

CAROL BUENO DE FREITAS

**Análise Comparativa dos Veículos Leves Sobre Trilhos
(VLTs):**

Conformidade com o Guia TPC em Sistemas Nacionais e Internacionais

São Paulo
2024

CAROL BUENO DE FREITAS

**Análise Comparativa dos Veículos Leves Sobre Trilhos
(VLTs):**

Conformidade com o Guia TPC em Sistemas Nacionais e Internacionais

Trabalho de Conclusão do Curso,
apresentado ao Programa de Educação
Continuada (PECE), da Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Especialista
em Planejamento e Gestão de Cidades.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Feriancic

São Paulo

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Gabriel Feriancic, meu orientador e diretor, por sua orientação, paciência, incentivo e esclarecimento de dúvidas ao longo desse processo.

Ao meu chefe Luciano Peron, por me incentivar a iniciar esse curso, por toda troca de ideias, sugestões e apoio.

Agradeço profundamente à minha família, minha mãe Lucila e meu irmão Bryan, por todo apoio emocional, suporte, incentivos e compreensão durante os momentos de desafios.

Aos meus amigos pessoais e colegas de trabalho, por todos os conselhos, conversas, trocas, ensinamentos e dicas.

Ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da USP e seu corpo docente pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação e por todos os aprendizados ao longo desses dois anos.

A mim mesma, por não ter desistido durante o processo de elaboração do presente trabalho.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é realizado no âmbito da Pós-Graduação em Planejamento e Gestão de Cidades da Universidade de São Paulo, com o propósito de analisar as diretrizes contidas no Guia Transporte Público Coletivo (Guia TPC), desenvolvido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), voltadas aos sistemas de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) em contextos urbanos no Brasil e no exterior. A pesquisa avalia a conformidade de quatro sistemas de VLT brasileiros — Baixada Santista, Rio de Janeiro, Cariri e Fortaleza — e dois internacionais — Metrô do Porto, em Portugal, e VLT de Amsterdã, na Holanda — com os padrões técnicos, operacionais e urbanísticos estabelecidos pelo Guia TPC, que orienta aspectos de implantação, operação e integração desses sistemas de transporte. Utilizando uma metodologia baseada em estudo de caso, o levantamento de dados e a análise comparativa permitiram identificar adequações e inadequações dos VLTs em operação com relação a parâmetros como velocidade operacional, impacto ambiental, integração tarifária, segurança e acessibilidade, além de questões de infraestrutura e revitalização urbana. A pesquisa propõe recomendações para as não conformidades, buscando contribuir para a melhoria do planejamento e gestão de VLTs e para o desenvolvimento de políticas de mobilidade urbana sustentável.

Palavras-chave: Veículo Leve sobre Trilhos, mobilidade urbana, Guia TPC, transporte público.

ABSTRACT

This thesis is part of the Graduate Program in Urban Management and Planning at the University of São Paulo and aims to analyze the guidelines in the *Public Collective Transport Guide* (Guia TPC), developed by the Brazilian Development Bank (BNDES), focusing on Light Rail Vehicle (LRV) systems in urban contexts both in Brazil and abroad. The research evaluates the compliance of four Brazilian LRV systems — Baixada Santista, Rio de Janeiro, Cariri, and Fortaleza — and two international systems — Porto Metro in Portugal and the LRV in Amsterdam, Netherlands — with the technical, operational, and urban planning standards established by the Guia TPC, which provides guidelines for the implementation, operation, and integration of these transport systems. Using a case study methodology, data collection and comparative analysis helped identify the strengths and weaknesses of the operating LRVs in relation to parameters such as operational speed, environmental impact, fare integration, safety, accessibility, and infrastructure issues, as well as urban revitalization. The research offers recommendations for addressing the non-conformities, aiming to contribute to the improvement of LRV planning and management, and to the development of sustainable urban mobility policies.

Keywords: Light Rail Vehicle, urban mobility, Guia TPC, public transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 0-1 Metodologia esquemática	4
Figura 2-1 Localização dos municípios da RMBS e dos municípios atendidos e a serem atendidos pelo VLT	11
Figura 2-2 Esquema de Implantação do VLT da RMBS	14
Figura 2-3 VLT RMBS	16
Figura 2-4 Localização dos bairros atendidos pelo VLT	17
Figura 2-5 Mapa Turístico do VLT Carioca	18
Figura 2-6 Mapa da rede do VLT Carioca	19
Figura 2-7 VLT Carioca - Central do Brasil	21
Figura 2-8 Localização dos municípios da RMC atendidos pelo VLT	22
Figura 2-9 Traçado do VLT do Cariri	23
Figura 2-10 VLT do Cariri	26
Figura 2-11 Bairros de Fortaleza atendidos (direta ou indiretamente) pelo VLT e bairros das pontas da linha	27
Figura 2-12 Ampliação do traçado do VLT Parangaba - Mucuripe	28
Figura 2-13 VLT Parangaba - Mucuripe	31
Figura 3-1 Concelhos atendidos pelo Metro do Porto	32
Figura 3-2 Mapa da rede do Metrô do Porto	34
Figura 3-3 Metrô do Porto - Modelo <i>Eurotram</i>	36
Figura 3-4 Cidades atendidas pelo VLT	37
Figura 3-5 Traçado da Linha 26	39
Figura 3-6 VLT de Amsterdã.....	40
Figura 4-1 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT da Baixada Santista	41
Figura 4-2 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT da Baixada Santista	43
Figura 4-3 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT Carioca	45
Figura 4-4 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT Carioca	48
Figura 4-5 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT Cariri..	50

Figura 4-6 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT Cariri.....	52
Figura 4-7 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT Parangaba-Mucuripe.....	55
Figura 4-8 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT Parangaba-Mucuripe	58
Figura 4-9 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o Metro do Porto	60
Figura 4-10 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o Metro do Porto	62
Figura 4-11 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT de Amsterdã	64
Figura 4-12 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT de Amsterdã	66
Figura 5-1 Itens das Características Físicas em Conformidade e em Não Conformidade do VLT da Baixada Santista.....	69
Figura 5-2 Itens das Características Funcionais e Operacionais em Conformidade e em Não Conformidade do VLT da Baixada Santista	72
Figura 5-3 Itens das Características Físicas em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Carioca	74
Figura 5-4 Itens das Características Funcionais e Operacionais em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Carioca.....	77
Figura 5-5 Itens das Características Físicas em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Cariri	80
Figura 5-6 Itens das Características Funcionais e Operacionais em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Cariri.....	83
Figura 5-7 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.....	86
Figura 5-8 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.....	89
Figura 5-9 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.....	91
Figura 5-10 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.....	94

Figura 5-11 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	96
Figura 5-12 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	99
Figura 8-1 Comparativo completo das características físicas do Guia TPC.....	112
Figura 8-2 Comparativo completo das características físicas do Guia TPC.....	113
Figura 8-3 Comparativo completo das características físicas do Guia TPC.....	114
Figura 8-4 Comparativo completo das características funcionais e operacionais do Guia TPC.....	115
Figura 8-5 Comparativo completo das características funcionais e operacionais do Guia TPC.....	116
Figura 8-6 Comparativo completo das características funcionais e operacionais do Guia TPC.....	117
Figura 8-7 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	118
Figura 8-8 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	119
Figura 8-9 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	120
Figura 8-10 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	121
Figura 8-11 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	122
Figura 8-12 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 Matriz Síntese de Características Físicas.....	7
Tabela 1-2 Matriz Síntese de Características Funcionais e Operacionais.....	9
Tabela 2-1 Porcentagem da população de cada municípios em relação a RMBS	12
Tabela 2-2 Recorte da Rede de transporte público da Baixada Santista	13
Tabela 2-3 Porcentagem da população de cada municípios em relação a RMC	22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Passageiros por Linha	24
Gráfico 2-2 Passageiros por Linha	29

LISTA DE SIGLAS

ACQUARIO - Aquário Municipal do Rio de Janeiro

AMP - Área Metropolitana do Porto

APS – Alimentação Por Solo

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAF - *Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles*

CCBB - Centro Cultural Banco do Brasil

CET - Companhia de Engenharia de Tráfego

CTB - Código de Trânsito Brasileiro

EMITU - Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCC - Índice Nacional de Custo da Construção

MAR - Museu de Arte do Rio

MAM - Museu de Arte Moderna

MAUC - Museu de Arte da UFC

PNs - Passagens em Nível

PRMS - Plano Regional de Mobilidade Sustentável e Logística

RMC - Região Metropolitana do Cariri

RMBS - Região Metropolitana da Baixada Santista

SEMOB - Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana

SIM - Sistema Integrado Metropolitano

TPC - Transporte Público Coletivo

VLT - Veículo Leve Sobre Trilhos

SUMÁRIO

Introdução	1
1. Definição De Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) Segundo o Guia TPC.....	5
1.1. Características do VLT segundo o Guia TPC.....	6
2. Análise Dos VLTs No Brasil e Suas Tecnologias	10
2.1. VLT da Baixada Santista	11
2.1.1. Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS.....	11
2.1.2. Traçado.....	13
2.1.3. Características Físicas e Operacionais.....	14
2.2. VLT Carioca	16
2.2.1. Região Central do Rio de Janeiro	16
2.2.2. Traçado.....	18
2.2.3. Características Físicas e Operacionais.....	20
2.3. VLT do Cariri	21
2.3.1. Região Metropolitana do Cariri	21
2.3.2. Traçado.....	23
2.3.3. Características Físicas e Operacionais.....	25
2.4. VLT Parangaba-Mucuripe	27
2.4.1. Fortaleza	27
2.4.2. Traçado.....	28
2.4.3. Características Físicas e Operacionais.....	30
3. Estudo de Casos Internacionais.....	31
3.1. Metrô do Porto	32
3.1.1. Localização.....	32
3.1.2. Rede do Metrô	33
3.1.3. Características Físicas e Operacionais.....	35
3.2. VLT de Amsterdã.....	36
3.2.1. Localização.....	36

3.2.2.	Linha 26: <i>IJburg – Centraal Station</i>	37
3.2.3.	Características Físicas e Operacionais.....	39
4.	Comparação dos VLTs com os Parâmetros do Guia TPC no Contexto Nacional e Internacional.....	40
4.1.	VLT da Baixada Santista	41
4.2.	VLT Carioca	44
4.3.	VLT Cariri	49
4.4.	VLT Parangaba – Mucuripe.....	54
4.5.	Metrô do Porto	59
4.6.	VLT de Amsterdã.....	63
5.	Discussão.....	67
5.1.	VLT da Baixada.....	68
5.2.	VLT Carioca	73
5.3.	VLT do Cariri	79
5.4.	VLT Parangaba – Mucuripe.....	85
5.5.	Metro do Porto	90
5.6.	VLT de Amsterdã.....	95
6.	Conclusão	101
7.	Referências Bibliográficas.....	104
8.	Anexo	111

INTRODUÇÃO

Com o crescimento urbano e aumento da densidade populacional, as cidades, tanto no Brasil quanto em outros países, têm enfrentado desafios significativos relacionados à mobilidade urbana. A esses fatores, soma-se a preocupação com a sustentabilidade, tema que tem sido amplamente discutido em âmbito global, especialmente devido aos impactos das mudanças climáticas. A crescente conscientização ambiental tem gerado a demanda por modos de transporte mais eficientes, que atendam as limitações de espaço urbano e, ao mesmo tempo, incorporem preocupações ambientais.

Nesse contexto, os sistemas de Veículos Leves Sobre Trilhos (VLTs), modernizados a partir dos antigos bondes, têm se mostrado uma solução viável. Esses veículos, além de apresentarem baixo impacto ambiental e visual, possuem capacidade de transportar um número significativo de passageiros e oferecem a possibilidade de inserção urbana e compartilhamento de vias com outros modos de transporte e com pedestres. No entanto, a implantação e operação dos VLTs exigem a observância de diversos parâmetros para garantir sua viabilidade e eficiência.

Em 2018, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou o Guia Transporte Público Coletivo (Guia TPC), no qual são estabelecidos parâmetros para implantação e operação de VLTs e outros modos de transporte público no Brasil. O objetivo do Guia é fornecer orientações técnicas e operacionais para a implementação de sistemas de transporte, incluindo aspectos de infraestrutura, operação e integração dos VLTs aos demais sistemas de transportes e ao meio urbano. No entanto, nota-se que essas diretrizes não vêm sendo aplicadas a todas as realidades urbanas. Contudo, observa-se que, em várias cidades, a aplicação dessas diretrizes ainda enfrenta desafios, o que pode comprometer a eficiência, a segurança e a sustentabilidade dos sistemas de VLT.

OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é analisar as recomendações contidas no Guia TPC em relação aos VLTs, por meio de estudos de casos nacionais e internacionais, com o intuito de verificar se os sistemas em operação estão em conformidade com os

parâmetros estabelecidos pelo Guia. Para atingir esse objetivo, o estudo se desdobrará em diversas análises específicas, incluindo:

- A avaliação dos sistemas de VLT implantados em quatro regiões brasileiras: Baixada Santista, Rio de Janeiro, Cariri e Fortaleza, com base nos padrões técnicos e operacionais definidos pelo Guia TPC.
- A análise de dois sistemas internacionais de VLT, o Metrô do Porto, em Portugal, e o VLT de Amsterdã, na Holanda, com foco em identificar as particularidades de cada sistema em relação às diretrizes brasileiras.
- A comparação entre os aspectos técnicos, operacionais e urbanísticos dos casos estudados, visando identificar e discutir as possíveis inadequações e adequações aos parâmetros recomendados pelo Guia TPC.

Assim, esta pesquisa não apenas contribuirá para a discussão acadêmica sobre os VLTs, mas também fornecerá importantes contribuições para a melhoria do planejamento e da gestão de sistemas de transporte urbano. O trabalho buscará alinhar-se às melhores práticas recomendadas tanto em nível nacional quanto internacional, promovendo uma abordagem mais eficiente e eficaz para a implementação desses modos de transporte.

METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, foi utilizado uma metodologia baseada em análise de estudos de casos, dividida em três etapas principais: levantamento de dados sobre sistemas de VLTs nacionais e internacionais, e a análise comparativa desses dados com os parâmetros estabelecidos pelo Guia TPC.

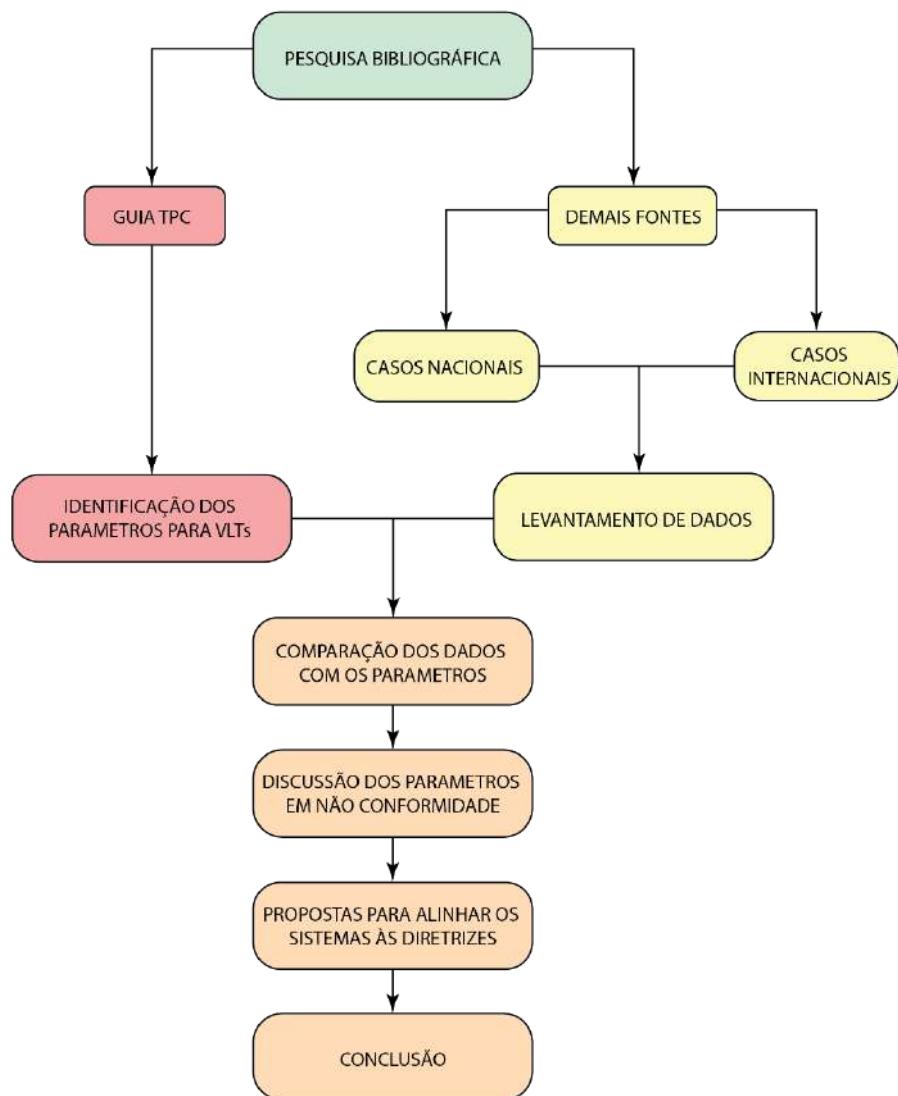
A primeira etapa consiste no levantamento e caracterização dos quatro sistemas de VLTs em operação no Brasil: o VLT da Baixada Santista, o VLT Carioca, o VLT do Cariri e o VLT Parangaba-Mucuripe. Para cada um desses casos, será realizada uma descrição detalhada de sua inserção urbana, traçado e características físicas e operacionais.

A segunda etapa envolve a análise dos dois sistemas internacionais: o Metrô do Porto e o VLT de Amsterdã. Esses sistemas foram selecionados por suas diferentes abordagens de implantação e operação, o que possibilita uma comparação detalhada e relevante com os sistemas brasileiros e com os padrões definidos pelo Guia TPC.

A terceira etapa consiste na comparação dos dados levantados com os parâmetros do Guia TPC, focando nas características físicas e operacionais dos sistemas de VLT. Serão analisados aspectos como velocidade operacional, inserção urbana, impacto ambiental, aspectos visuais e sonoros, capacidade da operação, segurança dos passageiros e dos demais usuários das vias, integração tarifária e questões de infraestrutura. A partir dessa comparação, serão identificados elementos que atendem aos padrões do Guia e os que não estão em conformidade. Para os pontos de não conformidade, serão propostas recomendações para alinhar os sistemas às diretrizes brasileiras.

Essa metodologia visa fornecer uma análise crítica e abrangente sobre a implementações de VLTs, contribuindo para o aprimoramento das políticas de transportes públicos no Brasil e no exterior.

Figura 0-1 Metodologia esquemática



Elaboração: Autora, 2024

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho será estruturado em cinco capítulos, cada um abordando aspectos distintos do tema. O primeiro capítulo de análise trará a definição do VLT conforme o Guia TPC, enfatizando suas principais características em termos de infraestrutura e operação. No segundo capítulo, serão analisados quatro casos de VLT no Brasil: o VLT da Baixada Santista, o VLT Carioca, o VLT Cariri e o VLT Parangaba-Mucuripe. Cada subitem deste capítulo será dedicado a um dos casos, enfocando a descrição dos

municípios ou região onde os modos estão inseridos, assim como o traçado e as características físicas e operacionais de cada um.

O terceiro capítulo seguirá uma abordagem similar ao segundo, porém focará em casos internacionais, com análise do Metro do Porto e do VLT de Amsterdã. A estruturação dos subitens será mantida conforme o padrão estabelecido no capítulo anterior, garantindo uma comparabilidade adequada entre os diferentes contextos. O quarto capítulo oferecerá uma breve comparação entre os casos analisados e as propostas do Guia, enquanto o quinto capítulo aprofundará essa análise, identificando os pontos que atendem às recomendações do Guia e aqueles que não o fazem. Adicionalmente, serão discutidos os impactos que uma classificação inadequada pode ter sobre o sistema de transporte como um todo.

Para tanto, na sequência serão abordadas as características descritas no Guia TPC que nortearão as análises comparativas com os estudos de caso.

1. DEFINIÇÃO DE VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS (VLT) SEGUNDO O GUIA TPC

O Guia Transporte Público Coletivo (TPC) é um documento oficial do Governo Federal que tem por objetivo instruir a população sobre questões variadas da mobilidade urbana no Brasil, com foco na gestão pública. O Guia foi elaborado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em colaboração com a Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana (SEMOB) do Ministério das Cidades, e apoio técnico e financeiro da Cooperação Financeira Alemã, através do banco alemão de desenvolvimento KfW.

No capítulo de "Sistemas de Transporte Público Coletivo sobre Trilhos" do Guia TPC, são discutidos os diversos modos de transporte utilizados no Brasil, destacando suas tecnologias específicas. Estes incluem o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), o Monotrilho, o Metrô e o Trem Urbano. O foco deste trabalho será no VLT, explorando sua concepção, características de implantação, operação e funcionalidade, conforme descrito no Guia TPC.

Neste capítulo será feita a caracterização do VLT, abordando os parâmetros propostos pelo Guia TPC em relação as características funcionais e operacionais do modo de

transporte. A análise do VLT feita nessa seção tem como base de pesquisa exclusivamente o Guia TPC.

1.1. CARACTERÍSTICAS DO VLT SEGUNDO O GUIA TPC

O Guia TPC apresenta uma matriz síntese com características dos modos de Transporte Público Coletivo. No caso do VLT, em termos físicos, refere-se à implantação em superfície com segregação física por meio de separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível. As plataformas específicas para embarque e desembarque podem incluir portas automáticas e nivelamento com o piso do veículo, posicionadas à esquerda ou à direita do sentido de circulação. Recomenda-se que as estações estejam a uma distância de 500 a 600 metros, com tratamento urbanístico que inclua adequação do passeio, acessibilidade, iluminação pública e paisagismo visando mitigar os efeitos do impacto urbano. O custo total de implantação, incluindo infraestrutura, garagem, veículos e sistemas, estava entre 75 e 150 milhões de reais por quilômetro, baseado em dados de 2008. O período de implantação varia de médio a longo prazo, podendo levar de 3 a 10 anos. O impacto visual do veículo, estações e vias é considerado baixo, com um efeito barreira classificado como muito baixo, tornando-o uma alternativa atrativa do ponto de vista urbanístico.

