

## Proposta de implantação do sistema de veículo leve sobre trilhos na região central de Caxias do Sul/RS

### Proposal for the implementation of the light rail transit in the central region of Caxias do Sul/RS

*Iago Prado(1), Matheus Lemos Nogueira(2)*

1 Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: ipsilva3@ucs.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4921-6497>

2 Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: mlnogueira@ucs.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3554-0141>

**Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, vol. 7, n. 2, p. 125-140, Julho-Dezembro, 2018 - ISSN 2318-1109

[Recebido: 26 novembro 2018; Aceito: 28 março 2019]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2018.v7i2.3089>

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

## Resumo

A ideia do transporte público fortemente baseado no ônibus se tornou ultrapassada e pode trazer uma imagem negativa para o sistema. Paralelamente a isso, os cenários atuais nas médias e grandes cidades revelam que a infraestrutura pública para os transportes necessita explorar novas alternativas, além das já consolidadas, inclusive para a promoção de mais sustentabilidade na vida das pessoas. O Veículo Leve sobre Trilhos, além de eficiente e atraente, pode oferecer os atributos necessários para que as regiões onde é inserido se tornem mais sustentáveis, devido a redução do consumo de recursos naturais e das poluições atmosférica e sonora. A intenção do presente estudo é realçar a importância desta tecnologia, por meio de um estudo de caso na região central de Caxias do Sul/RS. Ao longo do texto são mencionadas algumas vantagens da implantação desse sistema, como a de reurbanização/revitalização de zonas históricas. Foram analisados dois cenários de implantação do VLT: 1) traçado em linha reta, na Avenida Júlio de Castilhos; 2) traçado circular, nas Avenidas Júlio de Castilhos e Itália e Rua Sinimbu. Ambas as alternativas se apresentaram viáveis, cada uma com suas peculiaridades. O primeiro cenário resultou em um veículo trafegando com velocidade de 21km/h passando por cada ponto de embarque/desembarque a cada 10 minutos, em média. Já a velocidade dos veículos no segundo cenário é de 26km/h e a frequência média é de 1 veículo a cada 8 minutos. Salienta-se que no Cenário II há a possibilidade de inserção de mais veículos na via conforme o aumento da demanda, por ser circular.

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana. VLT. Transporte coletivo.

## Abstract

The idea of public transport heavily based on the bus has become outdated and can bring a negative image to the system. Parallel to this, current scenarios in medium and large cities show that public transport infrastructure needs to explore new alternatives, in addition to those already consolidated, including to promote more sustainability in people's lives. The Light Rail Vehicle, in addition to being efficient and attractive, can offer the necessary attributes so that the regions where it is inserted become more sustainable, due to the reduction of the consumption of natural resources and the air and noise pollution. The intention of the present study is to highlight the importance of this technology, through a case study in the central region of South Caxias/RS. Throughout the text, some advantages of the implementation of this system are mentioned, such as redevelopment/revitalization of historical areas. Two scenarios of LRV deployment were analyzed: 1) a straight line route, at Júlio de Castilhos Avenue; 2) circular line route, in Júlio de Castilhos and Italy Avenues and Sinimbu Street. Both alternatives were feasible, each with its peculiarities. The first scenario resulted in a vehicle traveling at a speed of 21km/h through each boarding/landing point every 10 minutes on average. The speed of the vehicles in the second scenario is 26km/h and the average frequency is 1 vehicle every 8 minutes. It should be noted that in Scenario II there is the possibility of insertion of more vehicles in the road as demand increases, because it is circular.

**Keywords:** Urban mobility. LRV. Mass transit.

## 1 Introdução

A preocupação com a mobilidade urbana e seus efeitos é antiga. O mesmo pode ser afirmado com relação aos transportes, com suas distintas modalidades e tecnologias acompanhando a história da humanidade e tendo papel fundamental na ocupação do território e em seu desenvolvimento (PORTUGAL, 2017). As cidades brasileiras enfrentam problemas crescentes de poluição, acidentes de trânsito e congestionamentos e a qualidade dos sistemas de transporte público, de modo geral, é insatisfatória (VASCONCELLOS, 2012). Ainda segundo o último autor citado, as tendências são preocupantes e é importante desenvolver uma visão não tradicional sobre o tema para que novas soluções possam surgir.

As emissões provenientes do transporte, além de contribuírem para o efeito estufa, também causam problemas de saúde relacionados à poluição do ar e sonora, geração de resíduos de óleo (*run-off*) que terminam nos mananciais, dentre outros. O espaço predominado por veículos afasta os pedestres e ciclistas, potenciais clientes do comércio presente no entorno de onde circulam. Essa situação, aliada com a falta de vagas para estacionar, acarreta em uma queda de 50% no setor comercial (MENDES, 2016).

