

# Transporte e mobilidade: A implementação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) para o desenvolvimento de cidades inteligentes

ÁLVARO REGO LIMA<sup>1</sup>  
RAISSA OLIVEIRA ROCHA<sup>2</sup>  
RYAN DOS SANTOS NEVES<sup>3</sup>  
MAURICIO FREITAS QUIXABEIRA<sup>4</sup>  
MILSON LOUSEIRO LIMA  
JORGE HELENO BALDEZ JUNIOR  
EWERTON FERREIRA BASTOS

Faculdade Laboro, MA

## RESUMO

Este artigo analisa o papel do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) na construção de cidades inteligentes. Por meio da combinação de tecnologia avançada e infraestrutura urbana inteligente, o VLT proporciona uma série de benefícios nas cidades inteligentes. Uma das principais vantagens do VLT é a redução do tráfego, pois o sistema oferece uma alternativa de transporte público eficiente e atrativa para os moradores. Além disso, o VLT também desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade do ar, uma vez que utiliza fontes de energia limpa e não emite poluentes diretamente. O VLT pode ser facilmente integrado a outros meios de transporte, como ônibus, bicicletas e estações de metrô, oferecendo uma opção de mobilidade multimodal, o VLT também desempenha um papel significativo na revitalização urbana. A implantação do sistema muitas vezes está associada a investimentos em infraestrutura, como a renovação de ruas e praças, criação de áreas verdes e melhoria do ambiente urbano.

**Palavras chaves:** VLT, Cidades inteligentes, transporte, mobilidade.

## ABSTRACT

This article analyzes the role of the Light Rail Vehicle (VLT) in the construction of smart

---

1 Graduando em Tecnologia em Redes de computadores: alvarolima0103@gmail.com  
2 Graduando em Tecnologia em Redes de computadores: raissaorocha@gmail.com  
3 Graduando em Tecnologia em Redes de computadores: ryansneves3518@gmail.com  
4 Graduando em Tecnologia em Redes de computadores: mauricio.freitas.q@gmail.com

cities. Through the combination of advanced technology and smart urban infrastructure, the VLT provides a series of benefits in smart cities. In addition, the VLT also plays a key role in improving air quality, as it uses clean energy sources and does not emit pollutants directly. The VLT can be easily integrated with other means of transport such as buses, bicycles and metro stations, offering a multimodal mobility option, the VLT also plays a significant role in revitalizing urban. The implementation of the system is often associated with investments in infrastructure, such as renovating streets and squares, creating green areas and improving the urban environment.

Keywords: LRT, intelligent cities, transportation, mobility

## 1. Introdução

O desenvolvimento das cidades inteligentes tem sido uma das principais metas para enfrentar os desafios da urbanização crescente. Nesse contexto, uma das soluções de mobilidade urbana que tem ganhado destaque é o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT). O VLT é um sistema de transporte público eficiente e sustentável que combina tecnologia avançada e infraestrutura urbana inteligente. Sua implementação em cidades inteligentes promove benefícios significativos, como a redução do tráfego, melhoria da qualidade do ar, integração de modos de transporte e estímulo à revitalização urbana. Nesta redação, exploraremos os impactos positivos do VLT em cidades inteligentes, analisando suas características e como contribui para a construção de um ambiente urbano mais conectado, eficiente e sustentável.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1 Planejamento do projeto

O planejamento do projeto de implantação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) em uma cidade inteligente desempenha um papel fundamental para o seu sucesso. Um planejamento adequado leva em consideração diversos aspectos, desde a análise da demanda e a identificação das rotas mais estratégicas até a definição da infraestrutura necessária e a integração com outros modos de transporte. De acordo com Chiavenato (2007), o planejamento estratégico representa como a estratégia será implementada e avaliada, ou seja, está ligada a fatores internos e externos. É um conjunto de decisão, que Page 7 dependerá dos recursos e da tecnologia necessária para o alcance dos objetivos esperados.