Quanto às características funcionais, é recomendado que a rede seja tronco-alimentada, com tração elétrica alimentada por catenária ou sistema no solo. A integração tarifária é necessária, podendo a cobrança/validação da tarifa ocorrer no interior do veículo ou na estação. O compartilhamento de via com o tráfego geral é possível apenas em cruzamentos, podendo haver penalidades para veículos que transitarem sem autorização. É essencial a preferência semafórica para otimização do desempenho do modo de transporte, além de monitoramento operacional por centros de controle e sistemas de sinalização e segurança. A informação em tempo real, assim como a estática deve ser disponibilizada aos usuários.

Em termos operacionais, estima-se que a frequência seja de 180 segundos, com velocidade variando entre 18 e 25 km/h. Sua capacidade unitária varia de 280 a 660 lugares (com uma taxa de 6 passageiros por metro quadrado) e a capacidade na seção crítica variando de 2.800 a 13.200 passageiros por hora por sentido. Não emite poluentes atmosféricos, seu nível de ruído é classificado como muito baixo e há baixo

risco de acidentes. A regularidade operacional é considerada entre média e alta em termos de confiabilidade.

As tabelas abaixo sintetizam o que foi descrito acima e fazem um comparativo do VLT com os demais modos de transporte por trilhos:

Tabela 1-1 Matriz Síntese de Características Físicas

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT	MONOTRILHO	METRÔ
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Elevado	Subterrâneo (padrão), elevado ou em superfície	Em superfície, podendo haver trechos elevados ou subterrâneos
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação total	Segregação total	Segregação total, podendo haver travessias e cruzamentos em nível em ramais periféricos pouco movimentados
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Estações completas com toda a infraestrutura para os usuários e salas operacionais	Estações completas com toda a infraestrutura para os usuários e salas operacionais	Plataformas específicas ou estações completas
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição central ou lateral	Posição central ou lateral	Posição central ou lateral
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
	VLT	MONOTRILHO	METRÔ	TREM URBANO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)				
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica	É possível a implantação de serviços expressos e paradores com vias auxiliares paralelas para as ultrapassagens entre as composições, em redes metroviárias densas	É possível a implantação de serviços expressos e paradores com vias auxiliares paralelas para as ultrapassagens entre as composições, em redes metroviárias densas
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 1000 a 1500	De 1000 a 1500	Acima de 2000
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Necessária implantação de soluções de acessibilidade, integração com ônibus, táxis, automóveis, bicicletas. Tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo na área de influência das estações, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Necessária implantação de soluções de acessibilidade, integração com ônibus, táxis, automóveis, bicicletas. Tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo na área de influência das estações, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Necessária implantação de soluções de acessibilidade, integração com ônibus, táxis, automóveis, bicicletas. Tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo na área de influência das estações, com mitigação de efeitos de intrusão urbana
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
	VLT	MONOTRILHO	METRÔ	TREM URBANO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)				
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2008)	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	75 a 150	150 a 375	75 a 150 (superfície) 150 a 375 (elevado) 300 a 900 (subterrâneo) ²⁶
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Só infraestrutura	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo	Longo (da ordem de 10 anos)
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Muito alto. Impacto da via elevada e estações	Muito baixo quando subterrâneo. Impacto das subestações e ventilação na superfície	Alto. Impacto das estações fechadas de grande porte e do muro ou gradil segregador
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Baixo	Inexistente (subterrâneo). Muito alto (em superfície)	Inexistente (subterrâneo). Muito alto (em superfície)

Fonte: Guia TPC, 2018, págs. 122-127. Adaptado pela autora.

Tabela 1-2 Matriz Síntese de Características Funcionais e Operacionais

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
	VLT	MONOTRILHO	METRÔ	TREM URBANO
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS				
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Recomendável. Necessária quando a demanda lideira é baixa	Recomendável. Necessária quando a demanda lideira é baixa	Recomendável. Necessária quando a demanda lideira é baixa
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por "terceiro trilho"	Tração elétrica alimentada por "terceiro trilho" ou catenária	Tração elétrica alimentada por catenária
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Necessária	Necessária	Necessária
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo (na estação)
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÂFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Vedado	Vedado	Possível apenas com adequado sistema de sinalização em travessias e cruzamentos em nível em ramais periféricos pouco movimentados
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
	VLT	MONOTRILHO	METRÔ	TREM URBANO
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS				
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Necessário	Necessário	Necessário
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Necessário	Necessário	Necessário
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Recomendável em tempo real. Necessária informação estática
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	Intervalos de 120 segundos	Intervalos de 120 segundos	Intervalos de 360 segundos
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	35 km/h	35 km/h	50 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	1000 lugares	2000 lugares	2000 lugares

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
	VLT	MONOTRILHO	METRÔ	TREM URBANO
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	12000 a 40000	20000 a 80000	20000 a 40000
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	Inexistente	Baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Muito baixo	Muito baixo	Baixo
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Muito alta	Muito alta	Alta

Fonte: Guia TPC, 2018, págs. 128-133. Adaptado pela autora.

2. ANÁLISE DOS VLTs NO BRASIL E SUAS TECNOLOGIAS

Este capítulo tem como objetivo analisar os sistemas de VLT existentes no Brasil, assim como as tecnologias empregadas em cada um deles. Serão examinados quatro casos nacionais:

- **VLT da Baixada Santista**
- **VLT Carioca**
- **VLT do Cariri**
- **VLT Parangaba – Mucuripe**

A avaliação desses modelos fornecerá importantes contribuições sobre o funcionamento e as tecnologias utilizadas nos VLT brasileiros. Essa análise servirá de fundamento para a discussão a ser apresentada nos capítulos 4 e 5. Em cada subitem serão apresentadas as características da área onde o VLT está inserido, bem como a descrição do traçado e suas características físicas e operacionais.

2.1. VLT DA BAIXADA SANTISTA

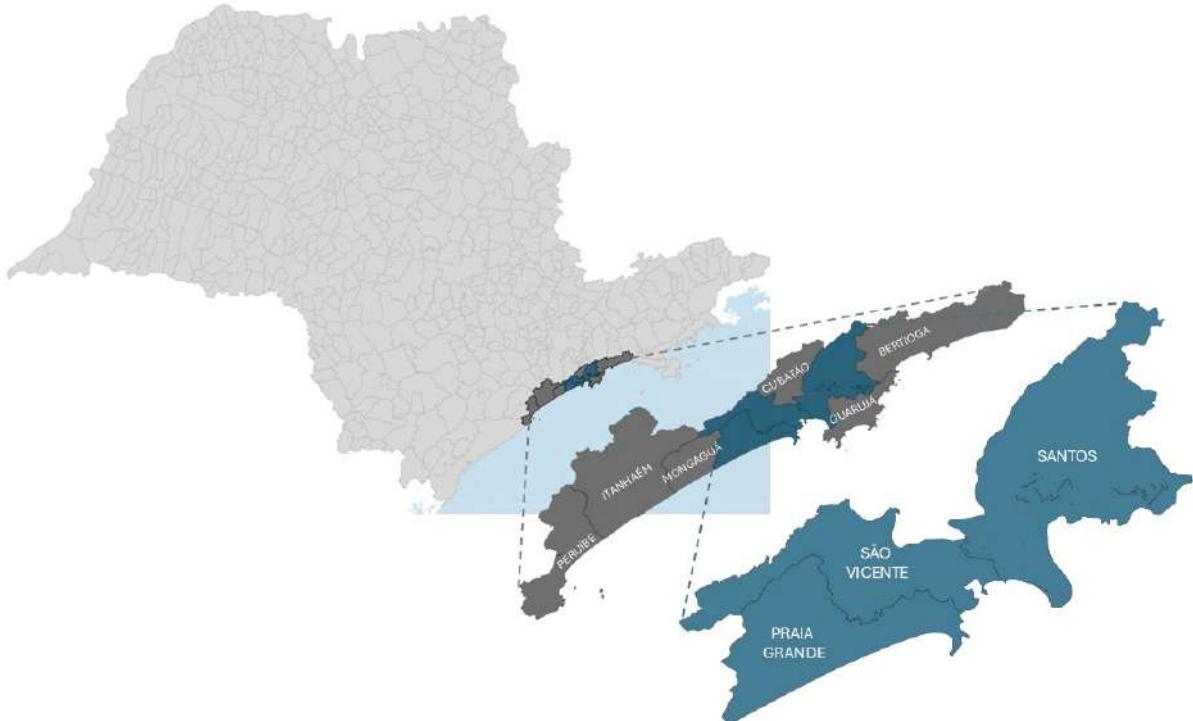
2.1.1. Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS

A Região Metropolitana da Baixada Santista foi criada por meio da Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996. Em seu artigo 1º diz:

Fica criada a Região Metropolitana da Baixada Santista como unidade regional do Estado de São Paulo, compreendida pelo agrupamento dos Municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente.

Conforme o Plano Plurianual (2020 – 2023) elaborado pelo Governo do Estado de São Paulo a RMBS abrange uma área de 2.428,74 km², sendo o equivalente a 0,97% do território do estado. A Região é delimitada, de um lado, pela escarpa da Serra do Mar, situada na Mata Atlântica, e, do outro lado, pelo Oceano Atlântico.

Figura 2-1 Localização dos municípios da RMBS e dos municípios atendidos e a serem atendidos pelo VLT



Elaboração: Autora, 2024.

O último censo do IBGE (2022), revela que os três municípios da RMBS com maiores populações são Santos, São Vicente e Praia Grande, conforme ilustrado na tabela abaixo.

Tabela 2-1 Porcentagem da população de cada municípios em relação a RMBS

Município	População	% da população em relação a RMBS
Bertioga	64.188	4%
Cubatão	112.476	6%
Guarujá	287.634	16%
Itanhaém	112.476	6%
Mongaguá	61.951	3%
Peruíbe	68.352	4%
Praia Grande	349.935	19%
Santos	418.608	23%
São Vicente	329.911	18%
RMBS	1.805.531	100%

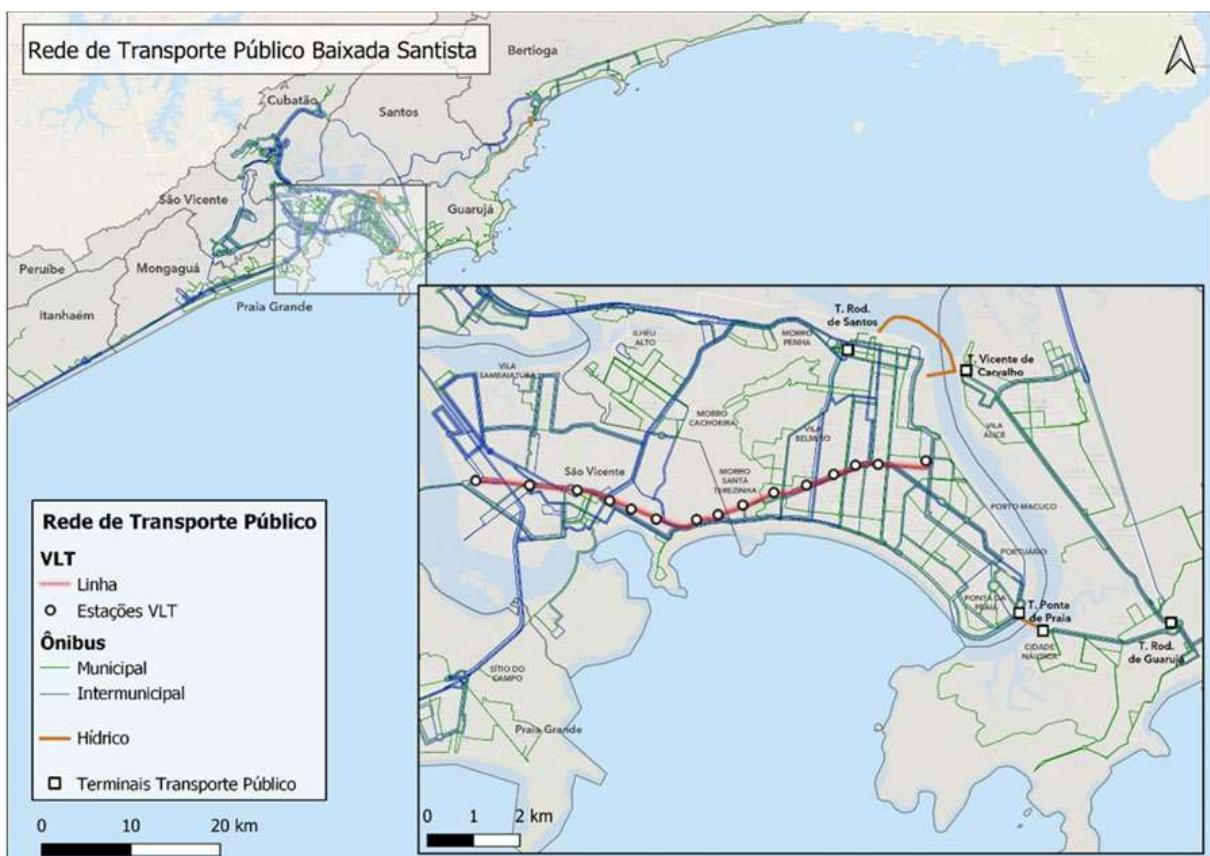
Fonte: IBGE, 2022. Elaboração: Autora

Outro aspecto importante refere-se as atividades econômicas, as quais constituem a maior parte das viagens. Os municípios de Santos e Cubatão, são identificados como os principais polos atrativos para essas viagens, conforme descrito no Plano Regional de Mobilidade Sustentável e Logística da Baixada Santista (PRMS, 2023)

As atividades econômicas estão concentradas em torno das áreas centrais da região (polos de Santos e Cubatão), seja em âmbitos industriais, portuários ou de serviços. Isso determina a relevância de movimentos pendulares da população.

No que diz respeito ao transporte público coletivo, o Plano Regional de Mobilidade Sustentável e Logística da Baixada Santista (PRMS, 2023), afirma que todos os municípios da RMBS dispõem de serviços de transporte público coletivo.

Tabela 2-2 Recorte da Rede de transporte público da Baixada Santista



Fonte: Plano Regional de Mobilidade Sustentável e Logística da Baixada Santista¹

2.1.2. Traçado

o VLT da Baixada Santista, conhecido como SIM – Sistema Integrado Metropolitano da RMBS, foi estruturado em três fases:

Primeira Fase: Já em operação, conecta os municípios de Santos e São Vicente. O traçado dessa fase possui 11 km de extensão e é composto por 15 estações. De acordo com o relatório do SIM produzido pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo - EMTU (2024), a demanda é de 25,8 mil passageiros/dia útil.

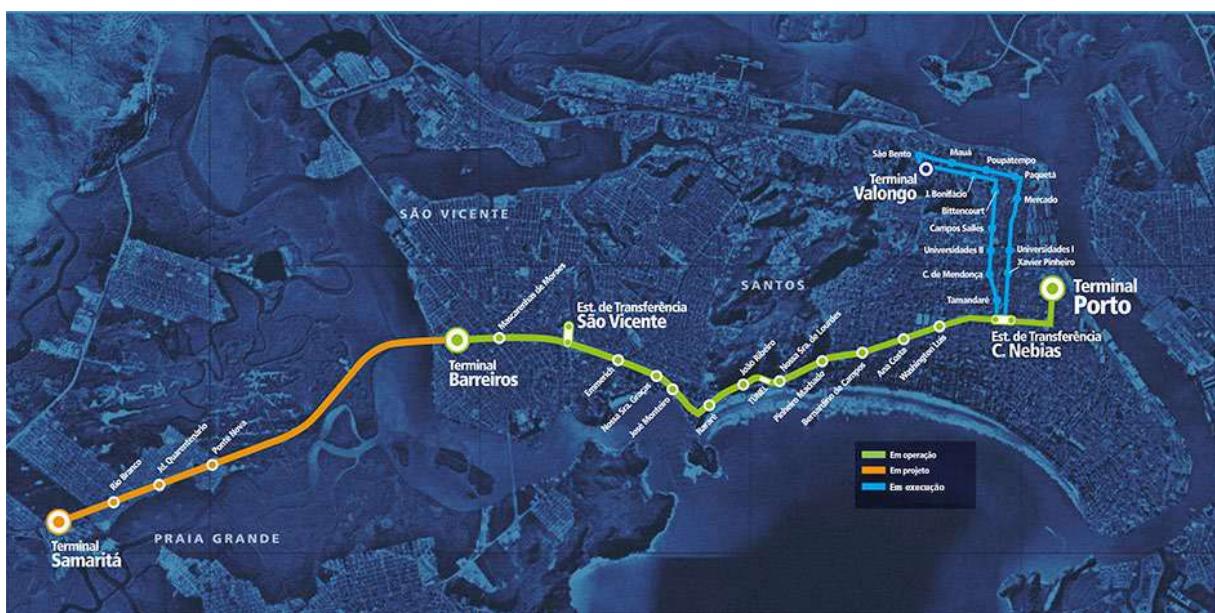
Segunda Fase: Atualmente em construção, estabelece uma ligação interna em Santos, entre os bairros de Paquetá (onde está localizada a estação Conselheiro Nébias) e Valongo. Esta fase terá 8 km de extensão, 12 estações e uma demanda prevista de 70 mil passageiros/dia útil, segundo relatório da EMTU (2024).

¹ Disponível em: https://agem.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/4/2023/04/20230331-PRMSLBS_Report-MYC_D00_Versao_minuta.pdf. Pág. 23, figura 12. Acesso em: 03/09/2024

Terceira Fase: Em fase de licitação, irá conectar os municípios de São Vicente e Praia Grande. As obras foram divididas em dois lotes: o primeiro envolve a reforma da Ponte dos Barreiros, e o segundo, a ligação entre as estações Barreiros e Samaritá. Essa fase contará com 4 estações e extensão de 7,5 km. De acordo com a EMTU (2024), a demanda prevista para esse trecho é de 95 mil passageiros/ dia útil.

A imagem abaixo ilustra as fases de implantação do VLT da RMBS

Figura 2-2 Esquema de Implantação do VLT da RMBS



Fonte: Site Oficial da EMTU²

2.1.3. Características Físicas e Operacionais

O VLT da Baixada Santista opera com alinhamento em superfície, separado de pedestres e veículos, exceto nos cruzamentos, onde há compartilhamentos. Todas as estações estão equipadas com portas nas plataformas que estão alinhadas ao piso dos veículos, facilitando o acesso. A distância entre as estações varia de 500 a 1.500 metros. O entorno das estações passou por um tratamento urbanístico que incluem melhorias de acessibilidade e paisagismo ao logo de todo o projeto, além de reformas em obras de arte.

² Disponível em: <https://www.emtu.sp.gov.br/EMTU/Images/Projetos/imagensMapaAmpliado/vlt-07-20.jpg>. Acesso em: 09/09/2024

A construção da primeira fase do VLT começou em 2013 e foi entregue à população em 2017, totalizando cerca de 4 anos para a conclusão. Atualmente, esse trecho é o único em operação.

Atualmente, a frota do VLT é composta por 22 veículos do modelo *Vossloh Tramlink V4*, fabricados em Valencia, na Espanha, e projetados pela antiga empresa espanhola *Vossloh Rail Vehicles*, atualmente conhecida como *Stadler Rail*. Esses veículos utilizam tecnologia de tração elétrica alimentada por catenária, o que elimina a emissão de poluentes atmosféricos. Cada veículo tem capacidade para transportar 400 passageiros por metro quadrado e opera a uma velocidade aproximada de 15 km/h, conforme mencionado por Siqueira (2023).

A cobrança da tarifa é realizada externa ao veículo, nas estações. De acordo com a EMTU, é possível realizar a integração tarifária com outros modos de transporte da empresa, que incluem 10 linhas municipais e 45 linhas metropolitanas, mediante a utilização do cartão BRCard, que é válido por 2 horas.

Conforme Siqueira (2023), o VLT não possui prioridade em cruzamentos semafORIZADOS, sendo a preferência concedida exclusivamente em vias com baixo volume de tráfego. Esse aspecto resulta em uma velocidade reduzida de circulação, como mencionado anteriormente, e, consequentemente, contribui para o aumento no tempo total de viagem do sistema.

Figura 2-3 VLT RMBS



Fonte: Governo do Estado de São Paulo³

2.2. VLT CARIOCA

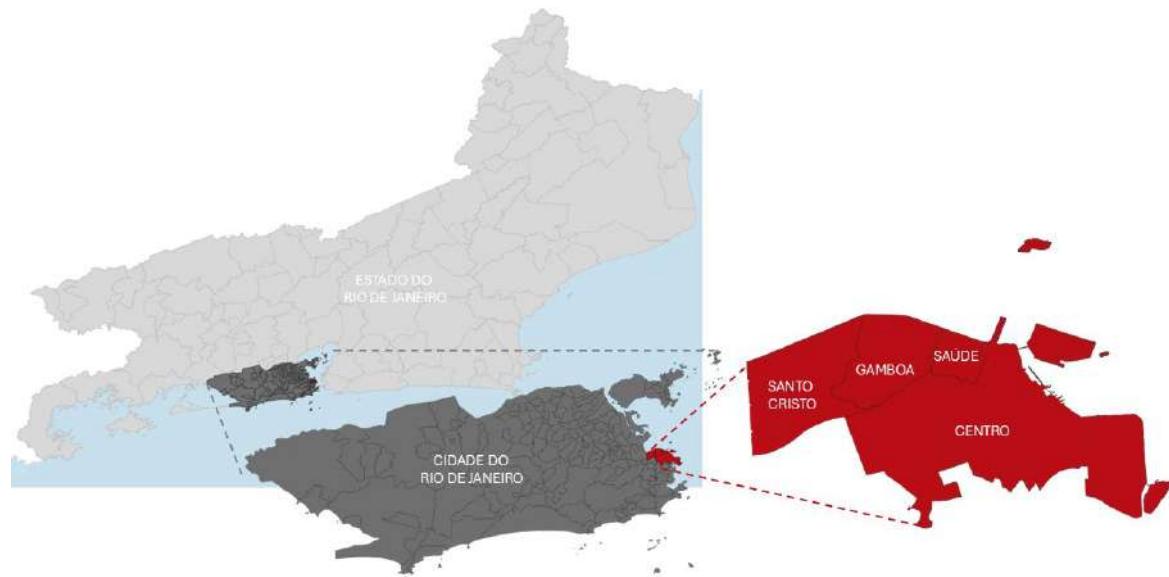
2.2.1. Região Central do Rio de Janeiro

O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) está situado na região central do Rio de Janeiro e estabelece conexões entre várias áreas e o centro da cidade. A operação do sistema VLT teve o início em 2016, como parte da Operação Urbana Porto Maravilha, cujo objetivo principal foi a revitalização completa da região. De acordo com informações disponíveis no site oficial do VLT Rio⁴, o serviço abrange os bairros da Saúde, Gamboa e Santo Cristo.

³ Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/galeria15-1.jpg>. Acesso em: 12/09/2024

⁴ Disponível em: <https://www.vltripio.com.br/#/historia>. Acesso em: 12/09/2024

Figura 2-4 Localização dos bairros atendidos pelo VLT

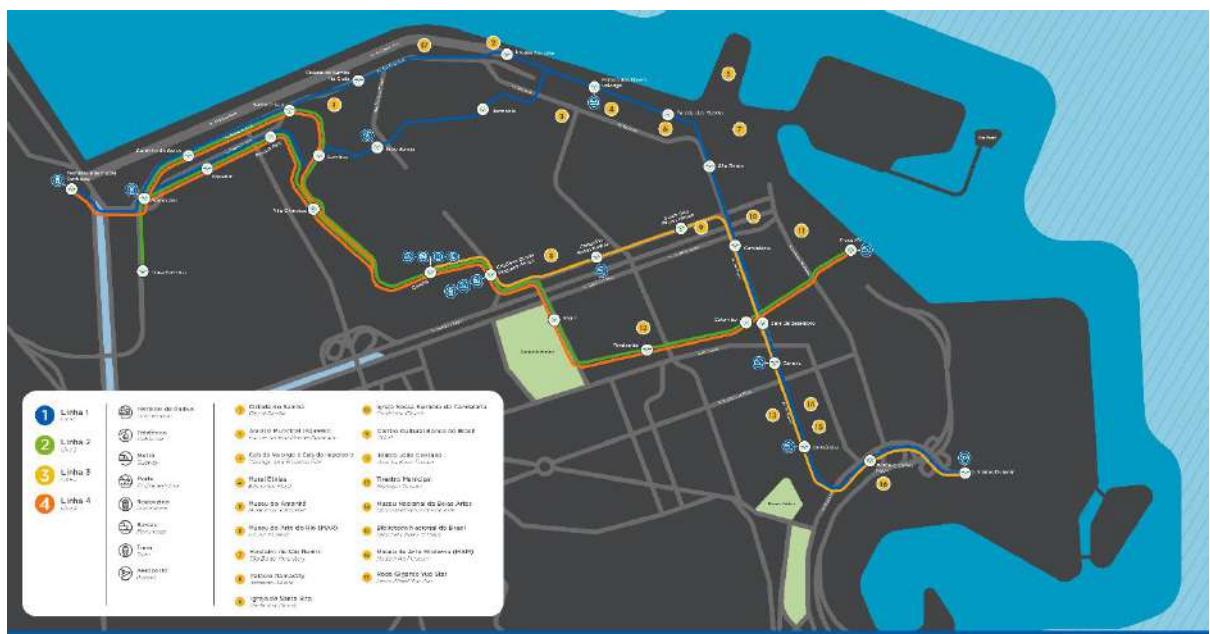


Elaboração: Autora, 2024.

Uma das principais finalidades do VLT Carioca é o de turismo, proporcionando aos usuários fácil acesso aos pontos turísticos localizados na região central. O sistema permite a circulação por 17 pontos de interesse distribuídos ao longo de sua rede ferroviária. Entre os principais pontos turísticos acessíveis através do VLT, destacam-se o Aquário Municipal (AcquaRio), Museu do Amanhã, Museu de Arte do Rio (MAR), Igreja Nossa Senhora da Candelária, Centro Cultural Banco do Brasil (CCBB), Museu de Arte Moderna (MAM), entre outros.

Abaixo, apresenta-se o Mapa Turístico do VLT Carioca, que ilustra a rede ferroviária.

Figura 2-5 Mapa Turístico do VLT Carioca



Fonte: VLT Rio⁵. Modificado pela autora.

2.2.2. Traçado

O VLT Carioca é composto por um sistema com 28 km de extensão, dividido em quatro linhas conforme descrito abaixo:

Linha 1 – Azul – Conecta o Aeroporto Santos Dumont ao Terminal Intermodal Gentileza, abrangendo 20 estações. Esta linha possui uma bifurcação na estação

⁵ Disponível em: <https://www.vlrio.com.br/#/mapa-turistico>. Acesso em: 12/09/2024

Parada dos Navios Valongo e conta com 6 estações de transferências para as demais linhas.

Linha 2 – Verde – Estabelece a ligação entre a região da Praia Formosa e a Praça XV, com um total de 14 estações. Esta linha apresenta uma bifurcação na estação Rodoviária e possui 7 estações de transferência para outras linhas.

Linha 3 – Amarela – Conecta o Aeroporto de Santos Dumont à região Central do Rio de Janeiro, compreendendo 10 estações. Dentre estas, 4 são estações de transferência para as demais linhas da rede.

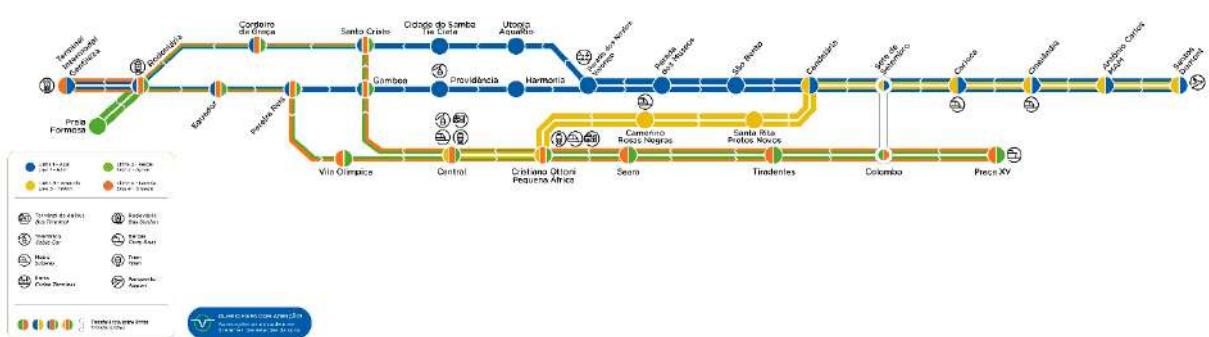
Linha 4 – Laranja – Une a Praça XV ao Terminal Intermodal Gentileza, e possui duas bifurcações em seu sistema, localizadas nas estações Rodoviária e Central. Esta linha é composta por 14 estações, das quais 5 são de transferência.

Todas as linhas dispõem de estações de transferências que permitem a interligação entre si, facilitando a conexão e mobilidade dentro da rede do VLT.

Segundo o Data Rio⁶, a demanda para o ano de 2023 foi de 20.364.055 passageiros. Desde sua implantação em 2016 até o ano de 2023 a demanda total foi de 121.148.678 passageiros.

A figura abaixo ilustra o mapa da rede do VLT.

Figura 2-6 Mapa da rede do VLT Carioca



Fonte: VLT Rio⁷

⁶ Disponível em: <https://www.data.rio/documents/064df31527d4412ca8ade42839dfc19a/about>. Acesso em: 13/09/2024

⁷ Disponível em: <https://www.vl trio.com.br/#/mapa-rede>. Acesso em: 12/09/2024

2.2.3. Características Físicas e Operacionais

O VLT Carioca opera com alinhamento em superfície, com trechos segregados do tráfego geral e outros compartilhados com pedestres. Para garantir a segurança dos usuários, é essencial que os pedestres estejam atentos ao atravessar as ruas, respeitando a sinalização, especialmente no que se refere à preferência semafórica concedida ao VLT. Deve-se prestar atenção especial aos cruzamentos e às crianças, uma vez que o VLT é silencioso e pode não ser percebido a tempo pelos pedestres, o que pode representar um risco significativo.

As estações são projetadas para se integrar ao espaço urbano, com plataformas elevadas 20 cm do chão para facilitar o nível de acesso ao VLT. As rampas de acesso possuem leve declividade e são revestidas com material antiderrapantes, adequadas para atender pessoas com mobilidade reduzida. Além disso, as estações contam com piso podotátil e faixas em alto relevo para auxiliar pessoas com deficiência visual. As estações estão situadas aproximadamente 400 metros uma da outra. O piso das plataformas é nivelado com o do VLT, facilitando o embarque do usuário. A abertura das portas dos veículos é acionada pelo próprio usuário por meio de um botão de controle para abertura e fechamento das portas. Ao redor das estações, foram realizadas obras de revitalização urbanística, paisagística, de acessibilidade, de mobilidade viária e de transporte.

De acordo com informações do site do VLT Rio, as obras do VLT começaram em 2012 e a inauguração ocorreu em 2016, no entanto, a Linha 3 foi efetivamente inaugurada apenas em outubro de 2019, resultando em um período de implantação de sete anos.

Atualmente, a frota do VLT Carioca é composta por 32 veículos do modelo *Citadis 402 Arpège*, fabricado pela empresa francesa *Alstom*. Esses veículos utilizam um sistema de Alimentação por Solo (APS), que permite a captura de energia através de um terceiro trilho situado entre os trilhos de rolamento, reduzindo o impacto visual causado pelos sistemas de eletrificação convencionais. Cada veículo tem capacidade para 420 passageiros.

A cobrança tarifária é realizada a bordo dos veículos, uma vez que a maioria das estações não possui catracas. A validação do bilhete é feita dentro dos trens, e fiscais estão presentes para verificar se a validação foi realizada. Em caso de não-validação, é aplicada uma multa de R\$ 170,00, que pode aumentar para R\$ 250,00 em casos de

reincidência. O VLT Carioca oferece integração tarifária com ônibus municipais e intermunicipais, trens e barcas, mediante ao uso do Bilhete Único Carioca e/ou Bilhete Único Intermunicipal (RioCard).

Embora o VLT Carioca possua preferência semafórica, sua velocidade é reduzida devido a integração com o tráfego urbano e à falta de segregação total com os pedestres. A velocidade de circulação varia de 10 a 25 km/h nas áreas urbanas, podendo alcançar uma velocidade máxima de 70 km/h

Figura 2-7 VLT Carioca - Central do Brasil



Fonte: VLT Rio⁸

2.3. VLT DO CARIRI

2.3.1. Região Metropolitana do Cariri

O VLT do Cariri, também denominado como Metrô do Cariri ou Trem do Cariri, está situado na Região Metropolitana do Cariri (RMC), no estado do Ceará, especificamente na região sul do estado. A RMC foi criada através da Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009. No seu artigo 1º, a lei dispõe que:

⁸ Disponível em: <https://www.vltripo.com.br/#/galeria>. Acesso em: 13/09/2024

Fica criada a Região Metropolitana do Cariri - RMC, face ao que dispõe o art. 43 da Constituição Estadual, constituída pelo agrupamento dos municípios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Jardim, Missão Velha, Caririaçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum.

Figura 2-8 Localização dos municípios da RMC atendidos pelo VLT



Elaboração: Autora, 2024.

De acordo com o último censo realizado pelo IBGE em 2022, os municípios com as maiores populações na Região Metropolitana do Cariri (RMC) são Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha. Esses três municípios juntos representam 78% da população total da referida região, conforme evidenciado na tabela a seguir.

Tabela 2-3 Porcentagem da população de cada municípios em relação a RMC

Município	População	% da população em relação a RMC
Barbalha	75.033	12%
Caririaçu	26.320	4%
Crato	131.050	21%
Farias Brito	18.217	3%
Jardim	27.411	4%
Juazeiro do Norte	286.120	45%

Município	População	% da população em relação a RMC
Missão Velha	36.822	6%
Nova Olinda	15.399	2%
Santana do Cariri	16.954	3%
RMC	633.326	100%

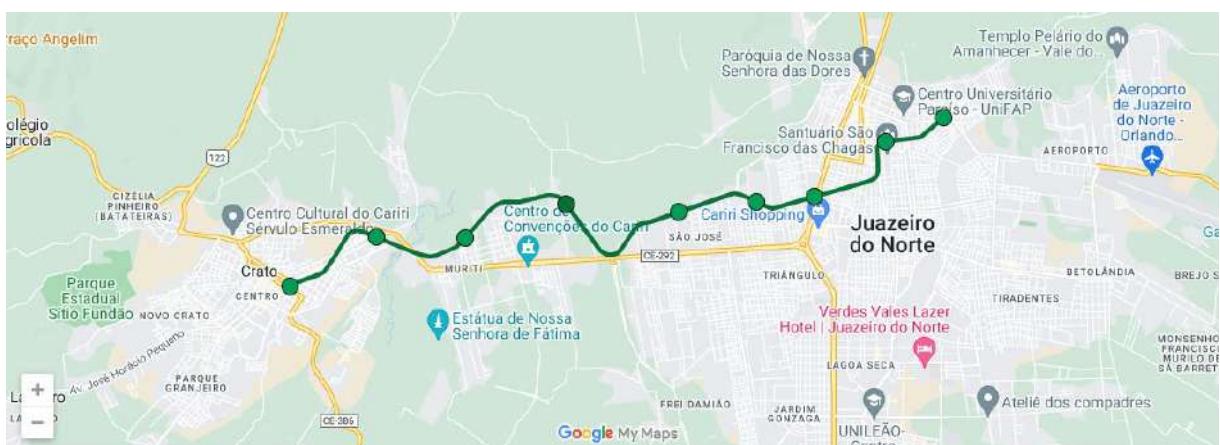
Fonte: IBGE, 2022. Elaboração: Autora

2.3.2. Traçado

O traçado do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) do Cariri é constituído por uma linha que interliga os municípios de Crato e Juazeiro do Norte, ambos situados na Região Metropolitana do Cariri. A inauguração da linha ocorreu em 2009, inicialmente com operação assistida, sendo somente em 2010 que se iniciou a operação comercial. A extensão total do VLT é de 13,6 km, abrangendo nove estações ao longo de seu percurso. A distância entre as estações varia entre 720 e 2.800 metros.

A figura abaixo ilustra o traçado do VLT.

Figura 2-9 Traçado do VLT do Cariri



Fonte: Site Metrofor⁹

Atualmente, o estado do Ceará conta com cinco linhas de transporte sobre trilhos: Linha Sul, Linha Oeste, VLT Parangaba – Mucuripe, VLT Sobral e VLT Cariri. As linhas Sul e Oeste são classificadas como metrô. De acordo com informações disponíveis no site da Metrofor (2023)¹⁰, entre as linhas em operação, o VLT Cariri apresenta a

⁹ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/vlt-cariri/>. Acesso em: 17/09/2024

¹⁰ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/statisticspanel/>. Acesso em: 19/09/2024

menor demanda, com uma média de 2.088 passageiros por dia útil, o que representa 3,5% do total de passageiros das linhas. Essa informação é ilustrada no gráfico a seguir.



Fonte: Metrofor¹¹. Elaboração: Autora.

A baixa demanda do VLT Cariri pode ser atribuída à localização da via férrea, que foi reaproveitada da antiga linha ferroviária de cargas e não abrange as áreas centrais. Para a maioria dos usuários, o acesso às estações requer a utilização de outros modos, geralmente ônibus, o que resulta em aumento do tempo de deslocamento. Apesar de sua demanda reduzida em comparação com os outros sistemas, o VLT Cariri se destaca como a opção mais econômica para o deslocamento entre os municípios, com tarifas de R\$ 1,00 para a passagem integral e R\$ 0,50 para a meia-entrada. O horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 06:00 às 19:00, e aos sábados, das 06:00 às 13:30.

Embora a tarifa seja atrativa para a captação de usuários, os intervalos entre os trens que variam de 45 a 90 minutos, podem desestimular a utilização do serviço. A confiabilidade operacional do sistema é considerada média a alta, com uma pontualidade de 94,24% e regularidade de 94,89%, conforme relatado no Relatório de

¹¹ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/statisticspanel/>. Acesso em 17/09/2024

Sustentabilidade de 2023 da Metrofor, p.18¹². Em contrapartida, o risco de acidentes é classificado como médio a alto, especialmente nos cruzamentos em nível. Segundo a Carta Anual de Políticas Públicas e Governança Corporativa de 2023, p.29¹³, o número de acidentes em 2023, aumentou em relação ao ano anterior, totalizando 32 casos, o que representa um acréscimo de 6 ocorrências em comparação a 2022. Além disso, foram registrados 22 acidentes nas estações, 9 a mais do que no ano anterior.

2.3.3. Características Físicas e Operacionais

O VLT Cariri, opera em alinhamento na superfície, segregado do tráfego geral, permitindo que os cruzamentos com veículos e pedestres ocorram por meio de passagens em nível. De acordo com a Revista Ferroviária (2021)¹⁴, a Metrofor adotou diversas medidas para garantir a segurança de pedestres e motoristas, incluindo:

Todos os cruzamentos de vias férreas com ruas e avenidas do Ceará contam com esses recursos, incluindo a “cruz de Santo André” e as inscrições “pare, olhe e escute”; mantidos periodicamente “para garantir o funcionamento correto”.

Todas as estações estão equipadas com portas nas plataformas, que estão niveladas ao piso dos veículos, apresentando um desnível de 1,10 m de altura, o que facilita o acesso. Para superar esse desnível, as estações foram equipadas com rampas de acesso para os usuários. Bernardes (2015, p. 7) caracteriza a revitalização urbana do VLT como:

As transformações ocorridas nos estudos arquitetônicos no VLT Cariri foram mínimas, devido à utilização do trecho ferroviário já existente, o antigo ramal ferroviário de Crato, foi previstos no projeto a realização de adequação ao comboio e aos cabos conectores inseridos nos veículos.

Atualmente, a frota do VLT Cariri é composta por 2 veículos do modelo *Mobile 2*, fabricado pela empresa nacional Bom Sinal. Esses veículos operam com sistema de tração hidráulica mecânica e são abastecidos com combustível diesel, o que os classifica como poluentes. Cada veículo possui capacidade para 358 passageiros.

A cobrança tarifária é realizada nas estações, e o sistema não oferece integração tarifária com outros modos de transporte.

¹² Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2024/06/Relatorio-Sustentabilidade-2023.pdf>. Acesso em: 17/09/2024

¹³ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2024/06/Carta-de-Politicas-Publicas-Governanca-Cooperativa-2023.pdf>. Acesso em: 17/09/2024

¹⁴ Disponível em: <https://revistaferroviaria.com.br/2021/11/8-a-cada-10-acidentes-com-vlt-no-ceara-sao-colisoes-saiba-linhas-com-mais-ocorrencias/>. Acesso em: 22/09/2024

O VLT do Cariri possui preferência semafórica e apresenta uma velocidade média de 60 km/h, que é reduzida para 20 km/h nas passagens em nível. Apesar de sua segregação física, a incidência de acidentes é significativa: “A maioria dos acidentes envolvendo o VLT é causada pela inobservância à sinalização, por parte dos motoristas.” (Ribeiro, 2015, p. 76). A Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), prevê:

Art. 212 – Deixar de parar o veículo antes de transpor a linha férrea:

Infração: gravíssima;

Penalidade: multa.

O valor da multa¹⁵ em caso de desobediência à norma é de R\$ 293,47.

Figura 2-10 VLT do Cariri



Fonte: Radar Cariri¹⁶

¹⁵ Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/artigo/art212> (Informações Adicionais). Acesso em: 22/09/2024

¹⁶ Disponível em: <https://radarcariri.blogspot.com/p/horario-do-metro-do-cariri.html>. Acesso em 31/10/2024

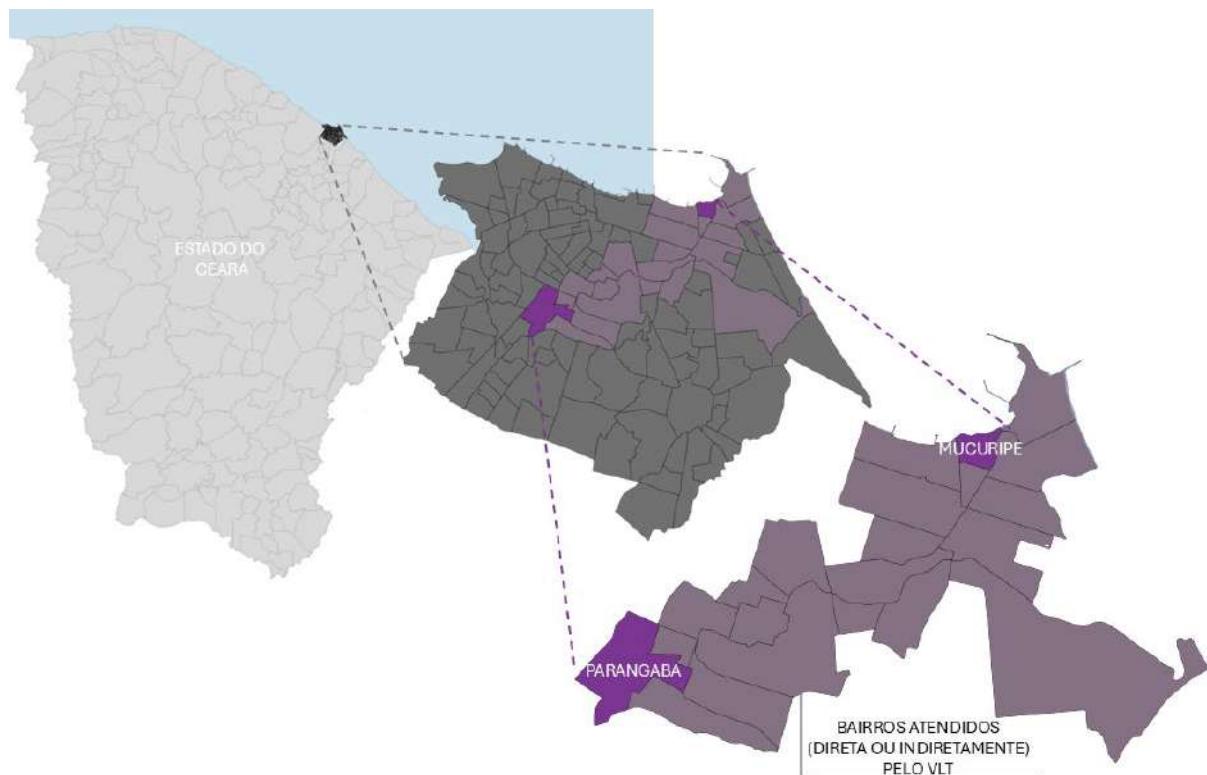
2.4. VLT PARANGABA-MUCURIPE

2.4.1. Fortaleza

O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) Parangaba – Mucuripe está situado no município de Fortaleza, estado do Ceará. Esta linha abrange 22 bairros do município, estabelecendo uma conexão entre a região leste, onde está situada a estação Mucuripe, e a região oeste, que abriga a estação Parangaba.