Para reverter este quadro, faz-se necessário o investimento no transporte coletivo, atraindo mais usuários para este sistema. Como alternativa, o sistema de Veículo Leve sobre Trilhos vem sendo visto como solução para a região central de grandes cidades. Além de transportar um número maior de passageiros ocupando menos espaço que os veículos particulares, por exemplo, o VLT utiliza energia renovável e menos poluidora. Trata-se de um trem moderno de média capacidade e guiado por trilhos metálicos, com equipamento e infraestrutura mais leves que o convencional. Normalmente circula na superfície, concorrendo com outros modais e também com pedestres, possibilitando sua inserção no meio urbano (ABNT, 2017; MACEDO; ARROYO, 2016).

CCTM (2010) também defende que o VLT pode se tornar parte da paisagem da cidade, atuando como elemento de reurbanização paisagística e ambiental. Devido à baixa velocidade e ao fato de o trilho ser embutido na via, o sistema pode ser totalmente integrado com o transporte ativo, oferecendo maior segurança e conforto tanto para os pedestres quanto para os passageiros. Tal característica possibilita que o VLT circule por centros históricos, com menos agressividade e sem causar danos ao ambiente. Quando utilizado leito de grama, ainda reduz o ruído e contribui para a permeabilidade do solo (MACEDO; ARROYO, 2016).

Os relatos de casos de sucesso da adoção de VLTs em outros países estão trazendo para o Brasil o retorno do sistema ferroviário. Porém, conforme Cruz *et al* (2013), este sistema foi adotado no exterior após os convencionais já operarem em seu grau máximo de otimização. No caso brasileiro, o setor se encontra devassado e com poucos investimentos.

Para implantar este sistema é necessário atender a certos requisitos, como a bitola mínima de 1,435m e via com largura mínima de 3,15m, quando singela, e 6,50m, quando dupla. Na via permanente, a rampa máxima admissível é de 7% e o raio mínimo de curvatura horizontal é de 30m. No pátio de estacionamento, a rampa máxima é de 1% e o raio para curvas de 20m. Em via segregada, o VLT pode alcançar a velocidade máxima de 80km/h, enquanto no meio urbano o máximo é de 50km/h, reduzido à 30km/h quando do uso compartilhado. É recomendado que se evite situações de contrafluxo, onde o VLT transitaria em sentido oposto aos demais veículos, aumentando o risco de acidentes em mais de 70% (TRB, 2012; BRASIL, 2016).

## **1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade de implantação de um sistema VLT na região central da cidade de Caxias do Sul/RS.

## **1.2 Objetivos específicos**

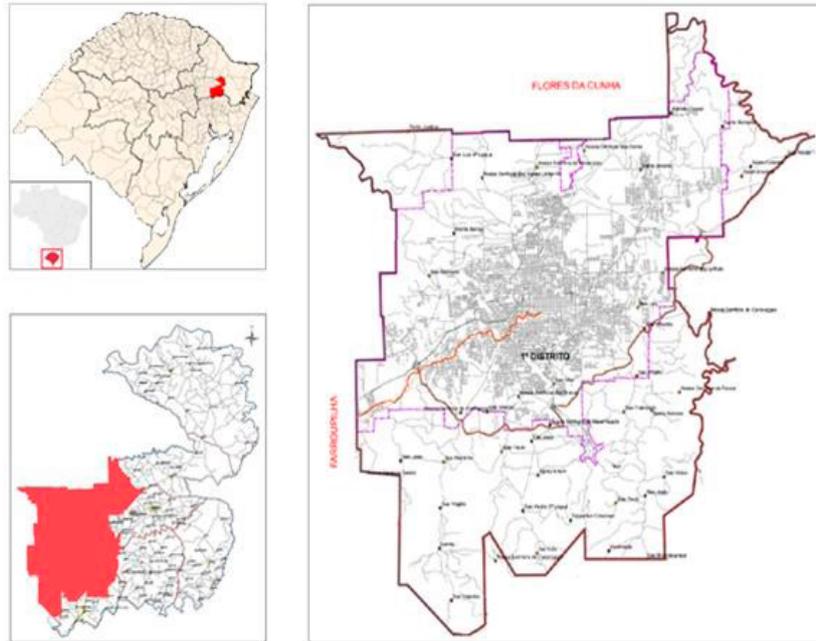
Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a. definir a área de estudo;
- b. definir demanda para o sistema a ser analisado;
- c. comparar dois cenários para implantação do sistema VLT.