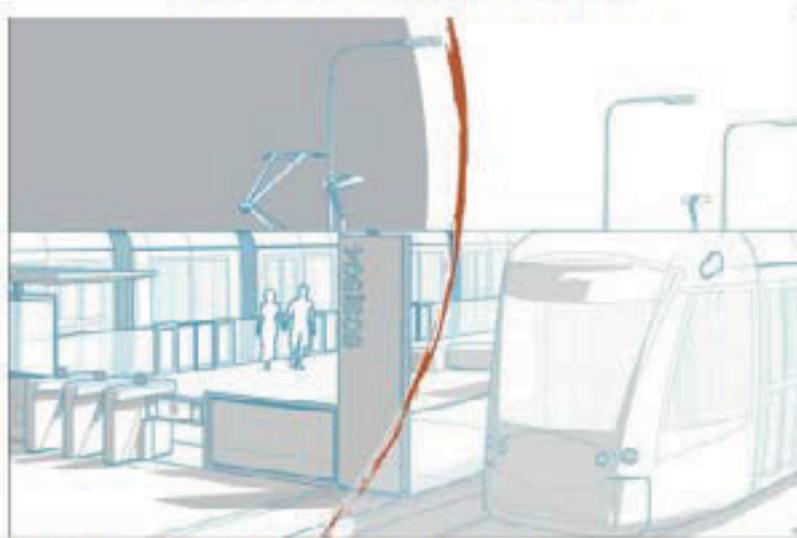
...] todos esses ingredientes estão sujeitos a influências ambientais em termos de coação, contingenciais, limitações e restrições, oportunidades e ameaças. Como o ambiente é dinâmico e mutável a estratégia é orientada para o futuro - e não apenas para presente -, ela não pode se constituir um único caminho rígido, estreito e fixo, mas em uma rota flexível e capaz de se adequar a cada momento as imprevisibilidades que acontecem no meio do caminho. (CHIAVENATO, 2007,p.

120,121.

O primeiro passo no planejamento do projeto de VLT é realizar estudos de viabilidade para entender a demanda de transporte da cidade. Isso envolve analisar o fluxo de passageiros, identificar áreas com maior concentração populacional e estabelecer as rotas mais eficientes para atender a essas demandas. Essa análise permite dimensionar a frota necessária e determinar a frequência das viagens.

Em seguida, é essencial definir a infraestrutura necessária para a implantação do VLT. Isso inclui a construção de trilhos, estações, plataformas e sistemas de sinalização. É importante considerar a integração do VLT com outros modos de transporte, como ônibus, bicicletas e metrô, facilitando a transferência dos passageiros entre diferentes modais e promovendo a mobilidade multimodal. Além disso, o planejamento também deve contemplar a implementação de tecnologias inteligentes. Isso inclui a instalação de sistemas de controle de tráfego, bilhetagem eletrônica, comunicação entre os veículos e as estações, e monitoramento em tempo real. Essas tecnologias permitem o gerenciamento eficiente do sistema, melhorando a segurança, a pontualidade e a qualidade do serviço prestado aos

**Imagem 1: modelagem de VLT**



Fonte: Secretaria de transporte e mobilidade

Outro aspecto crucial no planejamento é o envolvimento das partes interessadas, como autoridades municipais, operadoras de transporte, comunidade local e especialistas em transporte. A participação e o diálogo com essas partes interessadas ajudam a garantir que o projeto atenda às necessidades e expectativas da comunidade, além de promover a transparência e a aceitação pública. Por fim, é importante considerar a sustentabilidade do projeto. Isso envolve avaliar o impacto ambiental do VLT, buscar soluções energéticas limpas e adotar medidas de eficiência energética ao longo de toda a infraestrutura. Além disso, a acessibilidade e a inclusão social também devem ser consideradas, garantindo que

o sistema de VLT seja acessível a todos os cidadãos, incluindo pessoas com mobilidade reduzida

## 2.2 Estações

As estações são elementos fundamentais em um projeto de implantação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT). Elas desempenham um papel crucial na eficiência operacional, no conforto dos passageiros e na integração com outros modos de transporte. As estações de VLT são projetadas para proporcionar uma experiência segura, conveniente e agradável aos usuários. Em relação à localização, as estações devem ser estrategicamente posicionadas em áreas de alta demanda, levando em consideração a distribuição da população, os pontos de interesse e as conexões com outros modais de transporte. Essa localização estratégica visa facilitar o acesso dos passageiros e incentivar o uso do transporte público.

Imagem 2: Estações de VLT



Fonte: O Globo

As estações de VLT devem ser projetadas para oferecer facilidades e comodidades aos passageiros. Elas devem contar com plataformas adequadas para o embarque e desembarque dos passageiros, com acesso facilitado para pessoas com mobilidade reduzida. Além disso, podem incluir abrigos para proteção contra as intempéries, assentos confortáveis, iluminação adequada, sistemas de informação em tempo real sobre horários e destinos dos trens, e sistemas de bilhetagem eficientes.