Uma das principais funções do VLT é fomentar o turismo, proporcionando aos usuários um acesso facilitado aos pontos de interesse da cidade. O sistema, que integra VLT e metrô, permite a circulação por sete locais de atração turística distribuídos ao longo de suas redes ferroviárias. Os pontos turísticos acessíveis incluem a Estação das Artes, Theatro José de Alencar, Mercado dos Peixes, Museu de Arte da UFC (MAUC), Parque Adahil Barreto, Museu do Caju e Praça dos Mártires.

Figura 2-11 Bairros de Fortaleza atendidos (direta ou indiretamente) pelo VLT e bairros das pontas da linha



Elaboração: Autora, 2024.

2.4.2. Traçado

O traçado do VLT Parangaba-Mucuripe consiste em uma linha intramunicipal de Fortaleza, designada como Linha Nordeste ou Linha Parangaba-Mucuripe, que se integra ao sistema do Metrô de Fortaleza, embora opere em formato VLT. A inauguração da linha ocorreu em 2017, inicialmente com operação assistida, com início da operação comercial somente em 2019. Vale destacar que a estação Expedicionários foi inaugurada apenas em 2022.

A extensão total do VLT é de 13,2 km, dos quais 11,8 km são em superfície e 1,4 km em trecho elevado, abrangendo um total de onze estações ao longo do percurso. A distância entre as estações varia de 800 e 2.170 metros. A figura a seguir ilustra o traçado do VLT.

Figura 2-12 Ampliação do traçado do VLT Parangaba - Mucuripe

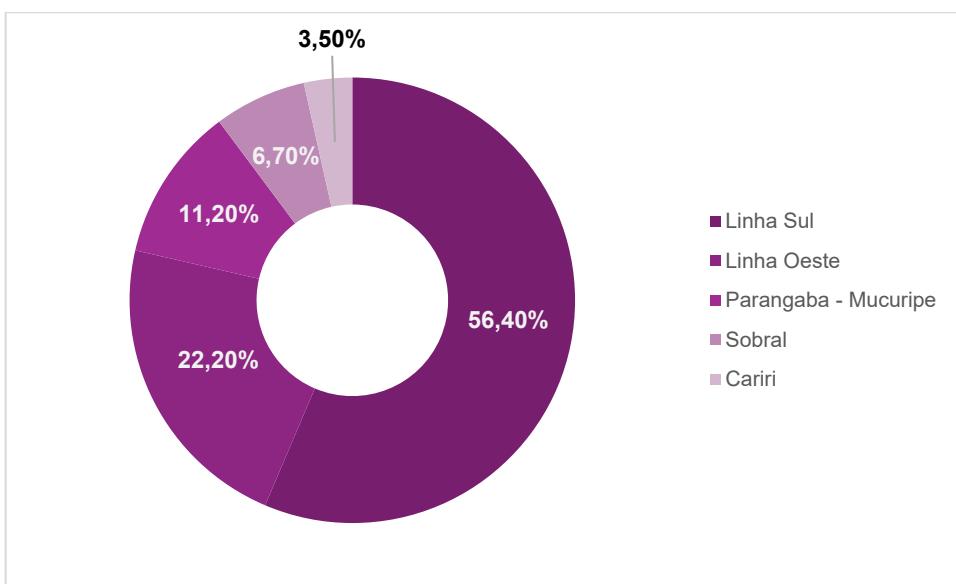


Fonte: Metrofor, 2023¹⁷

Conforme mencionado no item 2.3.2, o estado do Ceará dispõe de cinco linhas de transporte sobre trilhos. Segundo informações disponíveis no site da Metrofor (2023), entre as linhas em operação, o VLT Parangaba-Mucuripe apresenta a segunda maior demanda, com média de 13.073 passageiros por dia útil, ficando atrás apenas da Linha Sul. Essa demanda representa 22,2% do total de passageiros das linhas. O gráfico a seguir é ilustrada essa informação.

¹⁷ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/vlt-fortaleza-2/>. Acesso: 26/09/2024

Gráfico 2-2 Passageiros por Linha



Fonte: Metrofor¹⁸. Elaboração: Autora.

A alta demanda do VLT pode ser atribuída à sua integração com a Linha Sul do metrô, que apresenta a maior demanda dentro do sistema. Além disso, o VLT realiza integração física com o sistema de ônibus municipal, com estações situadas ao lado dos terminais Parangaba e Papicu. Outro fator que contribui para a demanda é a gratuidade da tarifa, permitindo que os usuários embarquem sem custo.

O horário de funcionamento¹⁹ do VLT é de segunda a sábado, das 05:30 às 22:35, com intervalos entre os trens de aproximadamente 37 minutos. A confiabilidade operacional do sistema é considerada média a alta, com uma taxa de pontualidade de 86,01% e uma regularidade de 99,77%, conforme relatado no Relatório de Sustentabilidade (2023) da Metrofor²⁰. Contudo, uma matéria publicada na Revista Ferroviária (2024)²¹ afirma:

A Metrofor informou que “os trens são sujeitos a pequenas intercorrências que podem ocasionar atrasos nas viagens”. Entre os motivos, a Companhia cita que “pequenas falhas mecânicas que são prontamente corrigidas, assim como a ocorrência de chuvas — que implicam na redução da velocidade em alguns trechos, estão entre os motivos dos recentes atrasos”.

¹⁸ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/statisticspanel/>. Acesso em 26/09/2024

¹⁹ Disponível em: <https://appassets.mvtdev.com/map/131/l/983/135472938.pdf>. Acesso em 27/09/2024

²⁰ Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2024/06/Relatorio-Sustentabilidade-2023.pdf>. Acesso em: 27/09/2024

²¹ Disponível em: <https://revistaferroviaria.com.br/2024/03/rapido-e-gratuito-vlt-de-fortaleza-tem-crescimento-de-41-de-uso-em-3-anos/>. Acesso em: 27/09/2024

2.4.3. Características Físicas e Operacionais

O VLT de Parangaba-Mucuripe, opera com parte do seu alinhamento em superfície (11,8 km) e parte elevada (1,4 km), segregado do tráfego geral. Essa configuração permite que os cruzamentos com veículos e pedestres ocorram por meio de passagens em nível. Devido a essa segregação em relação ao sistema viário, a linha do VLT pode atuar como barreira na cidade, conforme descrito por Oliveira (2018, p.17):

O Ramal Parangaba-Mucuripe é quase completamente desvinculado do sistema viário da cidade, encontrando-o apenas em alguns pontos. Nestes pontos de encontro, as intervenções para viabilizar a construção do VLT o desintegram ainda mais do entorno, uma vez que ele se comporta como uma barreira, por conta da cota necessária, que precisou ser elevada, para que seu percurso seja o mais plano possível.

As estações do VLT estão equipadas com guarda-corpos nas plataformas, exceto nas áreas designadas para embarque e desembarque dos usuários. O piso da plataforma possui uma altura de 1,10m em relação ao nível do solo, sendo nivelado com o piso do VLT, o que facilita o acesso. Para superar esse desnível, as estações foram dotadas de rampas de acesso e são totalmente acessíveis, contando com piso podotátil e elevadores.

Em relação a revitalização urbana, foram realizadas melhorias nas áreas circundantes das estações. “A implantação do VLT incluiu, além de toda infraestrutura de via e estações, a urbanização de inúmeras áreas de 22 bairros da capital cearense” (METROFOR, 2023).

Atualmente, a frota do VLT Parangaba-Mucuripe é composta por oito veículos do modelo *Mobile 4*, fabricado pela empresa nacional Bom Sinal. Esses veículos operam com sistema de tração hidráulica mecânica e são abastecidos com combustível diesel, caracterizando-se, portanto, como poluentes. Cada veículo possui capacidade para 766 passageiros.

Não há cobrança tarifária, uma vez que o serviço é oferecido gratuitamente. O sistema proporciona integração com as linhas de metrô e com os terminais de ônibus de Parangaba e Papicu, além de haver previsão de conexão com o futuro Ramal Aeroporto do VLT.

O VLT possui preferência semafórica nos cruzamentos e apresenta uma velocidade média operacional de 40 km/h, que é reduzida em curvas, passagens em nível (PNs) e nas chegadas e partidas das estações. Algumas estações têm saídas no mesmo nível da via férrea, permitindo que os passageiros acessem ou deixem as estações por passagens em nível. Para a segurança dos usuários, as saídas são equipadas com portões que se fecham e um alarme sonoro é acionado a cada partida do VLT. No entanto, os usuários que aguardam na calçada para acessar a estação não contam com essa proteção dos portões, sendo alertados apenas pelo sinal sonoro.

Figura 2-13 VLT Parangaba - Mucuripe



Fonte: Governo do Ceará, 2017²². Foto: Marcos Studart

3. ESTUDO DE CASOS INTERNACIONAIS

Este capítulo tem como objetivo analisar e compreender os sistemas de VLT existentes no exterior, assim como as tecnologias utilizadas em cada um deles. Serão examinados dois casos internacionais, que são:

- **Metrô do Porto**

²² Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2017/12/04/vlt-parangaba-mucuripe-operacao-assistida-ja-beneficiou-55-mil-passageiros/>. Acesso em: 28/09/2024

· VLT Amsterdã

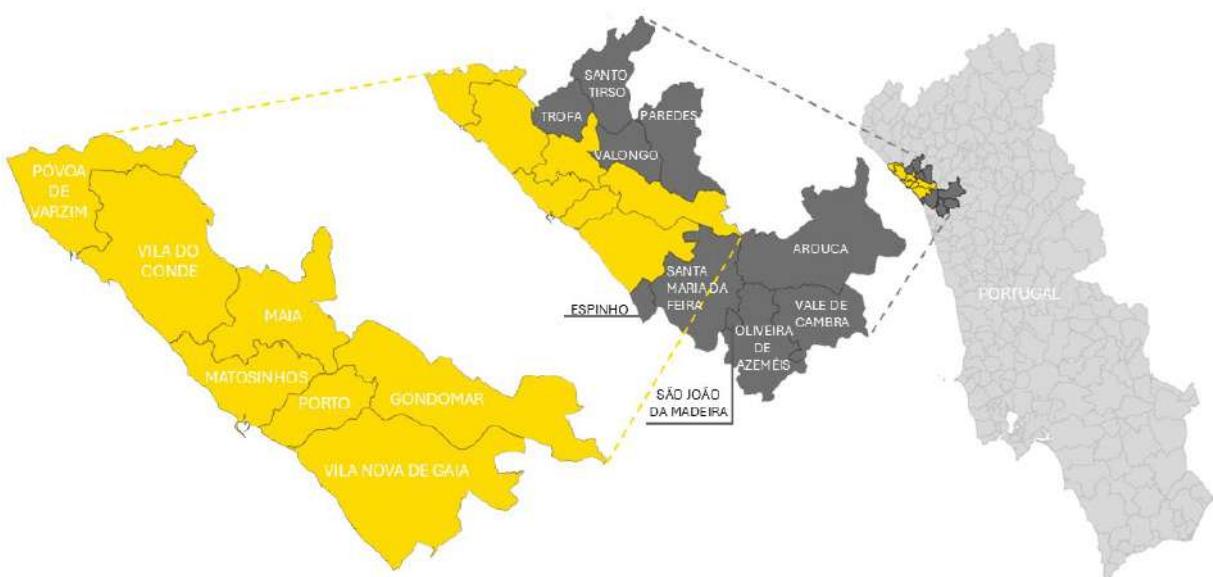
A análise desses dois modelos proporcionará contribuições valiosas sobre os sistemas de VLT ao redor do mundo e servirá de fundamento para a avaliações a serem realizadas nos capítulos 4 e 5.

3.1. METRÔ DO PORTO

3.1.1. Localização

O Metrô do Porto está localizado na Área Metropolitana do Porto - AMP, em Portugal. A AMP é constituída por dezessete *concelhos*: Arouca, Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Oliveira de Azeméis, Paredes, Porto, Póvoa de Varzim, Santa Maria da Feira, Santo Tirso, São João da Madeira, Trofa, Vale de Cambra, Valongo, Vila do Conde e Vila Nova de Gaia. Este sistema é classificado como uma rede metropolitana, e é considerado o mais extenso do país, abrangendo sete *concelhos* da AMP: Porto, Matosinhos, Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Maia, Gondomar, Rio Tinto, Vila Nova de Gaia.

Figura 3-1 Concelhos atendidos pelo Metro do Porto



Elaboração: Autora, 2024.

3.1.2. Rede do Metrô

A rede tronco-alimentada do Metrô do Porto é composta por seis linhas que atendem a um total de 85 estações, das quais 15 são subterrâneas. A extensão total da rede é de 70 km, sendo 8,3 km subterrâneos e 61,7 km em superfície.

As estações em superfícies possuem *design* simples e estão integradas à calçada, não possuindo portas nas plataformas. Elas se assemelham aos abrigos de ônibus existentes no Brasil. Apresentam um leve desnível em relação à linha férrea, a fim de garantir o alinhamento com as portas de acesso do metrô. Para facilitar o acesso às plataformas, estas são equipadas com rampas.

Devido à sua integração com o ambiente urbano, o traçado do metrô apresenta baixo impacto visual e, em geral, baixas emissões de ruídos sonoros. O *sítio* do Metrô do Porto fornece informações sobre os diferentes tipos de traçados incorporados ao projeto, assim como as requalificações necessárias para cada um deles, conforme descrito a seguir:

(...) No caso da rede do Metro do Porto, os mais de 60 quilómetros de traçado da primeira fase, que são, por si só, um grande desafio em termos de dimensão global do projecto, têm a particularidade de integrar três tipos de abordagens distintas. Temos, fundamentalmente, o traçado de superfície em cidade, típico dos outros sistemas de metro ligeiro, requalificando e reabilitando ruas, avenidas e praças, abrindo de raiz novas vias estruturantes.

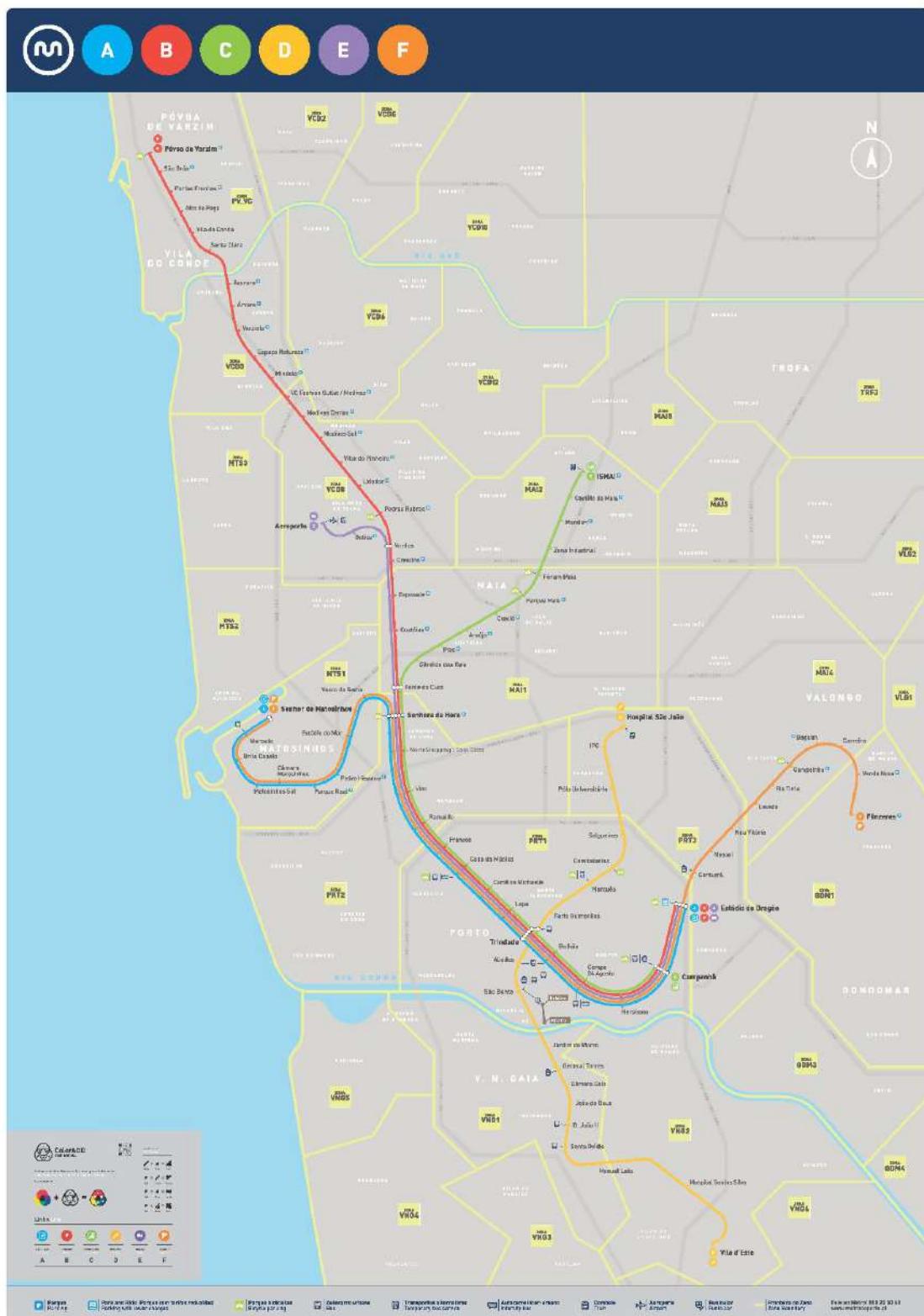
Onde a implementação deste tipo de traçado não é fisicamente possível, devido a características morfológicas do terreno ou ao desenho das vias pré-existentes (designadamente nas zonas históricas e de elevada concentração de património edificado), a solução passou pela execução do traçado subterrâneo típico dos sistemas de metro convencionais, onde também se produz acções de requalificação urbanística, como a "baixa" do Porto, por exemplo. Temos ainda um traçado de superfície de carácter suburbano, porventura quase rural, e que surge por via do aproveitamento dos antigos canais ferroviários das linhas da Póvoa e da Trofa. (...)

A cobrança tarifária é realizada externa aos veículos, nas estações, por meio de máquinas de compra ou validadores, nos casos em que o usuário já possui o cartão. Devido à configuração aberta das estações, não há catracas; entretanto, é imprescindível validar os bilhetes tanto no acesso quanto nas baldeações.

A integração tarifária é viabilizada pelo cartão Andante, que possibilita o acesso tanto ao metrô quanto aos ônibus. É importante ressaltar que as linhas do metrô do Porto

operam por zonas, o que requer que, ao adquirir ou recarregar o cartão, o usuário selecione a zona de destino.

Figura 3-2 Mapa da rede do Metrô do Porto



Fonte: Metro do Porto

3.1.3. Características Físicas e Operacionais

Por contar com parte do seu traçado em superfície, o Metrô do Porto permite a integração com o tráfego geral e o fluxo de pedestres na cidade. Recomenda-se que os pedestres realizem a travessia nos locais indicados, como faixas de pedestres e travessias em nível. No entanto, é frequente observar transeuntes atravessando em trechos não designados da linha férrea. Devido ao seu funcionamento silencioso, é comum que os pedestres não percebam sua aproximação. Por essa razão, o Metrô do Porto emite diversas recomendações relacionadas à segurança em vias públicas, as quais são as seguintes:

Não circule NUNCA ao longo da linha do metro.

O veículo é extremamente silencioso e, como tal, pode não sentir a sua aproximação.

Se precisar de atravessar a linha do metro, faça-o SEMPRE nas passagens próprias para esse efeito. Antes de atravessar, certifique-se de que não se aproxima nenhum metro.

Se quiser atravessar a linha junto a uma estação onde esteja um metro parado, passe SEMPRE por trás do veículo, NUNCA pela sua frente.

NUNCA se coloque à frente de um metro em movimento. Apesar do seu elevadíssimo poder de travagem, o metro não pára instantaneamente.

Nas estações, coloque-se SEMPRE atrás da linha amarela marcada no pavimento.

Se presenciar algum acidente, carregue nos botões de emergência instalados em todas as estações. Depois, deverá comunicar directamente com o Posto Central de Comando através do intercomunicador. Em todas as estações estão instalados sistemas de vídeo-vigilância.

Atualmente, a frota do Metrô do Porto é composta por 120 veículos, sendo 72 unidades do modelo *Eurotram* e o restante do modelo *Flexity Swift*, ambos fabricados pela empresa canadense *Bombardier*. Esses veículos operam com um sistema de tração elétrica alimentada por catenária, caracterizando-se como elétricos e, portanto, não poluentes. O *Eurotram* possui capacidade para 216 passageiros, enquanto o *Flexity Swift* pode transportar até 248.

Embora a cobrança tarifária ocorra externa ao veículo, conforme mencionado anteriormente item 3.1.2, há fiscalização interna realizada por agentes responsáveis por verificar se os passageiros validaram seus bilhetes e se estes correspondem à zona adquirida. Em caso de irregularidade, os fiscais têm autoridade para aplicar multas, que variam conforme a zona, podendo chegar a 405 €.

O Metrô do Porto conta com preferência semafórica, conforme descrito em seu site: “Não se esqueça que o metro tem SEMPRE PRIORIDADE sobre todos os restantes veículos.”²³

Os veículos possuem velocidade operacional de 26 km/h, com capacidade de atingir uma velocidade máxima de 80km/h.