## **2 Metodologia**

### **2.1 Área de estudo**

O município de Caxias do Sul está localizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, conforme Figura 1. Estima-se que sua população seja de 504.069 habitantes em 2018 (IBGE, 2019a). Em 2016 haviam 204.376 automóveis na cidade, com crescimento da frota igual a 75,58% quando comparado com o ano de 2005 (IBGE, 2019b). Este crescimento exponencial da quantidade de veículos aliado à aglomeração urbana no centro da cidade acentuaram os problemas nesta região.

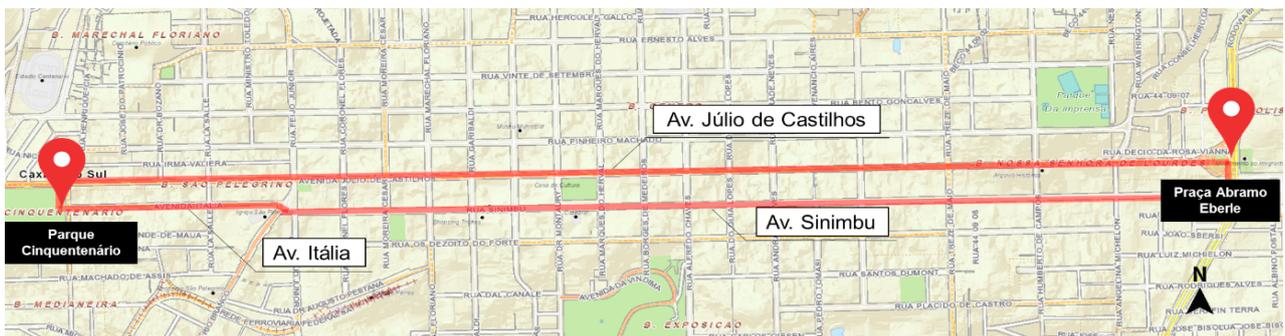


**Figura 1.** Mapa de localização de Caxias do Sul.

Fonte: adaptado de SEPLAN (2018).

## 2.2 Vias estudadas

A região estudada abrange as duas vias que limitam a principal praça da cidade, a Praça Dante Alighieri. São elas a Avenida Itália e a Rua Sinimbu, de mesma direção e sentido, e grande parte da Avenida Júlio de Castilhos, na mesma direção que as demais porém com tráfego em ambos os sentidos. Perpendicular a estas vias, deve-se citar também aquelas onde o VLT poderia realizar conversão, sendo elas a Rua Teixeira Mendes, situada junto ao Parque Cinquentenário, e a BR-116, junto à Praça Abramo Eberle, conforme a Figura 2.



**Figura 2.** Mapa de localização das vias.

Fonte: adaptado de SEPLAN (2018).



A distribuição dos pontos de parada foi realizada conforme a conveniência do projeto, podendo a distância entre os pontos variar para mais ou para menos, de forma a contemplar os pontos importantes ao longo da via como, por exemplo, hospitais, shoppings, centros universitários, praças e parques.

#### 2.4.2 Intervalo de tempo ( $T$ )

O intervalo de tempo de passada dos veículos nas estações é composto por duas parcelas, sendo a primeira o tempo que o VLT necessita para percorrer todo o trajeto ( $T_t$ ) e a segunda o tempo necessário para embarque e desembarque em todos os pontos de parada depois da partida no terminal ( $T_p$ ), conforme Equação 2.

$$T = T_t + T_p \quad (2)$$

Em que:

$T_t$  : tempo de trajeto;

$T_p$  : tempo total de parada para embarque e desembarque em todo o trajeto.

O tempo necessário para o VLT percorrer o trajeto ( $T_t$ ) foi determinado a partir do comprimento da via e a velocidade máxima permitida no trecho, conforme Equação 3.

$$T_t = \frac{D}{v} \quad (3)$$

Em que:

$D$ : comprimento do trecho;

$v$ : velocidade máxima permitida no trecho.

O número de paradas depois da partida do veículo na primeira estação ( $n$ ) representa quantas vezes o VLT irá parar ao longo do trajeto até chegar na estação final. Este número é útil para calcular o tempo que o usuário do transporte, ao chegar na estação, deverá aguardar pelo próximo veículo, levando em consideração que na outra extremidade o outro veículo também recém deixou o terminal.

$$n = N - 1 \quad (4)$$

Em que:

$N$ : tempo de embarque e desembarque em cada parada.