## 2.3 Infraestrutura

A infraestrutura é um componente essencial em um projeto de implantação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT). Ela abrange diversos elementos físicos que viabilizam o funcionamento do sistema, incluindo trilhos, viadutos, estações, sistemas de energia e sinalização. Um dos principais elementos da infraestrutura do VLT são os trilhos, que permitem o deslocamento dos veículos ao longo do percurso definido. Esses trilhos são instalados em vias exclusivas para o VLT, separadas do tráfego de veículos particulares. É necessário um planejamento cuidadoso para definir o traçado das vias e garantir a integração com a malha viária existente, evitando conflitos e garantindo a eficiência do sistema.

Além dos trilhos, as estações são parte essencial da infraestrutura do VLT. Elas são projetadas para permitir o embarque e desembarque de passageiros, oferecendo abrigos, plataformas, sistemas de bilhetagem e informações sobre horários e destinos. As estações devem ser localizadas estrategicamente ao longo do trajeto, considerando a demanda de passageiros e a integração com outros modos de transporte. Outro aspecto importante é o sistema de energia do VLT. Geralmente, os veículos são alimentados por energia elétrica, podendo ser fornecida por catenárias, terceiros trilhos ou baterias. A infraestrutura elétrica deve ser projetada e implementada de forma a garantir o suprimento de energia adequado para o funcionamento contínuo do sistema.

Além disso, a infraestrutura do VLT também inclui sistemas de sinalização e controle de tráfego. Esses sistemas garantem a segurança e a eficiência operacional do sistema, permitindo o controle dos trens, o monitoramento das vias e a coordenação do fluxo de veículos. A implementação de tecnologias avançadas de sinalização e controle contribui para a otimização do sistema e a prevenção de acidentes. Vale ressaltar que a infraestrutura do VLT deve ser projetada levando em consideração aspectos como a sustentabilidade, a acessibilidade e a resiliência. Isso implica em adotar práticas de construção sustentáveis, garantir a acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida e planejar a infraestrutura de forma a minimizar os impactos ambientais e resistir a condições climáticas adversas.

## **2.4 Alimentação elétrica**

Existem diferentes métodos de alimentação elétrica utilizados em sistemas de VLT. Um dos mais comuns é o sistema de catenária, em que os veículos são alimentados por meio de cabos suspensos acima dos trilhos. A catenária é conectada aos veículos por meio de um dispositivo de captação de energia, como um pantógrafo, que permite a transferência de eletricidade para o trem.

Outra opção é o uso de terceiros trilhos, em que os veículos captam energia elétrica por meio de trilhos eletrificados localizados no solo, ao lado dos trilhos de rodagem. Esse método elimina a necessidade de cabos suspensos, tornando o sistema visualmente mais discreto. No entanto, requer cuidados adicionais de segurança, pois os trilhos eletrificados precisam ser isolados do acesso público. Uma alternativa emergente é a adoção de sistemas de alimentação por bateria. Nesse caso, os veículos são equipados com baterias

recarregáveis, que armazenam a energia necessária para o funcionamento dos trens. As baterias podem ser recarregadas em estações ou durante os intervalos de operação, permitindo maior flexibilidade e autonomia energética. Essa abordagem também pode reduzir a necessidade de infraestrutura de catenária ou terceiros trilhos em áreas sensíveis ou de difícil instalação.

Ao escolher o método de alimentação elétrica, é importante considerar fatores como eficiência energética, confiabilidade, custo, impacto visual e compatibilidade com a infraestrutura existente. Além disso, a adoção de fontes de energia renováveis, como energia solar ou eólica, pode contribuir para a redução das emissões de carbono e aumentar a sustentabilidade do sistema de VLT.

## 2.5 Sistemas inteligentes

Um dos principais benefícios dos sistemas inteligentes é a capacidade de coletar e analisar dados em tempo real. Sensores instalados nos trens, nas estações e ao longo das vias permitem a obtenção de informações precisas sobre a demanda de passageiros, a velocidade dos trens, as condições do tráfego e o estado da infraestrutura. Esses dados podem ser usados para otimizar as operações do VLT, ajustando os horários, o número de trens em circulação e a alocação de recursos com base nas necessidades em tempo real.

## 4.6 Bilhetagem eletrônica

A bilhetagem eletrônica substitui os tradicionais bilhetes de papel por cartões ou dispositivos eletrônicos, como cartões inteligentes, smartphones ou pulseiras, que armazenam as informações do usuário e suas respectivas tarifas. Os passageiros podem recarregar seus cartões com créditos pré-pagos ou vincular seus dispositivos móveis a uma conta virtual, facilitando o acesso ao transporte sem a necessidade de dinheiro em espécie.