Figura 3-3 Metrô do Porto - Modelo Eurotram



Fonte: Viva Porto²⁴

3.2. VLT DE AMSTERDÃ

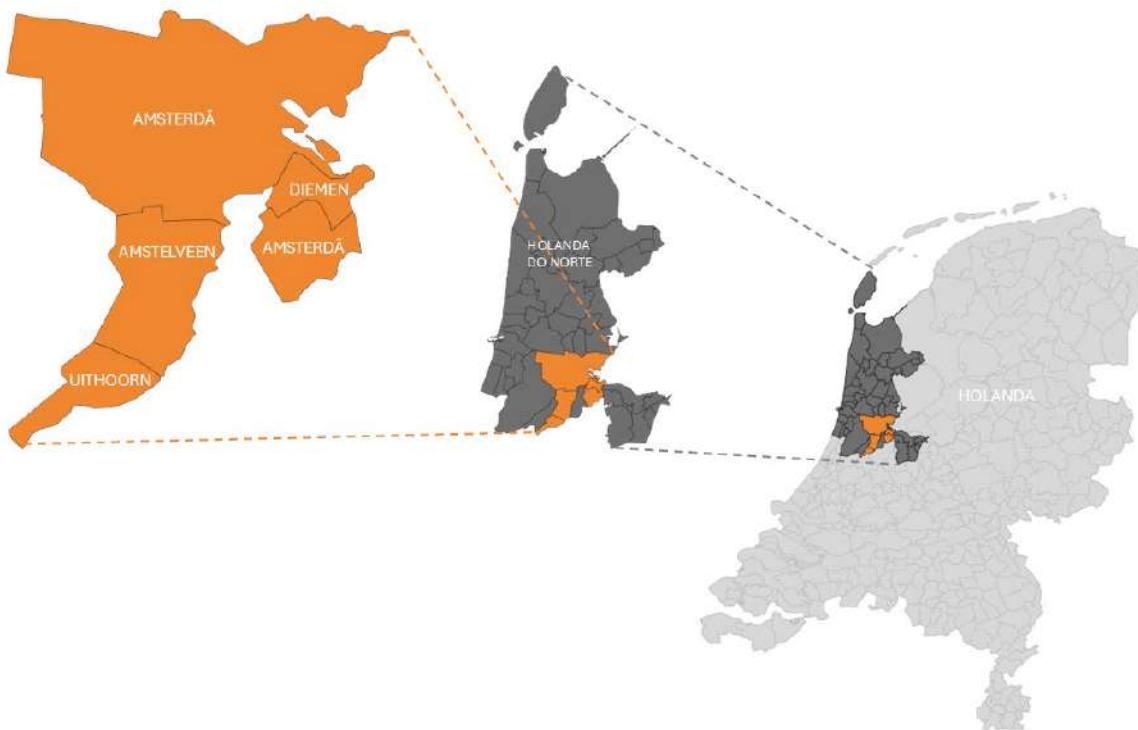
3.2.1. Localização

O VLT de Amsterdã, comumente denominado bonde ou *tram*, conta com 15 linhas e abrange quatro municípios: Amsterdã, Amstelveen, Diemen, Uithoorn. Todos os municípios atendidos estão situados na região da Holanda do Norte.

²³ Disponível em: <https://www.metroporto.pt/pages/303>. Acesso em 29/09/2024

²⁴ Disponível em: <https://viva-porto.pt/metro-do-porto-vai-ter-mais-veiculos-ao-servico-a-partir-de-segunda-feira/>. Acesso em 29/09/2024

Figura 3-4 Cidades atendidas pelo VLT



Elaboração: Autora, 2024.

O *tram* é operado pela empresa holandesa *Gemeente Vervoerbedrijf Amsterdam*, conhecida como GVB. Esta empresa é responsável pela gestão de toda a rede de transporte público da capital holandesa e da área metropolitana. Ao todo, são operados quatro tipos diferentes de modos de transporte:

- **Metrô:** parcialmente elevado, porém segregado das vias.
- **Bonde (VLT):** parcialmente misturado com o tráfego e parcialmente segregado.
- **Ônibus:** completamente integrados ao tráfego, com algumas linhas dispondo de faixas exclusivas ou compartilhadas com bondes e táxis
- **Balsa:** transporte público aquático que 24 horas por dia, de forma gratuita.

Segundo o *sítio* da GVB, a rede de bondes conta com um extensão de aproximadamente 200 km de trilhos, 650 AMV's e 500 paradas.

3.2.2. Linha 26: IJburg – Centraal Station

Para realizar uma análise adequada do sistema de transporte de Amsterdã, optou-se por focar em uma única linha dentre as quinze disponíveis. A decisão decorreu da limitação de prazo para o desenvolvimento do trabalho, tornando inviável a análise do itinerário de todo o sistema. A linha escolhida foi a 26, que conecta o distrito de IJburg

até a *Centraal Station*, popularmente conhecida como *IJTram*. Essa linha é atualmente a mais movimentada de Amsterdã, transportando aproximadamente 30.000 passageiros por dia.

A *IJTram* foi inaugurada em 2005 e possui 8,5 km de extensão, dos quais 1,5 km são em túnel. A faixa de domínio é, em sua maior parte, segregada, com cruzamentos limitados a passagens em nível. Apesar da Linha 26 ter a faixa de domínio segregada, a maioria das linhas do VLT apresentam um traçado integrado ao meio urbano, frequentemente compartilhando espaço com pedestres.

Todos as paradas são projetadas para se integrar ao espaço urbano, fazendo parte da calçada, e equipadas com painéis informativos sobre o horário de chegada e partida das próximas composições, além de rampas de acesso para garantir a acessibilidade. As plataformas não possuem portas e são elevadas a 30 cm do chão para se nivelarem ao piso dos veículos. Nos modelos de VLT mais antigos, pode haver desnível em relação à plataforma; no entanto, para garantir a acessibilidade, todos esses modelos são equipados com rampas para cadeirantes, conforme indicado pelo site da GVB:

A maioria das paradas e estações possui elevadores e escadas rolantes. Verifique antes da partida em nosso site ou no aplicativo se há interrupções nos elevadores ou escadas rolantes.

Além disso, também garantimos que os passageiros com mobilidade reduzida tenham fácil acesso aos veículos. Assim, a altura dos veículos geralmente é igual à do plataforma ou da parada, ou há uma rampa para cadeiras de rodas nos bondes. (tradução pela autora)²⁵

²⁵ No original: De meeste haltes en stations hebben liften en roltrappen. Check voor vertrek op onze website of in de app of er verstoringen zijn bij de liften of roltrappen.
Daarnaast zorgen wij ook dat reizigers met een motorische beperking makkelijk toegang hebben tot voertuigen. Zo is de hoogte van voertuigen vaak gelijk met het perron of de halte, of is er in trams een rolstoelplank aanwezig.

Figura 3-5 Traçado da Linha 26



Fonte: GVB²⁶

3.2.3. Características Físicas e Operacionais

O VLT Amsterdã opera em alinhamento em superfície, com trechos segregados do tráfego geral e outros compartilhados com pedestres. Para garantir a segurança dos usuários, um sistema de sinalização sonora toca para atrair a atenção de pedestres e ciclistas nas proximidades. É essencial prestar atenção especial aos cruzamentos e às crianças, uma vez que o VLT é silencioso, podendo não ser percebido a tempo pelos pedestres, o que representa um risco significativo.

Atualmente, a frota do VLT de Amsterdã é composta por 227 bondes, dos quais 155 são do modelo *Combinos*, tipos 13G e 14G, fabricados pela empresa alemã *Siemens*, e 72 são do modelo *Urbos 100*, tipo 15G, fabricados pela empresa espanhola *Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF)*. Esses veículos utilizam um sistema de tração elétrica alimentada por catenária. A capacidade de cada veículo varia de acordo com o modelo e tipo: o 13G acomoda 131 passageiros, o 14G, 151, e o 15G, 175.

As portas dos veículos são acionadas pelo próprio usuário, por meio de um botão de controle para abertura e fechamento. A cobrança tarifária ocorre a bordo. A validação do bilhete é realizada dentro dos trens, utilizando cartão de crédito ou celular, com fiscais presentes para verificar se a validação foi efetuada. Em caso de não-validação, pode ser aplicada uma multa. O VLT também oferece integração com ônibus

²⁶ Disponível em: <https://www.gvb.nl/en/travel-information/stops-and-timetable>. Acesso em: 30/09/2024

municipais e intermunicipais, metrô e barcas. O horário de funcionamento é das 6h00 às 00h30.

Embora o VLT tenha preferência semafórica, sua velocidade é reduzida devido a integração com o tráfego urbano e à falta de segregação total com os pedestres. Nas “woonerven”, que são zonas residenciais compartilhadas com pedestres, ciclistas e veículos motorizados, onde a prioridade de circulação são dos pedestres e ciclistas, a velocidade de circulação é de 30 km/h. No limite urbano a velocidade é de 50 km/h, enquanto o VLT pode atingir uma velocidade máxima de 70 km/h.

Figura 3-6 VLT de Amsterdã



Fonte: Amsterdam Tips²⁷

4. COMPARAÇÃO DOS VLTs COM OS PARÂMETROS DO GUIA TPC NO CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

Esse capítulo tem como foco a tabela disponibilizada no Guia TPC, da página 122 a 133, com os parâmetros para que o modo de transporte seja classificado como VLT. Nos subitens os VLTs analisados nos capítulos anteriores serão comparados às planilhas do Guia.

É importante destacar que os valores de “FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTOS (R\$ MILHÕES/KM)” presentes nas tabelas do Guia TPC são baseados no ano de 2008.

²⁷ Disponível em: <https://www.amsterdamtips.com/amsterdam-trams>. Acesso em: 01/10/2024

Para aproximar esses valores da realidade atual, foi realizada uma atualização para o ano de 2024, utilizando o INCC (Índice Nacional de Custo da Construção) como índice financeiro. Além disso, foram aplicados diferentes fatores de multiplicação, levando em consideração a variação de anos desde a implantação de cada VLT. As tabelas completadas de comparativos entre os VLTs analisados e o Guia estão disponíveis no Anexo.

4.1. VLT DA BAIXADA SANTISTA

De modo geral, o VLT da Baixada Santista cumpre os requisitos de características físicas recomendados pelo Guia TPC, salvo pelo impacto visual, efeito barreira e pela distância entre as paradas.

Figura 4-1 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT da Baixada Santista

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	 VLT - GUIA TPC	 VLT RMBS
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Todas as plataformas possuem
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 500 a 1.150
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizado o tratamento do passeio, adequações para cumprimento de normas de acessibilidade, reforma nas obras de arte, implantação de ciclovias e paisagismo em todo eixo do projeto.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5
	Só infraestrutura	333,9
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (4 anos)
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via. Médio, impacto visual das estações
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Médio, por seu traçado segregado do sistema viário

Base: Guia TPC. Elaboração: Autora

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT²⁸ foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

Nas características funcionais e operacionais, o VLT cumpre a maioria dos requisitos, exceto pela preferência semafórica, a qual não possui, pelos intervalos que estão acima do recomendado, e atende parcialmente a velocidade comercial, respeitando a faixa máxima, mas estando abaixo da faixa mínima.

Figura 4-2 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT da Baixada Santista

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa
COMPARTILHAMENTO DA VIA COMO TRÂFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Apenas em vias com baixo movimento e fluxo de veículos

²⁸ O valor de implantação foi obtido a partir do site:

<https://www.parceriaseminvestimentos.sp.gov.br/projeto-qualificado/sistema-integrado-metropolitano-sim-da-baixada-santista-vlt/> e, posteriormente, foi aplicado o índice de reajuste de 1,59%, referente ao INCC (Índice Nacional de Custo da Construção) de 2017.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	De 48 a 1.800 segundos (8 a 30 min), a depender do dia
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	15 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	400 lugares

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	3200*
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média

Base: Guia TPC. Elaboração: Autora

*Informação não localizada, valor apresentado foi feito pela identificação da oferta, calculado pela fórmula: capacidade do veículo x frequência (na hora pico).

4.2. VLT CARIOWA

No que tange às características físicas, o VLT Carioca não atende a dois parâmetros estabelecidos no Guia: o de distância entre as estações e o de valor de implantação. Em relação à distância entre estações, embora isso represente uma preocupação em

relação aos potenciais problemas operacionais, também se apresenta como um aspecto positivo para os pedestres, pois reduz a distância a ser percorrida.

No que se refere ao investimento, a diferença de custo é consideravelmente menor do que o valor sugerido pelo Guia. Vale ressaltar que os valores descritos foram reajustados para o ano vigente (2024), tanto do proposto pelo Guia, quanto do VLT Carioca.

Figura 4-3 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT Carioca

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
	VLT – GUIA TPC	VLT CARIOMA
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, ocorre compartilhamento com veículos e pedestres em alguns trechos
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Plataformas simples em formato de ponto de parada, sem portas
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		 VLT CARIOWA
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	Aproximadamente 400
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizada a revitalização urbanística da região portuária do Rio de Janeiro. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		 VLT CARIOWA
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5 68
	Só infraestrutura	
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (5 anos)
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Muito baixo

Base: Guia TPC. Elaboração: Autora

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT²⁹ foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

No que se refere as características funcionais e operacionais, o VLT apresenta quatro aspectos que estão em desacordo com os padrões estabelecidos: o compartilhamento de via com tráfego geral, a frequência, a faixa de velocidade comercial e a capacidade na seção crítica. Devido à sua integração com o meio urbano e à tecnologia do terceiro trilho, o VLT é capaz de transitar junto ao tráfego de veículos e compartilhar a via com os pedestres. Contudo, é essencial garantir a segurança dos pedestres ao longo de todo o percurso compartilhado. Para isso o VLT opera em velocidade inferior à usual, com uma faixa de velocidade comercial mínima de 18km/h, no entanto, o VLT Carioca trafega a uma velocidade mínima de 10km/h.

O intervalo entre os trens é respeitado em paradas compartilhadas, mas tende a aumentar nas demais paradas. A capacidade na seção crítica resulta, em parte, dos intervalos prolongados, uma vez que o maior tempo de espera durante os horários de pico leva ao acúmulo de passageiros nas plataformas, ocasionando superlotação nas estações.

²⁹ O valor de implantação foi obtido a partir do site: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2015/06/15/63D8F4EA-22F5-4E4B-A93CF6EA371300E4.pdf (Pag. 8) e, posteriormente, foi aplicado o índice de reajuste de 1,66%, referente ao INCC (Índice Nacional de Custo da Construção) de 2016.

Este valor não inclui algumas obras realizadas anteriormente, mas que viabilizaram o projeto, como: reabertura do Túnel da Marítima, construção do Túnel Nina Rabha, a demolição do Elevado da Perimetral e demais obras de revitalização da região.

Figura 4-4 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT Carioca

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por terceiro trilho energizado
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	No veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Em todo percurso
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT CARIACA
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática
FREQUENCIA/INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	De 420 a 900 segundos (7 a 15 min), dependendo do horário e da linha, e 180 segundos (3min) em paradas compartilhadas
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	10 a 25 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	420 lugares

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT CARIACA
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	20000
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	-

Base: Guia TPC. Elaboração: Autora

4.3. VLT CARIRI

O VLT do Cariri, em relação às suas características físicas, não atende a critérios significativos para a classificação de VLT. Dos onze critérios analisados, quatro apresentam não conformidade com os padrões estabelecidos: distância entre

estações, faixas referenciais de custo, impacto visual e efeito barreira. Embora o critério referente às faixas de custo esteja em desacordo com o que foi previsto, sua aplicação revela-se favorável ao projeto, uma vez que seu custo de implantação é inferior ao mínimo estipulado, totalizando um investimento de 4,5 milhões de reais por quilômetro. Um fator que contribui para o baixo custo de implantação do sistema no Cariri é o fato de sua implementação ocorrer em vias previamente estabelecidas para o transporte de cargas da região, cuja infraestrutura foi inaugurada em Crato em 1926. Embora o reaproveitamento da antiga faixa de domínio represente uma vantagem em termos de custo de implantação, constitui um fator negativo no que se refere à demanda, uma vez que as vias ferroviárias de carga foram originalmente construídas em áreas periféricas, afastadas dos centros urbanos, e com baixa demanda de transporte. Em contraste, o transporte de passageiros tem como objetivo atender a um número maior de pessoas, visando a melhoria da mobilidade urbana da população.

Figura 4-5 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT Cariri

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT CARIRI
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Todas as plataformas possuem	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Plataformas niveladas com o piso do veículo
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 720 a 2800
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Revitalização do trecho ferroviário existente entre as cidades do Crato e Juazeiro do Norte, além do passeio, acessibilidade e iluminação.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5
	Só infraestrutura	4,5
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (4 anos)
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Médio por seu traçado segregado do sistema viário

Base: Guia TPC. Elaboração: Autora

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT³⁰ foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

Nos aspectos funcionais e operacionais, a situação se agrava, uma vez que, dos dezoito itens avaliados, oito encontram-se em desacordo, representando quase a metade dos itens. Esses oito itens referem-se a veículos/tração, integração tarifária, informação ao usuário, frequências/intervalos referenciais, faixas usuais de velocidade comercial, capacidade na seção crítica, emissão atmosférica e risco de acidentes. O não cumprimento desses critérios pode impactar negativamente tanto a operação quanto a segurança dos passageiros. Embora seja denominado VLT do Cariri, também é comumente conhecido como Metrô do Cariri, sendo esta última denominação possivelmente mais adequada em função do tipo de operação realizada.

Figura 4-6 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT Cariri

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT CARIRI
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração hidráulica mecânica
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Não
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui

³⁰ O valor de implantação foi obtido a partir do site: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2015/06/15/63D8F4EA-22F5-4E4B-A93C-F6EA371300E4.pdf (Pag.8) e, posteriormente, foi aplicado o índice de reajuste de 2,54%, referente ao INCC (Índice Nacional de Custo da Construção) de 2010.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT CARIRI
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Disponível no site da Metrofor ou através de um papel colado na porta das estações
FREQUÊNCIAS/INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	2700 a 5400 segundos (45 a 90 min)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	60 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	358 lugares

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT CARIRI
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	16110*
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Existente (Diesel)
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Médio/Alto
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média/ Alta

Base: Guia TPC. Elaboração: Autora

*Informação não localizada, valor apresentado foi feito pela identificação da oferta, calculado pela fórmula: capacidade do veículo x frequência (na hora pico).

4.4. VLT PARANGABA – MUCURIPE

O VLT Parangaba – Mucuripe apresenta semelhanças significativas com o VLT do Cariri em relação às suas características físicas e operacionais. Contudo, alguns itens estão em não conformidade com os padrões estabelecidos, especialmente no que diz respeito à distância entre estações, faixas de custo para implantação, impacto visual e efeito barreira. As distâncias entre estações estão, de maneira geral, acima do máximo recomendado. O custo total de implantação do sistema é de 31,9 milhões de reais, valor bem abaixo do indicado.

Da mesma forma que o VLT do Cariri, o VLT Parangaba – Mucuripe também fez uso da infraestrutura ferroviária já existente, proveniente do antigo sistema de transporte de cargas inaugurado em 1941, o que contribuiu para a redução dos custos de implantação do sistema atual. Contudo, esse sistema enfrenta os mesmos desafios relacionados à localização das vias, que não estão situadas nas áreas de maior demanda. A principal diferença entre os dois sistemas é que o VLT Parangaba – Mucuripe consegue captar parte da demanda da Linha Sul do metrô, devido à sua integração com a linha de maior movimento, além de oferecer tarifa gratuita, o que favorece a utilização pela população.

No que tange ao aspecto urbanístico, o impacto visual e o efeito barreira não atendem às diretrizes previstas no Guia. O impacto visual é gerado pelas estações, que possuem estruturas robustas, enquanto o efeito barreira se deve ao traçado segregado em relação ao sistema viário.

Figura 4-7 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT Parangaba-Mucuripe

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT PARANGABA - MUCURIPE
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície e elevado
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em traversias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Não há portas, apenas guarda-corpo
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		 VLT PARANGABA – MUCURIPE
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 800 a 2170
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Revitalização do trecho ferroviário existente, passeio, acessibilidade e iluminação.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		 VLT PARANGABA – MUCURIPE
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5
	Só infraestrutura	31,9
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (5 anos)
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Médio por seu traçado segregado do sistema viário

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT³¹ foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

No que se refere às características funcionais e operacionais, o VLT apresenta importantes lacunas. A tração utilizada pelos veículos é hidráulica mecânica e baseada em combustíveis fósseis, o que o caracteriza como um modo de transporte poluente. As informações disponibilizadas aos usuários estão restritas ao site da Metrofor, não havendo disponibilização nas estações.

Além disso, as frequências operacionais são baixas; enquanto o Guia recomenda intervalos de 3 minutos, o VLT apresenta intervalos de 60 minutos, resultando em longos tempos de espera. A faixa de velocidade comercial que atinge um máximo de 40km/h, considerada alta para este tipo de modo de transporte, sendo reduzida para 20 km/h em cruzamentos.

A capacidade na seção crítica durante o horário de pico é de 15.320 passageiros, valor que supera o proposto pelo Guia. Embora a capacidade do veículo, que comporta 766 lugares, seja um aspecto positivo, essa vantagem é mitigada pela baixa frequência de atendimento. Ademais, as emissões atmosféricas observadas, conforme mencionado anteriormente, violam uma das premissas de transporte coletivo sustentável. Por fim, o risco de acidentes é classificado como médio/alto, quando o ideal seria que se mantivesse em níveis baixos para estar em conformidade com os padrões estabelecidos pelo Guia.

³¹ O valor de implantação foi obtido a partir do site: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflicto/ce-comunidades-urbanas-instaladas-ha-decadas-no-mesmo-territorio-lutam-contra-especulacao-imobiliaria-que-usa-como-desculpa-a-copa-e-vlt/> e, posteriormente, foi aplicado o índice de reajuste de 1,59%, referente ao INCC de 2017.

Figura 4-8 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT Parangaba-Mucuripe

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT PARANGABA - MUCURIPE
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração hidráulica mecânica
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Não existe
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT PARANGABA - MUCURIPE
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Disponível no site da Metrofor e nas plataformas
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	3600 segundos (60 min)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	20 a 40 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	766 lugares

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT PARANGABA - MUCURIPE
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	15320*
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Existente (Diesel)
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Médio/Alto
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Informação não localizada, valor apresentado foi feito pela identificação da oferta, calculado pela fórmula: capacidade do veículo x frequência (na hora pico).

4.5. METRÔ DO PORTO

Embora o Metro do Porto seja um projeto internacional que atende a parâmetros distintos, neste capítulo ele será avaliado segundo os critérios brasileiros estabelecidos no Guia TPC. No que diz respeito às características físicas, o Metro atende à maioria dos itens, exceto pela distância entre estações. As estações estão localizadas, em média, a 813 metros de distância umas das outras, o que excede em 213 metros máximo recomendado.