O tempo total das paradas ( $T_p$ ) foi determinado a partir do número de paradas depois da partida da estação inicial ( $n$ ) e do tempo em cada parada ( $t_p$ ), de vinte segundos, o mesmo adotado do sistema do VLT da Baixada Santista.

$$T_p = n \times t_p \quad (5)$$

Em que:

$n$ : número de paradas depois da partida da estação inicial;

$t_p$ : tempo em cada parada.

Fazendo as devidas substituições na Equação 2, obtém-se a Equação 6.

$$T = \left[ \left( \frac{D}{v} \right) \times 60 \right] + \left( \frac{n \times t_p}{60} \right) \quad (6)$$

Em que:

D = comprimento do trecho;

v = velocidade máxima permitida no trecho;

n = número de pontos de parada depois da partida do terminal;

t<sub>p</sub> = tempo em cada parada para embarque e desembarque.

### 2.4.3 Capacidade e modelo do VLT

Para determinar a capacidade do sistema, foram utilizados os valores de Unidade de Carros de Passeio (UCP) obtidos na contagem de tráfego e posteriormente convertidos para passageiros por hora. A partir do intervalo de tempo, é possível determinar quantas viagens por hora o VLT irá realizar e então obter a capacidade necessária de passageiros a serem transportados em cada uma delas.

A partir da determinação da quantidade máxima de passageiros para cada viagem, foi possível determinar a capacidade requisitada. Desta forma, é possível identificar o modelo de VLT que a atende. Os modelos apresentados são das fabricantes mais populares: 1) Alstom, com sede na França e filial na cidade de Taubaté/SP; 2) Bom Sinal, com sede no Ceará e com filial em São Paulo. A Tabela 1 apresenta a capacidade de alguns modelos da Alstom e da Bom Sinal.

**Tabela 1.** Fabricantes, modelos e capacidades

Fabricante	Modelos	Capacidade
Alstom	Citadis Compact	Até 139 passageiros
	Citadis X05	De 142 a 319 passageiros
	Citadis Spirit Light Rail Vehicle	De 175 a 340 passageiros
Bom Sinal	Mobile 2	De 358 a 400 passageiros
	Mobile 3	De 562 a 600 passageiros
	Mobile 4	De 766 a 800 passageiros

**Fonte:** elaborada pelo autor com base em Alstom (2017) e Bom Sinal (2017).

## 3 Resultados

### 3.1 Parâmetros geométricos das vias e dos terminais

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros geométricos das vias por onde o VLT poderá passar, tais como comprimento, larguras e rampa. Já na Tabela 3 são resumidos os parâmetros geométricos dos espaços físicos nos arredores das vias, sendo estes os possíveis terminais dos traçados.

**Tabela 2.** Parâmetros geométricos das vias

Vias	Comprimento (km)	Largura mínima (m)	Largura máxima (m)	Rampa máxima (%)
Av. Júlio de Castilhos	3,50	6,9	22,5	5,38
Av. Itália	0,65	14,0	19,3	1,33
Rua Sinimbu	2,95	17,8	33,4	5,71

Fonte: Autor.

**Tabela 3.** Parâmetros geométricos dos possíveis terminais

	Área (m <sup>2</sup> )	Raio de curvatura mínimo (m)	Raio de curvatura máximo (m)	Rampa máxima (%)
Pq. Cinquentenário	40.000	28,1	38,0	0,3
Pç. Abramo Eberle	4.300	25,0	42,9	0,1

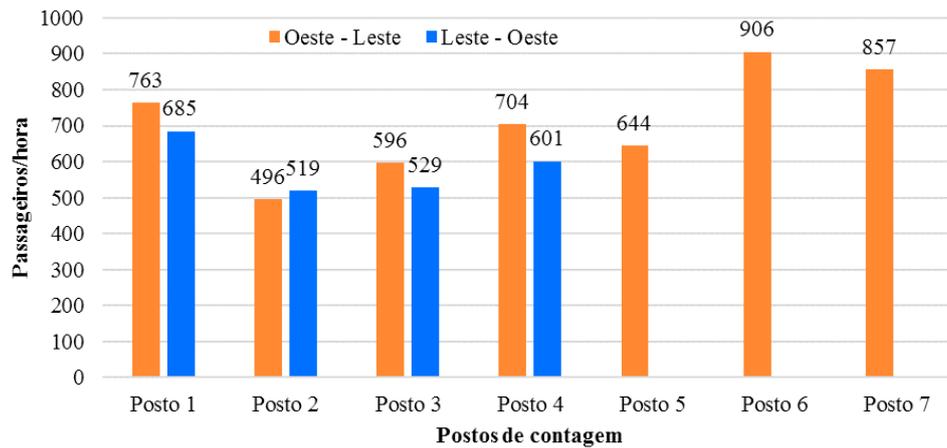
Fonte: Autor.

