cabeamento estruturado em edifícios comerciais e centros operacionais.
- ABNT NBR ISO/IEC 27002 – Segurança da informação: Diretrizes para a gestão da segurança da informação em ambientes de TI.
- Normas da ANATEL – Certificação de telecomunicações: Conjunto de regulamentações para certificação de equipamentos de telecomunicações no Brasil.
- NR-17 (Ergonomia) – Conforto e segurança no trabalho: Parâmetros de ergonomia para operadores no CCO.
- ABNT NBR ISO 9241 – Ergonomia em estações de controle: Requisitos ergonômicos para estações de supervisão e controle com computadores.
- ABNT NBR 9050 – Acessibilidade em áreas de apoio: Aplicável a sanitários, vestiários, refeitórios e áreas de descanso no CCO.
- IEEE 1558 – Automação e controle em sistemas de transporte público: Define requisitos técnicos e operacionais para automação e integração em sistemas



urbanos de transporte, incluindo VLTs, com foco no controle operacional centralizado e interfaces entre sistemas.


- IEC 60950 / IEC 62368-1 – Segurança de equipamentos de TI e telecomunicações: Normas internacionais que definem os requisitos de segurança elétrica, térmica e mecânica aplicáveis a equipamentos de tecnologia da informação e comunicação utilizados em sistemas críticos, como o CCO e os equipamentos embarcados no VLT.
- IEC 62676 – Sistemas de CFTV para segurança: Conjunto de normas que define requisitos técnicos, operacionais e de interoperabilidade para sistemas de videomonitoramento digital IP, incluindo câmeras embarcadas, gravação em rede e visualização no CCO.
- ITU-T G.652.D – Fibras ópticas monomodo: Especificação da UIT-T para fibras ópticas utilizadas em redes de backbone e telecomunicações críticas, com baixas perdas e alta capacidade de transmissão, aplicável à infraestrutura do VLT e do CCO.
- TIA/EIA-568 / EN 50173 – Cabeamento estruturado para redes de dados: Normas que padronizam o projeto e instalação de cabeamento para redes de comunicação em ambientes comerciais e industriais, incluindo sistemas ferroviários. Abrangem categoria de cabos, conectores, topologia e desempenho.
- Resolução ANATEL n° 752/2022 - Revoga e altera Resoluções expedidas pela Agência (Guilhotina Regulatória).

10

11. INFRAESTRUTURA URBANA COMPLEMENTAR

Normas Aplicáveis:

- ABNT NBR 7188 – Cargas móveis para estruturas viárias: Determina as cargas móveis para pontes, viadutos e passarelas utilizadas por VLTs.
- ABNT NBR 6118 – Estruturas de concreto armado: Norma para projeto de pilares, lajes e fundações.

- 
- ABNT NBR 12255 – Execução e utilização de passeios públicos.
 - ABNT NBR 17015 – Drenagem urbana: Dimensionamento e execução de sistemas de drenagem em corredores do VLT.
 - ABNT NBR 16416 – Pavimentação permeável: Relevante para áreas de pátio e entorno de estações.
 - RESOLUÇÃO CONTRAN Nº 585 - requisitos de segurança, identificação, habilitação dos condutores e sinalização viária para os Veículos Leves sobre Trilhos – VLT.

12. MEIO AMBIENTE, RUÍDO E VIBRAÇÃO

Normas Aplicáveis:

- CONAMA Resolução nº 001/1990 – Avaliação de impacto ambiental: Diretrizes para EIA/RIMA.
- ABNT NBR 10151 – Avaliação de ruído em ambientes externos: Avaliação do nível de pressão sonora em trechos urbanos.
- ABNT NBR 10152 – Conforto acústico em ambientes internos: Níveis desejáveis de conforto acústico, como em estações.


11

13. GESTÃO AMBIENTAL E SEGURANÇA OCUPACIONAL

Este item reúne as normas aplicáveis à gestão ambiental e à segurança e saúde ocupacional nas fases de implantação, operação e manutenção do sistema VLT. Tais normas não tratam diretamente de parâmetros técnicos do material rodante ou da infraestrutura física, mas estabelecem diretrizes de gestão, conformidade regulatória e mitigação de riscos nas instalações operacionais, oficinas, subestações, pátios e ambientes administrativos associados ao sistema.

Normas Aplicáveis:

- ABNT NBR 15575 – Desempenho de Edificações Habitacionais: Norma que estabelece requisitos mínimos de desempenho térmico, acústico, lumínico,



estanqueidade e durabilidade das edificações, considerando conforto dos usuários e eficiência operacional.

- ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental: Estabelece os requisitos para implementação de um sistema de gestão ambiental (SGA), incluindo o controle dos aspectos ambientais, a conformidade legal e a busca pela melhoria contínua do desempenho ambiental. Aplica-se às atividades da futura concessionária ou operadora, especialmente nas unidades operacionais do CIOM, nas áreas de manutenção e nos processos de remediação ou licenciamento.
- ISO 45001 – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional: Define os requisitos para a implementação de um sistema de gestão de SST (Saúde e Segurança do Trabalho), com o objetivo de prevenir acidentes, mitigar riscos ocupacionais e proteger a integridade dos trabalhadores. É aplicável a todos os ambientes técnicos do sistema VLT (oficinas, pátio de manutenção, CCO, estações) e deve orientar os procedimentos operacionais da concessionária em conformidade com a legislação trabalhista brasileira.

12

Observação: As normas internacionais listadas (como EN, IEC, UIC e NFPA) são frequentemente adotadas como referência em projetos de VLT no Brasil, especialmente quando envolvem fornecedores internacionais. Recomenda-se sempre verificar a versão mais atualizada das normas e validar sua aplicação com as agências reguladoras e fiscalizadoras competentes.

Este anexo técnico visa consolidar de forma sistematizada o conjunto mínimo de normas aplicáveis ao desenvolvimento, implantação e operação de sistemas de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), considerando as especificidades brasileiras e as melhores práticas internacionais. A observância dessas normas é essencial para garantir a conformidade técnica, operacional, ambiental e social dos projetos, assegurando sua viabilidade regulatória, segurança dos usuários e qualidade na prestação do serviço público. Recomenda-se que o conteúdo deste anexo seja atualizado periodicamente, conforme revisões normativas e evolução tecnológica do setor ferroviário leve.