Figura 4-9 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o Metro do Porto

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	 VLT - GUIA TPC	 METRO DO PORTO
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Trecho em superfície e trechos enterrados
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, trechos segregados através de dispositivos separadores e trechos enterrados
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Plataformas do trecho em superfície com estrutura simples, similar a pontos de parada
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo
COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	 VLT - GUIA TPC	 METRO DO PORTO
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	Aproximadamente 813
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA		SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		VLT - GUIA TPC	METRO DO PORTO
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5	306,35**
	Só infraestrutura		
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)		Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (entre 6 e 7 anos)
IMPACTO VISUAL		Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações
EFEITO BARREIRA		Muito baixo	Muito baixo

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT³² foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

** Valor convertido de euros para reais de acordo com a cotação do dia 07/10/2024.

Nos aspectos funcionais e operacionais, quatro itens não estão em conformidade com os padrões estabelecidos no Guia. Os dois primeiros itens apresentam desatendimento por diferença mínima: a frequência/intervalo é de 4 minutos, enquanto o previsto é de 3 minutos; além disso, a velocidade operacional do Metro é de 26 km/h, excedendo a máxima recomendada de 25 km/h.

Os outros dois aspectos referem-se à capacidade dos veículos e à capacidade na seção crítica. A capacidade dos veículos está abaixo do mínimo proposto para ambos os modelos atualmente em operação. Por outro lado, a capacidade na seção crítica é significativamente superior ao limite estabelecido no Guia, alcançando 20.300 passageiros por hora por sentido, quando o máximo indicado é de 13.200 passageiros.

³² O valor de implantação foi obtido a partir do site: <https://core.ac.uk/download/pdf/12420924.pdf> (Pag.190) e, posteriormente, foi aplicado o índice de reajuste de 3,17%, referente ao INCC de 2007.

Figura 4-10 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o Metro do Porto

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 METRO DO PORTO
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 METRO DO PORTO
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	240 segundos (4 minutos)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	26 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	Eurotram: 216 Traintram: 248

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT – GUIA TPC	 METRO DO PORTO
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	20300
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Alta

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

4.6. VLT DE AMSTERDÃ

Para a análise comparativa, foi selecionada a Linha 26 do sistema do VLT de Amsterdã, conforme detalhado no item 3.2. Esta linha não atende a alguns aspectos físicos estabelecidos no Guia. O primeiro ponto diz respeito à distância, que apresenta um intervalo superior ao recomendado. O segundo aspecto refere-se ao valor total investido na implantação do sistema. O valor máximo estipulado pelo Guia é de 424,5 milhões de reais por quilômetro, considerando as correções para o ano de 2024. O investimento na implantação total da linha 26 do VLT de Amsterdã foi de 200 milhões de euros, o que representa 23,5 milhões de euros por quilômetro. Ao converter esse valor para reais, com base na cotação de 09/10/2024, que é de 6,12 reais, o total fica em aproximadamente 143,82 milhões de reais por quilômetro. Após corrigir esse montante para o ano de 2024 utilizando o INCC, o valor final da implantação por quilômetro chega a 495,2 milhões de reais. Sendo assim, o valor encontra-se acima do proposto.

Figura 4-11 Comparativo das características físicas do Guia TPC com o VLT de Amsterdã

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	 VLT - GUIA TPC	 VLT AMSTERDÃ
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física em trechos
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas com estrutura simples, similar a pontos de parada Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos Plataformas niveladas com o piso do veículo
COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	 VLT - GUIA TPC	 VLT AMSTERDÃ
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 400 a 1960
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA		SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,24 a 424,5	495,2**
	Só infraestrutura		
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)		Médio a longo (3 a 10 anos)	-
IMPACTO VISUAL		Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações
EFEITO BARREIRA		Muito baixo	Muito baixo

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT³³ foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

** Valor convertido de euros para reais de acordo com a cotação do dia 09/10/2024.

No que se refere aos aspectos funcionais e operacionais, cinco itens não estão em conformidade com o Guia: frequências/intervalos, velocidade operacional, capacidade dos veículos, capacidade na seção crítica e regularidade operacional. A frequência varia entre 5 e 10 minutos, superando em 2 a 7 minutos o intervalo determinado. A velocidade operacional excede a proposta em 5 km/h.

A capacidade dos veículos, encontra-se abaixo do mínimo estabelecido, com o modelo 15G, que possui a maior capacidade, apresentando 175 lugares, enquanto o mínimo proposto é de 280. A capacidade na seção crítica, por sua vez, é significativamente superior ao ideal; o máximo sugerido é de 13.200 passageiros por hora por sentido, enquanto o VLT registra 30.000 passageiros por hora por sentido, o que representa mais do que o dobro do limite definido.

³³ O valor de implantação foi obtido a partir do site: <https://www.interregeurope.eu/good-practices/amsterdam-ijburg-1-high-performance-light-rail-and-compact-urbanism> e, posteriormente, foi aplicado o índice de reajuste de 3,51%, referente ao INCC de 2005.

Por fim, a regularidade operacional é outro ponto de atenção, sendo classificada como média/baixa, devido aos atrasos observados na operação, conforme explicado no item 3.2.

Figura 4-12 Comparativo das características funcionais e operacionais do Guia TPC com o VLT de Amsterdã

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT AMSTERDÃ
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	No veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		 VLT AMSTERDÃ
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	300 a 600 segundos (5 a 10 min)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	30 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	13G: 131 14G: 151 15G: 175
COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		 VLT AMSTERDÃ
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	30000
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média/baixa

Fonte: Adaptado do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

5. DISCUSSÃO

Este capítulo tem como objetivo aprofundar a discussão sobre os itens apresentados no capítulo anterior, focando especialmente nos aspectos que estão em não

conformidade com os parâmetros estabelecidos no Guia TPC, e se a classificação atual condiz com o que é previsto para o modo de transporte no Guia.

5.1. VLT da Baixada

Os itens desatendidos pelo VLT da Baixada Santista em relação as características físicas propostas pelo Guia TPC são:

- **Distâncias entre as estações:** O Guia recomenda uma distância de 500 a 600 metros. No entanto, as estações do VLT encontram-se espaçadas entre 500 e 1.500 metros, superando em 900 metros o máximo proposto.
- **Impacto visual:** O fator que levou à classificação deste item como “não conformidade” em relação ao Guia foram as estações do VLT, devido às suas estruturas robustas, que geram impacto visual considerável.
- **Efeito barreira:** O Guia tem como premissa que o efeito barreira seja tido como “muito baixo”, porém não especifica quais características devem ser observadas para atingir essa classificação. O VLT da Baixada Santista foi classificado com um impacto médio em relação ao seu efeito barreira, devido à segregação do sistema em relação à malha viária, o que resulta em descontinuidade no tecido urbano. Além disso, as estações do VLT possuem estruturas robustas, o que agrava ainda mais a sensação de barreira, contribuindo para a divisão perceptível da cidade.

As imagens abaixo ilustram os itens do VLT da Baixada que estão em conformidade e aqueles que não estão conformidade com os parâmetros propostos pelo Guia.

Figura 5-1 Itens das Características Físicas em Conformidade e em Não Conformidade do VLT da Baixada Santista

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	 VLT - GUIA TPC	 VLT RMBS
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície 
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível 
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Todas as plataformas 
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos 
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica 
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 500 a 1.150 
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizado o tratamento do passeio, adequações para cumprimento de normas de acessibilidade, reforma nas obras de arte, implantação de ciclovias e paisagismo em todo eixo do projeto. 
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica. 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5	
	Só infraestrutura		
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (4 anos) 	
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via. Médio, impacto visual das estações 	
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Médio, por seu traçado segregado do sistema viário 	

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar

ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

Dentro das características funcionais e operacionais do sistema, duas delas estão em desconformidade:

- **Preferência semafórica:** o Guia classifica como “necessária”. No entanto, o VLT possui preferência apenas em vias com baixo movimento e fluxo de veículos. Isso se torna um ponto crítico a ser analisado, especialmente em relação ao impacto no tempo de viagem.
- **Frequência/intervalos:** O Guia estabelece um intervalos de 180 segundos, equivalente a 3 minutos, como referência. Por sua vez, o VLT apresenta intervalos que variam de 48 a 1.800 segundos, ou seja, entre 8 e 30 minutos, muito além do que é recomendado. Essa baixa frequência está diretamente relacionada à falta de prioridade semafórica, uma vez que o VLT precisa aguardar a sinalização para avançar, resultando em atrasos em todo sistema e gerando um tempo de espera elevado para os usuários.
- **Velocidade operacional:** O VLT da Baixada apresenta velocidade operacional inferior àquela estabelecida como mínima pelo Guia. Essa velocidade reduzida compromete a eficiência do sistema, resultando, por exemplo em intervalos maiores entre os deslocamento das estações.

As imagens abaixo ilustram os itens do VLT da Baixada que estão em conformidade e aqueles que não estão conformidade com os parâmetros propostos pelo Guia.

Figura 5-2 Itens das Características Funcionais e Operacionais em Conformidade e em Não Conformidade do VLT da Baixada Santista

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIATPC	 VLT RMBS
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim 
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária 
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim 
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa 
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos 
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Apenas em vias com baixo movimento e fluxo de veículos 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIATPC	 VLT RMBS
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim 
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim 
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática 
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	De 48 a 1.800 segundos (8 a 30 min), a depender do dia 
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	15 km/h 
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	400 lugares 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIATPC	VLT RMBS	
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	3200*	
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	
RUIDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo	
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média	

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria

*Informação não localizada, valor apresentado foi feito pela identificação da oferta, calculado pela fórmula: capacidade do veículo x frequência (na hora pico).

Apesar de existirem pontos a serem melhorados para adequá-lo a classificação do Guia, por apresentar material rodante de VLT, mas possuir traçado segregado, o mesmo pode ser classificado como Metrô Leve.

5.2. VLT Carioca

O VLT Carioca apresenta dois pontos de atenção que estão em desacordo com as diretrizes do Guia:

- **Distâncias entre as estações:** O Guia recomenda uma distância entre 500 e 600 metros. No entanto, o VLT Carioca possui uma média de 400 metros entre estações. Embora essa não conformidade possa ser considerada negativa, ela também traz alguns aspectos positivos. Um dos benefícios refere-se à mobilidade e acessibilidade: a menor distância entre as estações facilita o acesso dos usuários, especialmente dos grupos mais vulneráveis, como pessoas com mobilidade reduzida, crianças e idosos. Por outro lado, a proximidade das estações pode impactar negativamente o fluxo de transporte, resultando em paradas mais frequentes e, consequentemente, aumentando o tempo total de viagem, uma vez que os veículos precisam reduzir a velocidade e parar com mais frequência.

- Investimento na implantação total do sistema:** o Guia estipulava o valor máximo de 424,5 milhões por quilômetro, com base na correção pelo INCC para 2024. Contudo, a implementação do VLT Carioca custou 68 milhões de reais por quilômetro. O valor investido está bem abaixo do proposto, ainda mais considerando o material rodante utilizado pelo VLT Carioca e a tecnologia inovadora do terceiro trilho, que possibilita a operação do VLT sem a necessidade de catenárias. Essa característica não apenas melhora a estética urbana, mas também contribui para a redução da poluição visual.

Figura 5-3 Itens das Características Físicas em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Carioca

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
	VLT - GUIA TPC	VLT CARIOLA
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, ocorre compartilhamento com veículos e pedestres em alguns trechos
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Plataformas simples em formato de ponto de parada, sem portas
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT CARIOMA
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	Aproximadamente 400 
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizada a revitalização urbanística da região portuária do Rio de Janeiro. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte. 
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT CARIOMA
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5 
	Só infraestrutura	
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (5 anos) 
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações 
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Muito baixo 

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar

ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

Em relação as características físicas e operacionais existem quatro pontos de atenção:

- **Compartilhamento de via com tráfego geral:** De acordo com o Guia, esse compartilhamento deveria ocorrer apenas em cruzamentos. No entanto, o VLT Carioca possui trechos que compartilham via tanto com veículos quanto com pedestres. Embora essa abordagem seja benéfica do ponto de vista urbanístico, ao reduzir o efeito barreira, ela também representa um risco para os pedestres e pode influenciar a operação do sistema, uma vez que essa integração exige que os veículos circulem com velocidades inferiores à média.
- **Frequência/intervalos:** O Guia recomenda que a frequência seja de 180 segundos (3 minutos). O VLT Carioca atende parcialmente a esse critério, pois nas paradas compartilhadas respeita o valor de referência. Contudo, nas demais paradas, o tempo de espera é consideravelmente superior ao proposto. Fatores como a baixa velocidade resultante do compartilhamento de vias e a proximidade entre estações, que gera paradas mais frequentes, contribuem para o aumento dos intervalos e do tempo de espera dos usuários.
- **Velocidade operacional:** A velocidade recomendada deve variar entre 18 e 25 km/h. O VLT Carioca atende parcialmente a essa faixa, respeitando a velocidade máxima, mas sua velocidade mínima é de apenas 10km/h, significativamente abaixo do esperado. Essa baixa velocidade resulta, como mencionado anteriormente, em intervalos maiores e tempos de espera prolongados, podendo levar à concentração excessiva de passageiros nas estações e, consequentemente, à superlotação e desconforto para os usuários.
- **Capacidade na seção crítica:** A capacidade do VLT Carioca excede o valor máximo proposto, que é de 13.200 passageiros por hora por sentido. O sistema é capaz de transportar até 20.000 passageiros por hora por sentido, o que pode ser justificado pelos fatores apresentados anteriormente.

Figura 5-4 Itens das Características Funcionais e Operacionais em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Carioca

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT-GUIA TPC	 VLT CARIOLA
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim 
VEÍCULOS /TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por terceiro trilho energizado 
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim 
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	No veículo 
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Em todo percurso 
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	VLT CARIOMA	
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim	✓
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim	✓
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática	✓
FREQUENCIA/INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	De 420 a 900 segundos (7 a 15 min), dependendo do horário e da linha, e 180 segundos (3min) em paradas compartilhadas	✗
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	10 a 25 km/h	✗
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEICULOS(A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	420 lugares	✓

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	VLT CARIOMA	
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	20000	✗
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	✓
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	✓
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo	✓
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	-	✓

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

O VLT Carioca apresenta poucos pontos em desacordo com o Guia, sendo adequadamente classificado como VLT por suas características físicas e operacionais.

5.3. VLT do Cariri

Em relação aos demais modos apresentados anteriormente nesse capítulo, o VLT do Cariri apresenta maior quantidade de itens em descumprimento aos parâmetros propostos. No quesito de características físicas, o VLT apresenta quatro itens não atendidos:

- **Distâncias entre as estações:** são maiores do que o proposto pelo Guia, representando um problema para acessibilidade.
- **Investimento na implantação total do sistema:** é o único item que seu descumprimento representa algo positivo, visto que o valor total para a implementação do sistema foi inferior ao mínimo previsto, sendo gasto 4,5 milhões de reais por quilômetro. A redução do valor de implantação se justifica pela via férrea utilizada ser reaproveitada do antigo transporte de cargas da região.

Entrando na análise do ponto de vista urbanístico existem dois pontos que não foram atendidos, ou atendidos parcialmente.

- **Impacto visual:** O Guia recomenda que as vias e estações apresentem baixo impacto visual. No entanto, não especifica claramente quais características devem ser adotadas para que o sistema atenda a esse critério. No caso do VLT do Cariri, o fator responsável pela classificação de “não conformidade” em relação ao Guia foi o *design* das estações, que apresentam formas tubulares e robustas, resultando em um impacto visual considerado médio.
- **Efeito barreira:** O mesmo problema de falta de clareza nas características mencionadas anteriormente também se aplica a esse parâmetro. Nesse caso, o fator responsável pela criação do efeito barreira é a configuração segregada do sistema viário, que resulta em uma divisão perceptível da cidade em duas partes, segregadas pela via férrea. Esse fenômeno decorre, em parte, do reaproveitamento da antiga linha ferroviária utilizada pelo transporte de cargas na região. Para esse tipo de transporte, é comum que as vias sejam instaladas em áreas periféricas, afastados das áreas centrais, o que contribui para a segregação espacial e aumenta a distância a ser percorrida pelos usuários, conforme mencionado anteriormente.

Figura 5-5 Itens das Características Físicas em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Cariri

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
	VLT - GUIA TPC	VLT CARIRI
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Todas as plataformas possuem
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Revitalização do trecho ferroviário existente entre as cidades do Crato e Juazeiro do Norte, além do passeio, acessibilidade e iluminação.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2008)	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5
	Só infraestrutura	4,5
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (4 anos) 
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.  
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Médio por seu traçado segregado do sistema viário

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

Ao se tratar de características funcionais e operacionais, o VLT desatende a oito itens:

- **Tração dos veículos:** o VLT foi concebido como uma “atualização” dos antigos bondes, apresentando-se como alternativa sustentável. O Guia recomenda que as tecnologias empregadas sejam elétricas, através de catenárias ou sistema de solo (terceiro trilho). No entanto, o VLT do Cariri opera com tração hidráulica mecânica, utilizando combustíveis fósseis, o que contraria a característica de modo de transporte sustentável. Essa abordagem resulta na emissão de gases na atmosfera, descumprindo o critério de **emissão atmosférica**, que deveria ser inexistente, classificando-o como “poluente”.
- **Integração tarifária:** é abordada como necessária, no entanto, o VLT não atende a essa premissa, uma vez que não possui integração com outros modos de transporte.
- **Informação aos usuários:** A disponibilização de informações em tempo real e estáticas é fundamental, no entanto, nas estações do VLT, as informações sobre horários de partidas e chegadas estão disponíveis apenas em um papel fixado na frente das estações ou através do site da Metrofor. Não há um sistema eficaz de comunicação em caso de atrasos ou cancelamentos, resultando na falta de acesso a informações essenciais para os usuários.
- **Frequência/intervalos:** Os intervalos são excessivamente longos, ultrapassando as recomendações do Guia. Enquanto se prevê um intervalo de 3 minutos, a realidade é que o VLT opera com intervalos que variam de 45 e 90 minutos, tornado o tempo de espera dos passageiros oneroso.
- **Velocidade operacional:** O Guia sugere que o VLT circule a velocidades reduzidas devido à sua segregação parcial, permitindo cruzamentos em níveis com pedestres e veículos. Contudo, o VLT do Cariri opera a uma velocidade de 60km/h, o que é mais que o dobro da velocidade máxima recomendada.
- **Risco de acidentes:** O Guia já prevê velocidades baixas de circulação, considerando as interações com pedestres e veículos. O VLT do Cariri apresenta um risco de acidentes classificado como médio a alto, sendo que a maioria dos acidentes ocorrem nas passagens em nível.
- **Capacidade na seção crítica:** A capacidade se mostrou superior à estimativa inicial, o que está diretamente relacionado à questão da frequência. Devido à

sua baixa frequência, os passageiros tendem a se acumular até a passagem do próximo trem, resultando em superlotação e desconforto para os usuários.

Figura 5-6 Itens das Características Funcionais e Operacionais em Conformidade e em Não Conformidade do VLT Cariri

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT CARIRI
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim 
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração hidráulica mecânica 
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Não 
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo 
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos 
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		VLT - GUIA TPC		VLT CARIRI
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim		
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim		
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Disponível no site da Metrofor ou através de um papel colado na porta das estações	 	
FREQUÊNCIAS/INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	2700 a 5400 segundos (45 a 90 min)		
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	60 km/h		
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	358 lugares		

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS			
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS		VLT - GUIA TPC		VLT CARIRI
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	16110*		
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Existente (Diesel)		
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo		
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Médio/Alto		
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média/ Alta		

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

*Informação não localizada, valor apresentado foi feito pela identificação da oferta, calculado pela fórmula: capacidade do veículo x frequência (na hora pico).

Embora o VLT do Cariri seja designado por essa nomenclatura, é popularmente conhecido como “Metrô do Cariri”. Apesar dessa classificação, há argumentos que

sustentam que o mesmo deveria ser considerado um trem urbano, em função de suas características físicas e operacionais, especialmente em relação à sua velocidade operacional. Para que essa reclassificação seja efetiva, seria necessário que toda a infraestrutura existente fosse adequadamente ajustada para atender aos parâmetros correspondentes a esse tipo de modo de transporte. Isso incluiria melhorias nas estações, adequação dos intervalos (*headways*), velocidade comercial e segregação da linha, especialmente em virtude do elevado índice de acidentes envolvendo pedestres e motoristas. Tal adequação é fundamental para garantir segurança tanto dos usuários do VLT quanto dos demais usuários das vias urbanas.

5.4. VLT Parangaba – Mucuripe

Diante do exposto no item 4.4, é possível argumentar que, assim como o VLT do Cariri, o VLT Parangaba- Mucuripe apresenta características que o afastam da definição tradicional de VLT e o aproximam mais de um trem urbano. Os parâmetros físicos em não conformidade com o Guia são:

- **Alinhamento vertical:** Embora possua segregação de vias, o VLT apresenta trechos elevados, o que pode comprometer a integração com o ambiente urbano.
- **Distância entre as estações:** O Guia estabelece uma distância máxima de 600 metros entre as estações, enquanto a distância mínima do VLT é de 800 metros, e a máxima 2.170 metros. Assim, as distâncias atuais superam significativamente o limite estabelecido, o que compromete a acessibilidade e dificulta o acesso eficiente ao sistema.
- **Investimento na implantação total do sistema:** O valor total para a implementação do sistema completo do VLT foi de 31,9 milhões de reais por quilômetro, valor que se encontra abaixo do limite mínimo de 212,25 milhões de reais por quilômetro sugerido pelo Guia. Embora esse aspecto tenha sido classificado como um requisito em desacordo com o Guia, tal situação não deve ser considerada um ponto negativo, pelo contrário, representa uma oportunidade favorável. A redução do valor de implantação se justifica pela via férrea utilizada ser reaproveitada do antigo transporte de cargas da região.
- **Impacto visual e efeito barreira:** Essas características devem ser evitadas para a classificação de VLT, uma vez que a proposta desse modo de transporte

é promover maior integração e permeabilidade com as cidades, reduzindo o efeito barreira causado pelas vias férreas.