Os valores apresentados na Tabela 2 demonstram que a rampa máxima é de 5,71%, inferior ao valor máximo de 7%. As larguras máximas das vias potencializam a possibilidade de implantação do sistema. Porém, a largura mínima na Avenida Júlio de Castilhos, de 6,9m, indica previamente a impossibilidade de que se possa implantar o sistema junto a outros modais, sendo necessário que neste trecho se adote a configuração com vias exclusivas para o VLT, compartilhado apenas com o transporte ativo.

Quanto aos possíveis terminais nas extremidades das linhas, ambos são aptos a receber o sistema. A sua infraestrutura, bem como oficinas, pátios e garagens, atende aos requisitos tanto de raio mínimo quanto da rampa máxima dentro deles, conforme valores apresentados na Tabela 3.

### 3.2 Contagens de tráfego

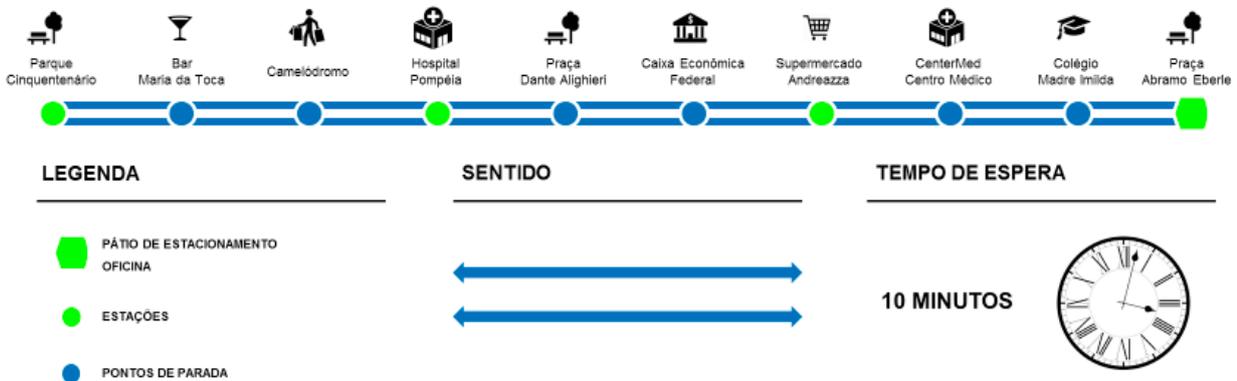
Para o dimensionamento do sistema, fez-se necessário encontrar o valor de demanda máxima a ser atendida pelo sistema de Veículo Leve sobre Trilhos. Primeiro calculou-se o tráfego homogêneo, chegando ao valor de Unidades de Carros de Passeio (UCP) de acordo com os fatores de equivalência do Contran (2014). Após, multiplicaram-se os valores de UCP pela ocupação média de um carro de passeio, sendo esta igual a 1,5 ocupantes por carro (VASCONCELLOS, 2012). A quantidade de passageiros é apresentada na Figura 4.



**Figura 4.** Volume de passageiros por hora.  
**Fonte:** Autor.

### 3.3 Cenário I

O primeiro cenário prevê a implantação de duas vias singelas na Avenida Júlio de Castilhos. O traçado é bidirecional e em linha reta, fato que limita o uso de um VLT por trilho. Dentro deste cenário são apresentadas configurações com via exclusiva e compartilhada. Na Figura 5 é apresentado um esquema representativo deste traçado.



**Figura 5.** Traçado do Cenário I.  
**Fonte:** Autor.

Para este primeiro cenário, foi calculado um total de 10 pontos de parada, com distância média entre eles de 350m. Nesse trecho, a velocidade é constante pelo fato de todo ele estar inserido em um contexto de via compartilhada. Considerando então a velocidade máxima de 30km/h durante o deslocamento, o tempo mínimo necessário para que o veículo conclua o trajeto é de dez minutos. Já considerando o tempo gasto no percurso e o tempo do veículo parados para embarque e desembarque nas estações, a velocidade média no trajeto é igual a 21km/h.