**Imagem 3: bilhetagem inteligente**



Fonte: Onboard

Um dos principais benefícios da bilhetagem eletrônica é a agilidade no processo de embarque. Os passageiros simplesmente precisam validar seus cartões ou dispositivos nos validadores instalados nas estações do VLT, agilizando o fluxo de passageiros e reduzindo os tempos de espera. Isso resulta em maior eficiência operacional e menor tempo de viagem. Além disso, a bilhetagem eletrônica permite a implementação de políticas.

tarifárias mais flexíveis, como a cobrança de tarifas diferenciadas de acordo com o horário ou a distância percorrida. Isso contribui para a gestão da demanda e o incentivo ao uso do transporte público, tornando-o mais atrativo e acessível para os passageiros. Outro aspecto importante da bilhetagem eletrônica é a geração de dados em tempo real sobre o uso do transporte. Os sistemas registram as informações de cada transação, incluindo a origem, o destino e o tempo de viagem. Esses dados podem ser analisados para entender os padrões de demanda, otimizar a oferta de transporte, planejar rotas mais eficientes e tomar decisões informadas para melhorar o sistema como um todo.

## **2.7 Integração multimodal**

A integração multimodal busca facilitar a transição dos passageiros entre os diferentes modos de transporte, proporcionando uma experiência de viagem mais conveniente, eficiente e acessível. Isso envolve a sincronização de horários, a criação de infraestrutura adequada, a implementação de sistemas de bilhetagem interoperáveis e a disponibilização de informações em tempo real sobre as opções de transporte disponíveis.

Um dos principais benefícios da integração multimodal é a ampliação da cobertura e da conectividade do sistema de transporte. Os passageiros têm a liberdade de escolher a combinação de modos de transporte que melhor atende às suas necessidades, levando em consideração a distância, o tempo, o custo e as preferências individuais. Isso resulta em um sistema de transporte mais inclusivo, que atende a uma variedade de perfis de usuários e promove a acessibilidade para todos.

Além disso, a integração multimodal contribui para a redução do tráfego nas vias e a diminuição da emissão de poluentes. Ao oferecer opções de transporte público eficientes e atrativas, os passageiros são incentivados a deixar seus veículos particulares em casa, reduzindo a congestão nas estradas e melhorando a qualidade do ar nas cidades. A tecnologia desempenha um papel fundamental na integração multimodal, fornecendo ferramentas e soluções inovadoras. Aplicativos móveis, por exemplo, podem fornecer informações em tempo real sobre horários, rotas e disponibilidade de modos de transporte, permitindo que os passageiros planejem suas viagens de forma mais eficiente. Além disso, sistemas de bilhetagem eletrônica interoperáveis permitem que os passageiros utilizem o mesmo cartão ou dispositivo em diferentes modos de transporte, facilitando o pagamento e a transferência entre eles.

#### 4.8 Segurança e conforto

Em relação à segurança, é necessário implementar medidas eficazes para proteger os passageiros e prevenir incidentes. Isso envolve a instalação de sistemas de vigilância por vídeo nas estações e nos trens, a presença de agentes de segurança, a implementação de sistemas de controle de acesso e a adoção de protocolos de segurança bem definidos. Além disso, é importante garantir a manutenção adequada dos equipamentos, como trilhos, sinalização e portas de embarque, a fim de evitar falhas e acidentes.

Imagem 4: VLT



Fonte: Mobilidade Sampa

Além das medidas de segurança, o conforto dos passageiros é uma prioridade. Os veículos devem ser projetados para oferecer assentos confortáveis, espaços adequados para bagagens e uma temperatura ambiente agradável. É importante considerar a ergonomia dos assentos e a disposição interna do veículo, de modo a acomodar um número adequado de passageiros e facilitar a circulação dentro do trem. Além disso, a qualidade do ar e o nível de ruído devem ser controlados para proporcionar um ambiente tranquilo e saudável durante a viagem. A iluminação adequada nas estações e nos trens também é crucial para garantir a segurança dos passageiros, especialmente durante a noite. Além disso, a presença de pessoal de segurança treinado e visível nas estações e nos trens pode aumentar a sensação de segurança e tranquilidade dos passageiros.

#### 4.9 Acessibilidade

Uma das principais áreas de foco em relação à acessibilidade é a infraestrutura. É necessário garantir que as estações, plataformas e trens do VLT sejam projetados de acordo com as normas e diretrizes de acessibilidade, incluindo a presença de rampas de acesso, elevadores, corrimãos, pisos táteis e sinalização clara. Essas medidas permitem que pessoas com mobilidade reduzida, como cadeirantes, idosos e pessoas com carrinhos de bebê, possam embarcar e desembarcar com segurança e conforto.