Figura 5-7 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
	VLT - GUIA TPC	VLT PARANGABA - MUCURIPE
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície e elevado
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível
	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Não há portas, apenas guarda corpo
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
	VLT - GUIA TPC	VLT PARANGABA - MUCURIPE
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 800 a 2170
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Revitalização do trecho ferroviário existente, passeio, acessibilidade e iluminação.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA		SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		VLT - GUIA TPC	VLT PARANGABA – MUCURIPE
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5	31,9 
	Só infraestrutura		
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)		Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (5 anos) 
IMPACTO VISUAL		Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo impacto visual das vias e médio das estações. 
EFEITO BARREIRA		Muito baixo	Médio por seu traçado segregado do sistema viário 

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

Assim como o VLT do Cariri, o VLT Parangaba – Mucuripe apresenta oito itens em desacordo com o Guia, são eles:

- **Tração dos veículos:** Este “VLT” é movido a diesel, um combustível fóssil, classificando-o como poluente. Isso contraria um ponto essencial para a classificação de VLT, que é a inexistência de **emissões de poluentes** e a utilização de tração elétrica. A proposta inicial dos bondes visava estabelecer um modo de transporte sustentável para reduzir a emissão de poluentes, um problema comum aos transportes coletivos atuais.
- **Informação ao usuário:** As informações sobre chegada e partida estão disponíveis no site da Metrofor, mas não há painéis informativos nas estações que alertam os usuários sobre atrasos ou cancelamentos de viagens.
- **Frequência/ intervalos:** O Guia estabelece uma frequência de 3 minutos, mas o VLT opera com uma frequência alta, com viagens a cada 60 minutos. Isso torna o tempo de espera oneroso e pode impactar negativamente a experiência dos usuários.

- **Velocidade operacional:** A velocidade operacional está acima do recomendado, o que representa um risco, principalmente para pedestres e motoristas. No entanto, devido à segregação completa do trajeto, essa velocidade não representa um grande empecilho na maior parte do deslocamento, onde não há interação com outros modos. É importante ressaltar que, nos pontos de cruzamento com pedestres e veículos, a velocidade é reduzida para 20 km/h.
- **Capacidade dos veículos:** A capacidade dos veículos é maior do que a prevista. Embora não atenda completamente ao que foi proposto pelo Guia, essa característica se torna um ponto positivo no contexto do VLT Parangaba-Mucuripe, pois a maior capacidade, aliada à alta frequência, torna o embarque e desembarque mais confortáveis para os usuários.
- **Capacidade na seção crítica:** A capacidade observada é superior ao indicado, um problema que pode ser atribuído à baixa frequência dos veículos, resultando em acúmulo de passageiros nas estações, especialmente durante os horários de pico.
- **Risco de acidentes:** O risco de acidentes é classificado como médio a alto. Assim como ocorre com o VLT do Cariri, os acidentes são mais frequentes nas passagens em nível, onde há interseção com veículos e pedestres. Isso se deve, em parte, ao desrespeito por parte de motoristas e pedestres em relação à preferência semafórica do VLT, além da desconsideração dos alarmes sonoros e da sinalização visual.

Figura 5-8 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT PARANGABA - MUCURIPE
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim 
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração hidráulica mecânica 
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim 
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Não existe 
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos 
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	- 
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 VLT PARANGABA - MUCURIPE
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim 
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim 
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Disponível no site da Metrofor e nas plataformas 
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	3600 segundos (60 min) 
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	20 a 40 km/h 
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	766 lugares 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	VLT PARANGABA - MUCURIPE
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	15320*
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Existente (Diesel)
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Médio/Alto
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Informação não localizada, valor apresentado foi feito pela identificação da oferta, calculado pela fórmula: capacidade do veículo x frequência (na hora pico).

Devido à sua similaridade com o VLT do Cariri, as premissas apresentadas são praticamente as mesmas, uma vez que diversos aspectos estão em desacordo com o Guia, aproximando-o mais da denominação de trem urbano do que da de VLT, especialmente no que se refere às características operacionais.

5.5. METRO DO PORTO

Como mencionado no item 4.5, o Metro do Porto constitui um caso internacional e, portanto, opera sob outros parâmetros. Entretanto, para os fins deste trabalho, ele será avaliado de acordo com o Guia, a título de experimentação, a fim de verificar se os parâmetros propostos por este também seriam aplicáveis a casos internacionais. Assim, no que se refere aos aspectos físicos, o Metro do Porto não atende a um dos parâmetros propostos, sendo:

- **Distância entre as estações:** O Guia estabelece que a distância máxima recomendada entre estações é de 600 metros. No entanto, as estações do metrô apresentam uma média de 813 metros, o que as coloca em desacordo com o padrão de VLT. É importante ressaltar que, de acordo com os parâmetros

estabelecidos para metrôs pelo Guia, as distâncias observadas estão abaixo das premissas sugeridas.

Figura 5-9 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	METRO DO PORTO
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Trecho em superfície e trechos enterrados
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, trechos segregados através de dispositivos separadores e trechos enterrados
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Plataformas do trecho em superfície com estrutura simples, similar a pontos de parada
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	METRO DO PORTO
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica 
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	Aproximadamente 813 
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte. 
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica. 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	METRO DO PORTO	
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5	
	Só infraestrutura		
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (entre 6 e 7 anos) 	
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações 	
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Muito baixo 	

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar

ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

** Valor convertido de euros para reais de acordo com a cotação do dia 09/10/2024.

No que se refere aos aspectos funcionais e operacionais, quatro itens encontram-se em não conformidade, os quais são:

- **Frequência/intervalos:** A frequência do Metro do Porto é bastante semelhante à proposta, apresentando um intervalo de 1 minuto a mais do que o previsto.
- **Velocidade operacional:** A velocidade operacional segue uma tendência similar à da frequência, com uma média de 26 km/h, enquanto a velocidade máxima padrão estabelecida pelo Guia é de 25 km/h.
- **Capacidade dos veículos:** O Metro do Porto dispõe de dois modelos de veículos, cada um com capacidades distintas. Contudo, ambos os modelos não atendem aos padrões mínimos de capacidade, sendo o modelo *Traintram* o de maior capacidade, ainda assim apresentando 32 lugares a menos que o mínimo estabelecido.
- **Capacidade na seção crítica:** Esse aspecto ultrapassa o máximo admitido pelo Guia, que prevê uma capacidade de 13.200 passageiros por hora por sentido. No entanto, o Metro do Porto alcança 20.300 passageiros por hora por sentido. Considerando que a capacidade dos veículos é inferior à proposta e a capacidade na seção crítica é superior, isso gera um gargalo na operação, podendo resultar em situações de superlotação do sistema.

Figura 5-10 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 METRO DO PORTO
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim 
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária 
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim 
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa ao veículo 
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos 
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	- 
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	 VLT - GUIA TPC	 METRO DO PORTO
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim 
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim 
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática 
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	240 segundos (4 minutos) 
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	26 km/h 
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/MF)	De 280 a 660 lugares	Eurotram: 216 Traintram: 248 

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	METRO DO PORTO	
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	20300	✗
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	✓
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	✓
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo	✓
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Alta	✓

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

Ao contrário dos VLTs do Cariri e de Parangaba – Mucuripe, o Metro do Porto é classificado como tal devido a parte de seu trajeto ser subterrâneo. No entanto, a maior parte de sua extensão é em superfície e atende às normas estabelecidas no Guia brasileiro. Assim, ele também pode ser classificado como VLT, embora sua classificação atual não seja equivocada. O Metro do Porto, portanto, transita entre as duas categorias, sendo qualquer uma das denominações apropriada. Em contrapartida, os VLTs mencionados anteriormente recebem a classificação de VLT, mas suas características não atendem a premissas importantes, o que os aproxima mais da classificação de trens urbanos.

5.6. VLT DE AMSTERDÃ

Conforme descrito no item 4.6, o VLT não cumpre dois dos requisitos relativos à infraestrutura:

- **Distância entre as estações:** A distância entre as estações da linha 26 varia de 400 a 1.960 metros, podendo ser inferior ao valor proposto de 500 metros ou superior ao máximo recomendado de 600 metros. Essas discrepâncias podem resultar em atrasos na operação, aumento de tempo de espera dos passageiros e redução da velocidade operacional nos trechos onde as estações estão mais próximas.

- Investimento na implantação total do sistema:** De acordo com o Guia TPC, o valor máximo de implantação por quilômetro para o ano de 2024 é de 424,5 milhões de reais. A implantação da Linha 26 do sistema de VLT de Amsterdã custou 495,2 milhões de reais, valor já convertido de euros para reais e reajustado pelo INCC. O montante investido para a implantação ultrapassa o limite do proposto, especialmente considerando que esse custo corresponde apenas a uma das quinze linhas do sistema total, o que acentua ainda mais a discrepância em relação ao parâmetro estabelecido.

Figura 5-11 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
	VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física em trechos
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Plataformas com estrutura simples, similar a pontos de parada
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 400 a 1960
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica.	Não se aplica.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,24 a 424,5
	Só infraestrutura	495,2**
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)	Médio a longo (3 a 10 anos)	-
IMPACTO VISUAL	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações
EFEITO BARREIRA	Muito baixo	Muito baixo

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

*Os valores de faixas referenciais do Guia TPC e do VLT foram reajustados segundo o Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para o ano de 2024. Sabe-se que outros índices podem ser aplicados, podendo aumentar ou diminuir esse fator de multiplicação, no entanto, por se tratar do valor total da implantação, foi utilizado um índice que abrange todas as categorias englobadas.

** Valor convertido de euros para reais de acordo com a cotação do dia 09/10/2024.

No âmbito operacional, cinco pontos são destacados conforme a Figura 5-12:

- **Frequência/intervalos:** Os intervalos entre os trens variam de 5 a 10 minutos, o que está acima do previsto no Guia, que estabelece um intervalo de 3 minutos. Esse aumento pode estar relacionado às características físicas, especialmente à distância entre estações. Distâncias excessivas entre as estações demandam mais tempo de deslocamento, especialmente considerando que a velocidade operacional em trechos predominantemente residenciais é inferior, resultando em um tempo maior para percorrer as distâncias entre as estações.
- **Velocidade operacional:** A velocidade operacional está acima do máximo recomendado, sendo previsto um limite de 25km/h, enquanto o VLT opera a 30km/h em áreas predominantemente residenciais. Em áreas urbanas, onde há interação com outros modos, a velocidade pode alcançar até 50km/h, o que representa o dobro do limite sugerido pelo Guia.
- **Capacidade dos veículos:** O VLT de Amsterdã apresenta três modelos de veículos com capacidades distintas. No entanto, nenhum dos modelos atende aos padrões mínimos de capacidade, sendo o 15G o de maior capacidade, mas ainda assim com 105 lugares a menos do que o mínimo estabelecido. A baixa capacidade dos veículos impacta negativamente no conforto dos usuários, especialmente durante os horários de pico, podendo resultar em superlotação tanto nos veículos quanto nas estações.
- **Capacidade na seção crítica:** Esse aspecto também se encontra bem acima do previsto, uma vez que a capacidade máxima estabelecida é de 13.200 passageiros por hora por sentido, enquanto a do VLT de Amsterdã é de 30.000 passageiros por hora por sentido. O elevado volume de passageiros pode ser atribuído a capacidade inferior dos veículos, resultando em acúmulo de usuários.
- **Regularidade operacional:** A classificação desse item como média/baixa deve-se às informações fornecidas pelo próprio [site](#) da GVB em matéria datada de 02/04/2020:

Enquanto a linha 26 teve um bom desempenho em pontualidade e interrupções no ano passado, os primeiros meses deste ano foram menos suaves. A gestão dos desvios está apresentando, neste momento, interrupções regulares. Entendemos que é extremamente frustrante quando você precisa estar a tempo para sua consulta. Naturalmente, não estamos parados e estamos fazendo tudo ao nosso alcance para melhorar a confiabilidade da linha 26. No entanto, a conexão de e para IJburg continua

sendo vulnerável, pois, em caso de interrupções, não conseguimos desviar por outra rota. (tradução pela autora)³⁴

Figura 5-12 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	No veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRÁFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Possui

³⁴ No original: Waar lijn 26 in het afgelopen jaar nog goed presteerde op puntualiteit en uitval, verloren de eerste maanden van dit jaar minder soepel. De aansturing van de wissels laat op dit moment regelmatig verstoringen zien. We begrijpen dat het buitengewoon frustrerend is wanneer je op tijd moet zijn voor je afspraak. Natuurlijk zitten we niet stil en doen we er alles aan om de betrouwbaarheid van lijn 26 te verbeteren. De verbinding van en naar IJburg blijft echter kwetsbaar omdat we bij verstoringen niet kunnen omrijden via een andere route.

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ	
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim	✓
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim	✓
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática	✓
FREQUÊNCIAS/ INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	300 a 600 segundos (5 a 10 min)	✗
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	30 km/h	✗
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	13G: 131 14G: 151 15G: 175	✗

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	VLT - GUIA TPC	VLT AMSTERDÃ	
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	30000	✗
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	✓
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	✓
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo	✓
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média/baixa	✗

Fonte: Adaptação do Guia TPC. Elaboração: Autora, 2024.

O VLT de Amsterdã está corretamente classificado em relação aos seu tipo de modo de transporte. No entanto, é necessário implementar algumas modificações, especialmente no que se refere à operação do sistema. Destaca-se, em particular, a

questão da velocidade operacional, que está acima dos parâmetros recomendados, o que pode representar riscos tanto para os usuários do veículo quanto para os demais usuários da via.

6. CONCLUSÃO

Após a conclusão das análises, foi possível obter algumas considerações importantes. A comparação entre os seis sistemas e o Guia TPC, que serviu de embasamento para o comparativo com os sistemas nacionais e internacionais, revelou resultados que podem impactar significativamente o deslocamento dos usuários e o tráfego nas vias. Dentre as principais observações, destacam-se os prejuízos ocasionados aos usuários quando a classificação é realizada de forma inadequada. Nos dois casos de “VLTs” no Ceará – Cariri e Parangaba – Mucuripe – as consequências incluem elevados índices de acidentes nos cruzamentos, onde há interação entre os sistemas e outros usuários das vias, como pedestres e motoristas de diferentes modos de transporte. Conforme mencionado no item 2.3.3, embora a maioria dos acidentes seja atribuída à desobediência das sinalizações, os resultados das comparações indicam que os modos operam com velocidades superiores às recomendadas pelo Guia, o que pode ser um fator adicional para o aumento dos acidentes, especialmente devido ao traçado em superfície.

Outro ponto relevante diz respeito ao reaproveitamento da rede ferroviária de cargas. Embora esse reaproveitamento represente uma vantagem em termos de custo de implantação, ele se configura como um fator negativo no que tange à demanda. Isso ocorre porque as antigas vias ferroviárias de carga foram construídas em locais afastados das áreas centrais, em regiões com baixa demanda. Em contrapartida, o transporte de passageiros tem como objetivo atender a uma grande quantidade de pessoas, visando à melhoraria da mobilidade urbana. Dessa forma, o reaproveitamento dessas vias revela-se inadequado para atender de forma eficiente à demanda de passageiros.

É importante ressaltar que alguns dos sistemas analisados não contam com integração tarifária, o que representa uma questão crucial. A integração tarifária é uma oportunidade para absorver a demanda de outros modos de transporte e unificar as redes de transporte, proporcionando aos usuários mais opções de deslocamento. Outra estratégia importante para captar demanda é fornecer informações em tempo

real aos usuários, o que contribui para de aumentar a confiabilidade do sistema e melhorar a experiência dos passageiros.

Diante disso, é imprescindível que a classificação dos modos seja revista, com a implementação de ajustes operacionais e físicos, a fim de assegurar uma operação mais segura e eficiente.

Outros aspectos críticos identificados na comparação referem-se aos problemas operacionais. As longas distâncias entre estações, as frequências e intervalos elevados, a baixa velocidade operacional, a capacidade reduzida dos veículos e a ausência de preferência semafórica resultam em sérios transtornos, como atrasos, lotação das estações e veículos, e aumento do deslocamentos dos VLTs e dos usuários. As distâncias longas entre as estações, impactam diretamente a acessibilidade, uma vez que os usuários precisam percorrer maiores distâncias para acessar as estações, o que se torna um obstáculo significativo para pessoas com mobilidade reduzida, cadeirantes, deficientes visuais, pessoas com crianças de colo ou com carrinhos, entre outros. Esses fatores comprometem a eficácia dos sistemas e são onerosos aos usuários, levando-os a optar por outros modos de transporte que não acarretem tanto impacto no tempo de viagem.

Além disso, entorno das estações deve ser cuidadosamente analisado, especialmente no que se refere à acessibilidade. A readequação urbana é essencial para garantir fácil acesso a todos os usuários, atendendo às normas de acessibilidade. Além disso, é necessário promover melhorias no aspecto ambiental e visual, por meio de paisagismo, implantação de áreas verdes e permeáveis, adequação das vias e dos locais onde o VLT será implantado, bem como o desenvolvimento de estações menos robustas, que não causem impactos visuais e efeitos barreira consideráveis.

Em relação à classificação dos modos de transporte no Brasil, a principal referência é o Guia TPC, que oferece parâmetros detalhados sobre as características físicas e operacionais dos sistemas. Contudo, após a análise, especialmente no último capítulo, observou-se que todos os modos estudados não atendem às frequências/intervalos propostos pelo Guia. A principal dificuldade reside na interpretação do valor máximo, uma vez que, nos casos analisados, os intervalos excedem o proposto (180 segundos ou 3 minutos) em até 87 minutos.

Outro ponto relevante refere-se à capacidade na seção crítica. Com exceção do VLT da Baixada, todos os outros não atendem a este critério, apresentando valores acima do recomendado. Entre os fatores que podem explicar essa alta demanda estão as velocidades operacionais, a distância entre estações, os intervalos e a capacidade dos veículos. Como as operadoras não costumam divulgar amplamente essas informações, utilizou-se, nos casos em que os dados não estavam disponíveis, o cálculo de capacidade do veículo multiplicada pela frequência no horário de pico. A ausência dessa informação pode impactar no momento da comparação e escolha do melhor modo de transporte.

No que tange às características físicas, destacam-se os impactos visuais e o efeito barreira, os quais necessitam de uma definição mais precisa nos parâmetros de classificação, a fim de esclarecer as condições necessárias para que um VLT seja classificado como “baixo” em impactos visuais e “muito baixo” em efeito barreira, uma vez que essa classificação atualmente é vaga e depende da interpretação do responsável por realizar a classificação.

No âmbito operacional, observa-se que os valores de referência utilizados para a implementação dos sistemas completos de VLT têm como base o ano de 2008, o que os torna desatualizados em mais de uma década em relação à data de publicação do Guia. Portanto, recomenda-se uma revisão e atualização do Guia, tanto para corrigir pontos pendentes quanto para ajustar os valores às condições econômicas e financeiras atuais. Para efeito de representação, este estudo utilizou o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) para corrigir os valores, mas é importante observar que existem índices mais específicos que podem proporcionar uma estimativa mais precisa, especialmente em relação aos fatores de multiplicação.

Conclui-se, portanto, que, embora o objetivo deste trabalho tenha sido analisar se a classificação dos casos estudados está em conformidade com os padrões do Guia TPC, constatou-se que existem pontos críticos que ainda carecem de revisão. Tanto as operadoras quanto o Guia TPC necessitam de uma análise mais aprofundada, com maior detalhamento nas informações e nos cálculos, a fim de garantir que as classificações sejam feitas de forma precisa e adequada. Isso é essencial para evitar os riscos associados à classificação incorreta dos modos de transporte, riscos estes que impactam diretamente os usuários dos modos e das vias.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMICCI, Anie Gracie Noda et al. Guia TPC: orientações para seleção de tecnologias e implementação de projetos de transporte público coletivo. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. 265 p.

BARROS, M. F.; CARRIÇO, J. M. Esvaziamento e transformação morfológica da área central de Santos/SP: gênese e perspectivas. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, 2019. e20180100. DOI: [10.1590/2175-3369.011.e20180100](https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180100).

FERNANDES ARQUITETOS ASSOCIADOS. Metrô de Fortaleza - Ramal Parangaba-Mucuripe. *ArchDaily Brasil*, 18 jan. 2023. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/954062/metro-de-fortaleza-ramal-parangaba-mucuripe-fernandes-arquitetos-associados>. Acesso em: 9 out. 2024.

FRAME, G.; ARDILA-GOMEZ, A.; CHEN, Y. The kingdom of the bicycle: what Wuhan can learn from Amsterdam. *Transportation Research Procedia*, v. 25, 2016. DOI: [10.1016/j.trpro.2017.05.203](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.203).

VAN DER BIJL, R.; VAN OORT, N.; BUKMAN, B. Light Rail Transit Systems: 61 Lessons in Sustainable Urban Development. Elsevier, 2018. ISBN 978-0-12-814784-9.

ALOUCHÉ, P. L. VLT fator de renovação dos centros urbanos. Disponível em: <https://antp.org.br/noticias/ponto-de-vista/vlt-fator-de-renovacao-dos-centros-urbanos.html>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ALOUCHÉ, P. L. Monotrilho e VLT, Modalidades Diferentes? Disponível em: <https://www.antp.org.br/noticias/ponto-de-vista/monotrilho-e-vlt-modalidades-diferentes-.html>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ALSTOM. Citadis light rail: Designed to reflect your city's unique identity. Disponível em: <https://www.alstom.com/solutions/rolling-stock/citadis-light-rail-designed-reflect-your-citys-unique-identity>. Acesso em: 13 set. 2024.

AMSTERDAM, C. Trams in Amsterdam. Disponível em: <https://www.introducingamsterdam.com/tram>. Acesso em: 9 out. 2024.

AMSTERDAM, G. Toezicht en Handhaving. Disponível em:

<https://www.amsterdam.nl/bestuur-organisatie/organisatie/stadsdelen-beheer-dienstverlening/toezicht-handhaving/>. Acesso em: 9 out. 2024.

AMSTERDAM, I. Amsterdam by tram. Disponível em:

<https://www.iamsterdam.com/en/travel-stay/getting-around/public-transport/tram>.
Acesso em: 9 out. 2024.

AMSTERDAM, I. Accessibility on public transportation. Disponível em:

<https://www.iamsterdam.com/en/travel-stay/accessibility/public-transportation>. Acesso em: 9 out. 2024.

AMSTERDAM, R. Transporte Público em Amsterdam – Tudo Que Você Precisa Saber! Disponível em: <https://rotaamsterdam.com.br/transporte-publico-em-amsterdam/>. Acesso em: 9 out. 2024.

AMSTERDAM, V. Geen netwerkwijzigingen in aangepast Vervoerplan 2024.

Disponível em: <https://vervoerregio.nl/artikel/20230905-geen-netwerkwijzigingen-in-aangepast-vervoerplan-202>. Acesso em: 9 out. 2024.