Apesar de o sistema estar situado apenas na Avenida Júlio de Castilhos, utilizaram-se os valores das contagens de todos os postos, com o objetivo atender a demanda da Avenida Itália e da Rua Sinimbu. Uma vez que o sistema possui dois trilhos

bidirecionais isolados, não é possível compartilhar o trilho com mais de um VLT, pois impediria que o veículo fosse de uma extremidade do trilho até outra. Este fato limita a frota a um veículo para cada trilho, com intervalo de dez minutos entre as passadas nos pontos de parada. Este intervalo resulta em uma frequência de seis viagens por hora. Considerando o maior resultado encontrado nas contagens, de 906 passageiros por hora, e distribuindo entre estas seis viagens, obtém-se o total de 151 pessoas a serem transportadas em cada volta deste veículo. Logo, este valor de 151 pessoas também representa a capacidade mínima que o veículo deverá possuir para atender a demanda.

Dentre os modelos da Alstom, encontram-se o modelo *Citadis Compact*, que transporta até 139 passageiros, capacidade inferior à demanda encontrada. No caso do *Citadis X05*, apenas a configuração com três carros (com 23,9 metros) não poderia suprir com esta demanda. Quanto ao *Citadis Spirit Light Rail Vehicle*, este é recomendado para demanda superior a 175 passageiros. Para os modelos da Bom Sinal, todos apresentam capacidade superior à demanda estimada. Porém a sua utilização é inviável, uma vez que possuem capacidades significativamente maiores que a demanda identificada e esta situação resultaria em sub-utilização dos veículos.

### 3.4 Cenário II

O segundo cenário prevê a implantação do sistema em via singela em todas as vias estudadas, com traçado circular no sentido anti-horário, ou seja, trafegando no sentido leste para o oeste pela Avenida Júlio de Castilhos e retornando pela Avenida Itália e Rua Sinimbu. Este sentido foi definido seguindo as recomendações técnicas de segurança viária, de forma a evitar situações de contrafluxo. Assim como no Cenário I, o Cenário II apresenta tanto a configuração com via exclusiva, como também com via compartilhada. Na Figura 6 é apresentado um esquema que representa este traçado.

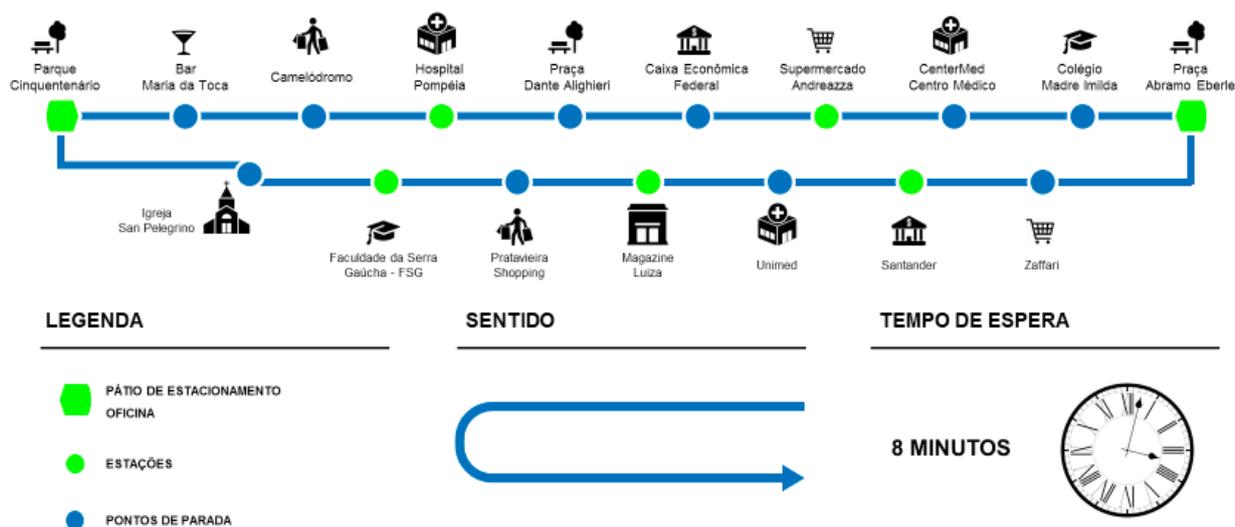


Figura 6. Traçado do Cenário II.

Fonte: Autor.

Para este traçado foram calculadas 17 estações ao longo do trecho. Parte deste trajeto é em via compartilhada, com velocidade de 30km/h. No restante, a velocidade máxima considerada é de 50km/h. Com uma velocidade média de 40km/h, chegou-se a um tempo total de trajeto igual a 16 minutos. Considerando então o tempo em deslocamento mais o tempo do veículo parado nas estações para embarque e desembarque, a velocidade média do trajeto é de 26,6km/h.