**Imagem 5: Acessibilidade em VLT**



Fonte: Ricardo Shimosakai

Outro aspecto importante é a comunicação acessível. Os sistemas de informação devem ser projetados para fornecer informações claras e compreensíveis para todos os passageiros. Isso inclui a disponibilização de informações visuais, como placas e painéis eletrônicos, e informações sonoras, como anúncios em áudio. É essencial que as informações sejam transmitidas em formatos alternativos, como Braille ou legendas, para atender às necessidades de pessoas com deficiência visual ou auditiva. A acessibilidade também envolve a garantia de que os passageiros com deficiências cognitivas ou de aprendizagem possam compreender e utilizar o sistema de transporte de forma independente. Isso pode ser alcançado através de informações claras e simples, pictogramas intuitivos e treinamento adequado para o pessoal de atendimento ao cliente, que deve estar preparado para lidar com as necessidades específicas dos passageiros.

### 3. Conceito

O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) é um sistema de transporte urbano que utiliza trens de menor porte, mais leves e com menor capacidade em comparação aos trens de

metrô tradicionais. Ele é projetado para atender áreas urbanas com demanda de transporte intermediária, proporcionando uma alternativa eficiente e sustentável aos meios de transporte convencionais.

"O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) é um sistema de transporte urbano moderno e eficiente, que combina características de trilhos e bondes para oferecer uma solução sustentável para a mobilidade nas cidades." (Ferreira, 2017).

Cidades inteligentes são áreas urbanas que incorporam tecnologias avançadas e infraestruturas conectadas para melhorar a qualidade de vida, eficiência operacional e sustentabilidade. Essas cidades utilizam soluções inovadoras baseadas em dados e comunicações para otimizar a mobilidade, a energia, a segurança e outros aspectos do cotidiano urbano.

"As cidades inteligentes buscam integrar tecnologias avançadas, infraestrutura conectada e serviços inovadores para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, promover a sustentabilidade e a eficiência dos recursos." (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011).

#### **4. Considerações Finais**

Em conclusão, o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) desempenha um papel significativo no contexto das cidades inteligentes, promovendo a mobilidade urbana eficiente, sustentável e integrada. Através de sua infraestrutura moderna, tecnologia avançada e integração com outros modos de transporte, o VLT oferece uma solução de transporte público que atende às necessidades dos cidadãos e contribui para o desenvolvimento urbano inteligente.

No decorrer deste artigo, discutimos diversos aspectos relacionados ao VLT em cidades inteligentes. Analisamos a importância do planejamento do projeto, incluindo a definição de rotas, a localização de estações estratégicas e a consideração dos impactos ambientais e sociais. Também abordamos a relevância da infraestrutura adequada, incluindo as estações, vias e sistemas de sinalização, que garantem o funcionamento eficiente e seguro do VLT.

Além disso, destacamos a importância da bilhetagem eletrônica, que simplifica o processo de pagamento e contribui para a gestão da demanda, bem como a integração multimodal, que possibilita a conexão fácil e conveniente entre diferentes modos de transporte. Abordamos também a necessidade de priorizar a segurança eo conforto dos passageiros, garantindo medidas de segurança eficazes, design ergonômico e acessibilidade adequada.

Por fim, enfatizamos a importância da acessibilidade, assegurando que o VLT seja acessível a todas as pessoas, independentemente de suas habilidades físicas, sensoriais ou cognitivas. Ao promover a inclusão e a igualdade, o VLT se torna uma opção de transporte público

verdadeiramente inclusiva e acessível para todos os cidadãos.

Em suma, o VLT em cidades inteligentes oferece uma solução de transporte público moderna, eficiente e sustentável. Ao considerar cuidadosamente o planejamento do projeto, a infraestrutura adequada, a bilhetagem eletrônica, a integração multimodal, a segurança, o conforto e a acessibilidade, é possível criar um sistema de transporte que atenda às necessidades e expectativas dos cidadãos, promovendo uma mobilidade urbana mais eficiente, conveniente e inclusiva.

## **5 Referencias**

CHIAVENATO, I. Administração: teoria, processo e prática. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Ferreira, R. (2017). O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) como solução para a mobilidade urbana sustentável. *Revista de Engenharia de Transportes*, 25(3), 81-96.

Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82