AOPERFER. Centros de Comandos Operacionais. Disponível em: <https://aprofer.pt/>.
Acesso em: 22 ago. 2024.

BERNARDES, F. F.; MESQUITA, A. P. Veículos Leves sobre Trilhos no Brasil:

Análise Metodológica e Estudo de Caso - Fortaleza e Rio de Janeiro. [s.l.]
Universidade Federal de Uberlândia, jun. 2015.

BOMBARDIER. FLEXITY Swift - Porto, Portugal. Disponível em:

<https://web.archive.org/web/20120517201601/http://www.bombardier.com/en/transportation/products-services/rail-vehicles/light-rail-vehicles/flexity-light-rail-vehicles/portugal?docID=0901260d8000cbea>. Acesso em: 22 ago. 2024.

BOMBARDIER. Light Rail Transit System - Porto, Portugal. Disponível em:

<https://web.archive.org/web/20130619184709/http://www.bombardier.com/wps/portal/en/transportation/products-services/propulsion---controls?docID=0901260d80014186>. Acesso em: 22 ago. 2024.

BRASILEIRO, F. T. VLT: CONSTRUINDO UM NOVO SIGNIFICADO PARA A ÁREA CENTRAL DO RIO DE JANEIRO. [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, [s.d.].

BRUNO, V. C. Como utilizar o METRÔ e TREM do Porto - Portugal. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lo-jCMzMubE>. Acesso em: 22 ago. 2024.

CARVALHO, D. Conhecendo o VLT em Fortaleza | Parangaba Mucuripe. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=J6HA4uAbn8U>.

CLIMOCITY, 2050; INTERREG EUROPE BY EUROPEAN UNION. Amsterdam IJburg 1, high performance light-rail and compact urbanism. Disponível em: <https://www.interregeurope.eu/good-practices/amsterdam-ijburg-1-high-performance-light-rail-and-compact-urbanism>. Acesso em: 9 out. 2024.

CONSTRUÇÕES, R. G. (ED.). Metrô estimula o desenvolvimento na região do Vale do Cariri. Revista GC, v. 35, 2013.

FERREIRA, S. D. C. Impactos do Turismo Cultural sobre comunidades urbanas tradicionais: o caso da Região Portuária do Rio de Janeiro. UFRRJ, 2020.

COSTA, N. M. S. M. Mobilidade e Transporte em Áreas Urbanas: O caso da Área Metropolitana de Lisboa. Universidade de Lisboa, 2007. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/12420924.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2024.

DA SILVA SIQUEIRA, D. Avaliação da qualidade de um Veículo Leve Sobre Trilhos na Baixada Santista. Universidade Federal de Santa Catarina, 2023.

DE ACESSO À INFORMAÇÃO METROFOR, C. –. C. S. Request 5285995. Disponível em: https://cearatransparente.ce.gov.br/portal-da-transparencia/manifestacoes-e-solicitacoes-publicas/1597591?locale=en&___. Acesso em: 28 set. 2024.

DE ALMEIDA, I. R. P. L. Avaliação da Implementação do VLT do Rio de Janeiro por Meio de Indicadores Ambientais. Universidade Federal do Rio de Janeiro, set. 2016.

DE BARROS, M. F.; CARRIÇO, J. M. (EDS.). Esvaziamento e transformação morfológica da área central de Santos/SP: gênese e perspectivas. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 2019

DE CONFLITOS, M. CE – Comunidades urbanas instaladas há décadas no mesmo território lutam contra especulação imobiliária que usa como desculpa a Copa e VLT. Disponível em: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/ce-comunidades-urbanas-instaladas-ha-decadas-no-mesmo-territorio-lutam-contra-especulacao-imobiliaria-que-usa-como-desculpa-a-copa-e-vlt/>. Acesso em: 28 set. 2024.

DE JANEIRO, P. DA C. DO R. Passageiros transportados no sistema VLT, segundo as estações, no Município do Rio de Janeiro entre 2016-2023, 5 Outono 2020.

Disponível em:

<https://www.data.rio/documents/064df31527d4412ca8ade42839dfc19a/about>.

Acesso em: 13 set. 2024.

DE MELO CORREIA, L. F. Sustainable Metropolitan Transportation: Characterization of the Metropolitan Region of Baixada Santista. Journal of Civil Engineering and Architecture, v. 13, p. 572–581, 2019.

DE PARIS, M. FICHE TECHNIQUE: LE MATÉRIEL ROULANT. [s.l.] Prolongement Du Tram T3, 2012.

DE SÃO PAULO, G. D. O. E.; EMTU. PROGRAMA PAULISTA DE MOBILIDADE URBANA NAS REGIÕES METROPOLITANAS. [s.l: s.n.].

DELGADO, J. METRO DO PORTO: UM CASO DE SUCESSO. [s.d.].

DO NORDESTE, D. (ED.). 8 a cada 10 acidentes com VLT no Ceará são colisões; saiba linhas com mais ocorrências. [s.l.] Revista Ferroviária, 2021.

DO PORTO, M. Relatório de Contas. [s.l: s.n.].

DO PORTO, M. Metro do Porto com EBITDA de 30,7 milhões de euros. Disponível em: https://www.metrodoporto.pt/pages/771?news_id=476. Acesso em: 22 ago. 2024b.

DO PORTO, M. Metro do Porto com aumento de receitas de 8%. Disponível em: https://www.metrodoporto.pt/pages/814?news_id=522. Acesso em: 22 ago. 2024.

DO PORTO, M. Metro em números. Disponível em:

<https://www.metrodoporto.pt/pages/307>. Acesso em: 22 ago. 2024a.

DO PORTO, M. Na Via Pública. Disponível em:

<https://www.metrodoporto.pt/pages/303>. Acesso em: 22 ago. 2024b.

EMTU. RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA. [s.l: s.n.].

EMTU; DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS, S.; DE SÃO PAULO, G. DO E.
SIM RMBS, v. 3, 2024.

FORTES, R.; METROFOR. Projetos baseados em veículo leve sobre trilhos em operação e implantação. [s.d.].

GONZALESOF, D. CONHEÇA O METRÔ DO CARIRI | mais um vlog no cariri.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=C01srEPAcew>.

GRUPO CCR. Projeto Funcional do VLT Porto Maravilha. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<https://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/projeto-funcional-do-vlt-porto-maravilha.pdf>.

GVB. Lijn 26: hoe staan we er nu voor? Disponível em: <https://over.gvb.nl/nieuws/lijn-26-hoe-staan-we-er-nu-voor/>. Acesso em: 9 out. 2024.

GVB. GVB, the public transport company of Amsterdam. Disponível em:
<https://www.gvb.nl/en/visit-amsterdam/gvb-public-transport-company-amsterdam>.
Acesso em: 9 out. 2024a.

GVB. Railkaart. Disponível em:

https://assets.ctfassets.net/d6yaib7us1l3/ZxoxXV74d4KXcOJIKcnkH/1c5368ca1b3f51f167b5da09c42ae120/GBV_railkaart_2024_Q3_Q4.pdf

METROFOR. MIDIA KIT FORTALEZA: Linha Sul - VLT Parangaba Mucuripe. 2021.
Disponível em: www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2021/07/MidiaKIT_FORTALEZA_2021-copy-1.pdf

METROFOR. RELATÓRIO DE DEMANDA. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2023/02/Relatorio-2TRI-2022-SITE.pdf>.

METROFOR. Painel de Estatísticas da METROFOR. Disponível em:

<https://www.metrofor.ce.gov.br/statisticspanel/>. Acesso em: 22 set. 2024a.

METROFOR. Sistema Metroviário do Ceará. Disponível em:

<https://www.metrofor.ce.gov.br/sistema-metroviario/>. Acesso em: 24 set. 2024b.

METROFOR. GRADE HORÁRIA DO VLT DO CARIRI. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2022/04/VLT-DO-CARIRI.pdf>.

METROFOR. GRADE HORÁRIA DO VLT PARANGABA - MUCURIPE. [s.l: s.n.].

Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2023/03/VLT-PARANGABA-MUCURIPE-1.pdf>.

METROFOR, A. TREM DO CARIRI: *Soluções para o transporte regional*, 2008.

Disponível em: <https://www.aeamesp.org.br/biblioteca/stm/14SMTF080905T12.pdf>

NAKAGAWA, T.; AEAMESP. PROJETO DO VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS VLT DA RMBS, 2015.

OICS. VLT Carioca. Disponível em: https://oics.cgee.org.br/estudos/-/estudo-de-caso/article/vlt-carioca_5ca17c8152ab1c896539d385. Acesso em: 13 set. 2024.

POVO (CE), O. (ED.). Rápido e gratuito, VLT de Fortaleza tem crescimento de 41% de uso em 3 anos. [s.l.] Revista Ferroviária, 2024.

RAIL, U. AMSTERDAM TRAM. Disponível em:

<https://www.urbanrail.net/eu/nl/ams/tram/amsterdam-tram.htm>. Acesso em: 9 out. 2024.

RAILWAY GAZETTE INTERNATIONAL. Rio de Janeiro tramway inaugurated.

Disponível em: <https://www.railwaygazette.com/rio-de-janeiro-tramway-inaugurated/42604.article>. Acesso em: 13 set. 2024.

RAILWAY TECHNOLOGY. Amsterdam Metro / Light Rail Network by GVB.

Disponível em: <https://www.railway-technology.com/projects/amsterdam-metro-light-rail/>. Acesso em: 9 out. 2024.

RIBEIRO, E. A. DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A IMPLANTAÇÃO DO VLT NO BRASIL. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2015.

RIO, 1746. Informações sobre o VLT. Disponível em: <https://www.1746.rio/hc/pt-br/articles/10871330648091-Informa%C3%A7%C3%A3os-sobre-o->

VLT#:~:text=O%20VLT%20tamb%C3%A9m%20tem%20integra%C3%A7%C3%A3o,
de%20uso%20do%20bilhete%20%C3%BAnico. Acesso em: 13 set. 2024.

RIO, C. Veículo Leve Sobre Trilhos. Disponível em: <https://www.ccpar.rio/veiculo-leve-sobre-trilhos/>. Acesso em: 13 set. 2024.

RODRIGUES, J. P.; EMTU. O VLT NA RECONSTRUÇÃO DOS CENTROS URBANOS: CASE VLT DA BAIXADA SANTISTA, 2019.

SAMPAIO, M. Y. A. ESTUDO DE VIABILIDADE DA ADESÃO DO METROFOR AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, como requisito, 2018.

SANTOS-VEÍCULOS PESADOS, M. M. VLT Parangaba x Mucuripe - Metrô de Fortaleza. Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=LL5inZRcsmc&list=PLqCpxGEly7deB6cJI1Hu7UjasH2WZt_af.

SILVA, T. Mobilidade Urbana Visita ao VLT da Baixada Santista. Disponível em: <https://plamurbblog.wordpress.com/2017/03/16/visita-ao-vlt-da-baixada-santista/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

SOUSA, L. Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) de Amsterdã/Países Baixos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qItRMQyrjNg>.

TORRE, D.; STEFFANUS, P.; DEDIEU, S. Etude du Citadis 402. Grenoble - Revue Etudiante d'évaluation Environnementale, v. 1, p. 1–7, 2011.

TORTORIELLO, L. F. P.; PEREIRA, W. F. Estudo de demanda do VLT do Rio de Janeiro. [s.l.: s.n.].

TROLEBUS, V. VLT DO RIO: NÃO É SÓ UM PROJETO DE TRANSPORTE. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7XyZPQ2Hpd8>.

VICSIG. D1 Class. Disponível em: <https://vicsig.net/trams/class/D1>. Acesso em: 9 out. 2024a.

VICSIG. D2 Class. Disponível em: <https://vicsig.net/trams/class/D2>. Acesso em: 9 out. 2024b.

VIEGAS, M. F. et al. Os desafios da implantação do VLT na área central de Santos, 2013.

VLT Carioca. Disponível em: <<https://www.vltripro.com.br/#/historia>>. Acesso em: 13 set. 2024.

WAISMAN, J. Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) no Brasil: semelhanças e diferenças entre os projetos. [s.d.].

WANSBEEK, C. J.; LIGHT RAIL TRANSIT ASSOCIATION. IJtram: Link to Amsterdam's Island city. Disponível em:

<https://www.lrtainfo.info/archive/mag/articles/art0203.html>. Acesso em: 9 out. 2024.

WIKIPEDIA. Combino Amsterdam. Disponível em: <https://trainspo.com/model/3979/>. Acesso em: 9 out. 2024.

WIKIPEDIA. IJTram. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/IJtram>. Acesso em: 9 out. 2024a.

WIKIPEDIA. Trams in Amsterdam. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Amsterdam#. Acesso em: 9 out. 2024b.

8. ANEXO

Figura 8-1 Comparativo completo das características físicas do Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS							
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIÓCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)								
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície	Em superfície	Em superfície	Em superfície e elevado	Trecho em superfície e trechos enterrados	Em superfície	
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, ocorre compartilhamento com veículos e pedestres em alguns trechos	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, trechos segregados através de dispositivos separadores e trechos enterrados	Segregação física em trechos	
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Todas as plataformas possuem	Plataformas simples em formato de ponto de parada, sem portas	Todas as plataformas possuem	Não há portas, apenas guarda corpo	Plataformas do trecho em superfície com estrutura simples, similar a pontos de parada	Plataformas com estrutura simples, similar a pontos de parada	
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-2 Comparativo completo das características físicas do Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIOLA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)							
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 500 a 1.150	Aproximadamente 400	De 720 a 2800	De 800 a 2170	Aproximadamente 813	De 400 a 1960
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizado o tratamento do passeio, adequações para cumprimento de normas de acessibilidade, reforma nas obras de arte, implantação de ciclovias e paisagismo em todo eixo do projeto.	Foi realizada a revitalização urbanística da região portuária do Rio de Janeiro. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte	Revitalização do trecho ferroviário existente entre as cidades do Crato e Juazeiro do Norte, além do passeio, acessibilidade e iluminação.	Revitalização do trecho ferroviário existente, passeio, acessibilidade e iluminação.	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-3 Comparativo completo das características físicas do Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA		SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIÓCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5	333,9	68	4,5	31,9	306,35**	495,2**
	Só infraestrutura							
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)		Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (4 anos)	Médio a longo (5 anos)	Médio a longo (4 anos)	Médio a longo (5 anos)	Médio a longo (entre 6 e 7 anos)	-
IMPACTO VISUAL		Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via. Médio, impacto visual das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.	Baixo, Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações
EFEITO BARREIRA		Muito baixo	Médio, por seu traçado segregado do sistema viário	Muito baixo	Médio por seu traçado segregado do sistema viário	Médio por seu traçado segregado do sistema viário	Muito baixo	Muito baixo

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-4 Comparativo completo das características funcionais e operacionais do Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS							
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIÓCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS								
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária	Tração elétrica alimentada por terceiro trilho energizado	Tração hidráulica mecânica	Tração hidráulica mecânica	Tração elétrica alimentada por catenária	Tração elétrica alimentada por catenária	
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa	No veículo	Externa ao veículo	Não existe	Externa ao veículo	No veículo	
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRAFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos	Em todo percurso	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos	
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-	-	-	-	-	-	
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Apenas em vias com baixo movimento e fluxo de veículos	Possui	Possui	Possui	Possui	Possui	

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-5 Comparativo completo das características funcionais e operacionais do Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIOCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS							
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática	Em tempo real e estática	Disponível no site da Metrofor ou através de um papel colado na portadas estações	Disponível no site da Metrofor e nas plataformas	Em tempo real e estática	Em tempo real e estática
FREQUÊNCIAS/INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	De 48 a 1.800 segundos (8 a 30 min), a depender do dia	De 420 a 900 segundos (7 a 15 min), dependendo do horário e da linha, e 180 segundos (3min) em paradas compartilhadas	2700 a 5400 segundos (45 a 90 min)	3600 segundos (60 min)	240 segundos (4 minutos)	300 a 600 segundos (5 a 10 min)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	15 km/h	10 a 25 km/h	60 km/h	20 a 40 km/h	26 km/h	30 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	400 lugares	420 lugares	358 lugares	766 lugares	Eurotram: 216 Traintram: 248	13G: 131 14G: 151 15G: 175

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-6 Comparativo completo das características funcionais e operacionais do Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIOCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	3200*	20000	16110*	15320*	20300	30000
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Existente (Diesel)	Existente (Diesel)	Inexistente	Inexistente
RUIDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo	Baixo	Médio/Alto	Médio/Alto	Baixo	Baixo
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Média alta	Média	-	Média/ Alta	Média	Alta	Média/baixa

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-7 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIOLA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)							
LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL	Em superfície	Em superfície	Em superfície	Em superfície	Em superfície e elevado	Trecho em superfície e trechos enterrados	Em superfície
SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, ocorre compartilhamento com veículos e pedestres em alguns trechos	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, compartilhamento com veículos e pedestres somente nas passagens em nível	Segregação física, trechos segregados através de dispositivos separadores e trechos enterrados	Segregação física em trechos
INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas	Todas as plataformas possuem	Plataformas simples em formato de ponto de parada, sem portas	Todas as plataformas possuem	Não há portas, apenas guarda corpo	Plataformas do trecho em superfície com estrutura simples, similar a pontos de parada	Plataformas com estrutura simples, similar a pontos de parada
	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-8 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	 VLT - GUIA TPC	 VLT RMBS	 VLT CARIOLA	 VLT CARIRI	 VLT PARANGABA -MUCURIPE	 METRO DO PORTO	 VLT AMSTERDÃ
FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE PARADAS/ESTAÇÕES (METROS)	De 500 a 600	De 500 a 1.150	Aproximadamente 400	De 720 a 2800	De 800 a 2170	Aproximadamente 813	De 400 a 1960
TRATAMENTOS URBANÍSTICOS	Necessário tratamento de passeios, acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Foi realizado o tratamento do passeio, adequações para cumprimento de normas de acessibilidade, reforma nas obras de arte, implantação de cicloviárias, paisagismo em todo eixo do projeto.	Foi realizada a revitalização urbanística da região portuária do Rio de Janeiro. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte	Revitalização do trecho ferroviário existente entre as cidades do Crato e Juazeiro do Norte, além do passeio, acessibilidade e iluminação.	Revitalização do trecho ferroviário existente, passeio, acessibilidade e iluminação.	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.	Foi realizada a revitalização urbanística. Projeto urbanístico, paisagístico, de mobilidade viária e de transporte.
PAVIMENTO RÍGIDO	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-9 Características físicas destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA		SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)		VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIOCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
FAIXAS REFERENCIAIS DE CUSTO (R\$ MILHÕES/ KM, BASE 2024)*	Total (infraestrutura, garagem, veículo e sistemas)	212,25 a 424,5	333,9	68	4,5	31,9	306,35**	495,2**
	Só infraestrutura							
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO (CASOS MÉDIOS NACIONAIS)		Médio a longo (3 a 10 anos)	Médio a longo (4 anos)	Médio a longo (5 anos)	Médio a longo (4 anos)	Médio a longo (5 anos)	Médio a longo (entre 6 e 7 anos)	-
IMPACTO VISUAL		Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via. Médio impacto visual das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.	Baixo impacto visual das vias e médio das estações.	Baixo. Impacto visual da via e das estações	Baixo. Impacto visual da via e das estações
EFEITO BARREIRA		Muito baixo	Médio, por seu traçado segregado do sistema viário	Muito baixo	Médio por seu traçado segregado do sistema viário	Médio por seu traçado segregado do sistema viário	Muito baixo	Muito baixo

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-10 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIÓCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
REDE TRONCO- ALIMENTADA	Recomendável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo	Tração elétrica alimentada por catenária	Tração elétrica alimentada por terceiro trilho energizado	Tração hidráulica mecânica	Tração hidráulica mecânica	Tração elétrica alimentada por catenária	Tração elétrica alimentada por catenária
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Necessária	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
VALIDAÇÃO/COBRANÇA DA TARIFA	No veículo ou externa ao veículo (na estação)	Externa	No veículo	Externa ao veículo	Não existe	Externa ao veículo	No veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM O TRAFEGO GERAL	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos	Em todo percurso	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos	Apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	-	-	-	-	-	-
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Necessário	Apenas em vias com baixo movimento e fluxo de veículos	Possui	Possui	Possui	Possui	Possui

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-11 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS						
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIOCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS							
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Necessário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA	Necessário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Necessária em tempo real. Necessária informação estática	Em tempo real e estática	Em tempo real e estática	Disponível no site da Metrofor ou através de um papel colado na porta das estações	Disponível no site da Metrofor e nas plataformas	Em tempo real e estática	Em tempo real e estática
FREQUÊNCIAS/INTERVALOS REFERENCIAIS	Intervalos de 180 segundos	De 48 a 1.800 segundos (8 a 30 min), a depender do dia	De 420 a 900 segundos (7 a 15 min), dependendo do horário e da linha, e 180 segundos (3 min) em paradas compartilhadas	2700 a 5400 segundos (45 a 90 min)	3600 segundos (60 min)	240 segundos (4 minutos)	300 a 600 segundos (5 a 10 min)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 25 km/h	15 km/h	10 a 25 km/h	60 km/h	20 a 40 km/h	26 km/h	30 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS (A UMA TAXA DE 6 PASS. EM PÉ/M ²)	De 280 a 660 lugares	400 lugares	420 lugares	358 lugares	766 lugares	Eurotram: 216 Traintram: 248	13G: 131 14G: 151 15G: 175

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.

Figura 8-12 Características funcionais e operacionais destacadas que estão em desacordo com o Guia TPC

COMPONENTE/ CARACTERÍSTICA	SISTEMAS SOBRE TRILHOS							
	VLT - GUIA TPC	VLT RMBS	VLT CARIÓCA	VLT CARIRI	VLT PARANGABA -MUCURIPE	METRO DO PORTO	VLT AMSTERDÃ	
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS								
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA (EM PASSAGEIRO/HORA/ SENTIDO)	2800 a 13200	3200*	20000	16110*	15320*	20300	30000	
EMISSÃO ATMOSFÉRICA	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Existente (Diesel)	Existente (Diesel)	Inexistente	Inexistente	
RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAiores DEMANDAS)	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	
RISCO DE ACIDENTES	Baixo	Baixo	Baixo	Médio/Alto	Médio/Alto	Baixo	Baixo	
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIAZLDADE)	Média alta	Média	-	Média/Alta	Média	Alta	Média/baixa	

Fonte: Guia TPC. Elaboração própria.