A partir do intervalo de tempo (T), é possível obter o número de voltas que este VLT irá percorrer no intervalo de uma hora. Considerando a quantidade máxima de passageiros transportados por hora de 901 passageiros, obteve-se o volume de passageiros que o VLT deverá transportar em uma volta, ou seja, sua capacidade total de ocupação. Este valor é alterado de acordo com a quantidade de veículos disponível, bem como o tempo de espera na estação, conforme pode ser observado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Intervalo de tempo por número de carros

Frota (veículos)	Frequência (voltas por hora)	Capacidade (passageiros)	Tempo
1	4	242	16min e 20seg
2	8	121	8 min e 20seg
3	11	81	5 min e 20seg
4	15	60	4 min e 20seg
5	19	48	3min e 12seg
6	23	40	2min e 40seg

**Fonte:** Autor.

Uma vez que o traçado no Cenário II é circular, se torna possível compartilhar o trilho com mais de um veículo. Porém, embora o aumento no número de veículos na linha torne o tempo de espera muito menor, conforme valores apresentados na Tabela 4, se torna ineficiente a utilização de quaisquer dos modelos de VLT apresentados, com capacidade muito superior à demanda. Em contrapartida, se utilizado apenas um veículo com a capacidade próxima à demanda, de 242 passageiros, o tempo de espera entre os veículos na estação pode se tornar não atrativo para o usuário. Com vista à exequibilidade do estudo, e adotando uma escolha técnica, optou-se por detalhar a opção com dois veículos, resultando no intervalo de tempo de 8 minutos e 20 segundos. Com isso, a capacidade do veículo deve ser superior a 121 pessoas, potencializando o modelo *Citadis Compact* e as primeiras configurações do *Citadis X05*.

Para o funcionamento ideal do sistema, faz-se necessário a implantação de diversos elementos externos ao VLT em si. Entre os elementos obrigatórios, estão os pátios e oficinas de manutenção, além de garagem para os veículos do sistema. O terreno escolhido para abrigar as instalações é a Praça Abramo Eberle, devido a facilidade de injeção do veículo na via e por possuir uma área com capacidade suficiente para abrigar a frota.

No Quadro 1 são apresentados os dados operacionais dos cenários propostos das linhas de VLT, onde algumas variáveis como configuração da via, largura da seção e velocidade foram determinadas a partir da tipologia do sistema em cada cenário e outras como capacidade de passageiros, número de composições e tipo de alimentação definidas a partir de uma escolha técnica.

Características Técnicas	Cenário I	Cenário II
Vias	Av. Júlio de Castilhos	Av. Júlio de Castilhos, Av. Itália e Rua Sinimbu
Configuração da via	2 vias singelas em linha reta	1 via singela circular
Sentido	Bidirecional	Sentido único
Extensão (km)	3,60	7,10
Rampa Máxima	5,38%	5,71%
Largura da seção (m)	2,65	2,65
Velocidade Média (km/h)	21,0	26,6
Velocidade Máxima (km/h)	30	50
Capacidade de passageiros	151	121
Número de pontos de parada	10	17
Frota operante	2	2
Alimentação	Elétrica (sem catenária) APS ou Supercapacitores	Elétrica (sem catenária) APS ou Supercapacitores

**Quadro 1.** Características operacionais do Veículo Leve sobre Trilhos em Caxias do Sul.

**Fonte:** Autor.

Após a realização da análise dos dados de contagem de veículos e da análise da área de estudo, é possível afirmar que a implantação do sistema de Veículo Leve sobre Trilhos na região central de Caxias do Sul é uma opção tecnicamente viável para ambos os cenários aqui estudados, cabendo a implantação respeitar as características de cada trecho das vias analisadas. Tanto o Cenário I quanto o Cenário II apresentaram boas características geométricas, tanto no caso da rampa máxima quanto da largura das vias, fazendo com que eles atendam às normativas vigentes.

## 4 Considerações finais

Cada cenário proporciona prós e contras de acordo com suas configurações, cabendo a escolha para aquele que for mais adequado em cada situação. O Cenário I

apresentou um tempo de espera na estação de 10 minutos e velocidade média de 21km/h, valores similares a outros projetos. O Cenário II por sua vez, apresentou um tempo de espera de 8 minutos e velocidade média superior à 26km/h. O traçado circular possibilita a inserção de mais veículos na via, em qualquer momento após implantação, tornando o tempo de espera ainda menor.

O Cenário I se torna mais atraente quando do uso de via exclusiva para o VLT, tornando a via uma espécie de praça alongada ao longo da sua extensão, enquanto o Cenário II se mostrou mais funcional, uma vez que conta com pista exclusiva para o VLT e pode-se alcançar uma velocidade média maior. Além disso, ele oferece a possibilidade de inserção de mais carros na linha, de acordo com a capacidade e o tempo de espera que se deseja obter.

Atenta-se para uso de outros elementos que podem corroborar para a reurbanização dos locais afetados, como adoção de calçadas maiores para os pedestres, ciclovias e estações de bicicletas compartilhadas. Tais ações colaboram para a inversão da pirâmide de prioridade da mobilidade urbana. Outro aspecto importante é o uso de elementos que podem realizar a integração entre modais de transporte, como a inserção de uma passarela que ligue o terminal da Praça Abramo Eberle (região leste) com a Estação Principal de Integração (EPI) situada no bairro Imigrante.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14035 – Veículo leve sobre trilhos – Requisitos para material rodante*. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 10 p.
- ALSTOM. *Product Catalogue*. 2017. Disponível em: <https://www.alstom.com/our-solutions/rolling-stock>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- BOM SINAL. *Produtos*. 2017. Disponível em: <https://www.bomsinal.com/produtos/vlt-mobile.html>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- BRASIL. Ministério das Cidades. *Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana - Veículo Leve sobre Trilhos*. SeMob, Brasília, 2016. Disponível em: <https://d.pr/oLpT> Acesso em: 2 ago. 2017.
- COMPANHIA CEARENSE DE TRANSPORTES METROPOLITANOS. *Projetos baseados em veículo leve sobre trilhos em operação e implantação*. 2010. Disponível em: [http://www.etufor.ce.gov.br/PDFs%5Cv\\_encontro\\_qualidade%5Cromulo\\_fortes\\_metrofor.pdf](http://www.etufor.ce.gov.br/PDFs%5Cv_encontro_qualidade%5Cromulo_fortes_metrofor.pdf). Acesso em: 12 fev. 2019.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito*. Volume V – Sinalização Semafórica. 2014. Disponível em: [http://meusite.mackenzie.br/professor\\_cucci/ManualSemaforos2014.pdf](http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/ManualSemaforos2014.pdf). Acesso em: 17 maio 2018.
- CRUZ, Walter Santa; SANTIAGO, Marília Cavalcanti; CÂMARA, Araci Brasil Leite de Arruda; FREIRE FILHO, José Avelino; COSTA, Alysson Marcio Nóbrega. *Veículos leves sobre trilhos: solução ou problema para o transporte público nas cidades brasileiras de médio porte?* In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO. 2013, Brasília. Disponível em: [http://files-server.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/07/E9439937-9066-42FD-A262-83C2355BAE20.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/07/E9439937-9066-42FD-A262-83C2355BAE20.pdf) Acesso em 12 fev. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *População*. 2019a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/panorama>. Acesso em 12 fev. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Frota*. 2019b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- MACEDO, Fábio de Carvalho; ARROYO, Alfonso Gonzales. *Supertrens*. 2016. Disponível em: <http://www.tramway.com.br/Veiculo%20Leve%20Sobre%20Trilhos%20V4.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- MENDES, Kamila. Sem vagas para estacionar, clientes sumiram da Avenida Rio Branco, em Caxias. *O Pioneiro*, Caxias do Sul, 14 de setembro de 2016. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/noticia/2016/09/sem-vagas-para-estacionar-clientes-sumiram-da-avenida-rio-branco-em-caxias-7448449.html>. Acesso em 14 jul. 2018.
- OLIVEIRA, Gean de. *Análise dos níveis de serviço do tráfego em vias urbanas de Caxias do Sul/RS*. 2017. 83 p. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação) - Universidade de Caxias do Sul, Campus Universitário de Caxias do Sul, Engenharia Civil, 2017.

PORTUGAL, Licínio da Silva (Org.). *Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento urbano*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 336 p.

SEPLAN. *Mapa Público*. 2018. Disponível em: <http://geopublico.caxias.rs.gov.br:8814/geocaxias/map?config=src/webgis/config/map/config-all.xml> . Acesso em: 18 jun. 2018.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *Track Design Handbook for Light Rail Transit*. 2. ed. Washington, DC: TCRP Report, 2012.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. *Mobilidade Urbana e Cidadania*. 1. ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2012. 216 p.