



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS MARCO ZERO DO EQUADOR  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CAIO RAFAEL DOS SANTOS PENHA

ESTUDO INICIAL DE VIABILIDADE DE UMA REDE DE VEÍCULOS LEVES SOBRE  
TRILHOS PARA A CIDADE DE MACAPÁ.

MACAPÁ-AP

2024

CAIO RAFAEL DOS SANTOS PENHA

ESTUDO INICIAL DE VIABILIDADE DE UMA REDE DE VEÍCULOS LEVES SOBRE  
TRILHOS PARA A CIDADE DE MACAPÁ.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da  
Universidade Federal do Amapá como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Adenilson Costa de Oliveira

MACAPÁ-AP  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP  
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

---

P399 Penha, Caio Rafael dos Santos.

Estudo inicial de viabilidade de uma rede de Veículos Leves sobre Trilhos para a cidade de Macapá / Caio Rafael dos Santos Penha. - Macapá, 2024.

1 recurso eletrônico. 75 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Macapá, 2024.

Orientador: Adenilson Costa de Oliveira.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Planejamento de transporte público. 2. Mobilidade urbana. 3. Veículo Leve sobre Trilhos. I. Oliveira, Adenilson Costa de, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 711.7

---

PENHA, Caio Rafael dos Santos. **Estudo inicial de viabilidade de uma rede de Veículos Leves sobre Trilhos para a cidade de Macapá.** Orientador: Adenilson Costa de Oliveira. 2024. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2024.

## DEDICATÓRIA

*Em memória de Rosinete Façanha Vieira, quem me apresentou a cidade de Macapá através da janela de um ônibus do transporte coletivo. Em memória de José Castro Barreto da Penha, o Vô Barreto, homem que semeou nos filhos e netos o sonho da Engenharia.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a meus pais, Dionéia Brito e Charles Penha, pelo apoio nesses longos anos desde que passei a sonhar com o título de engenheiro civil. Às minhas irmãs, Kamilla e Gabriely, pela competição saudável. À família pela presença e, em especial, à prima Kátia Façanha pelas oportunidades oferecidas. Obrigado por todo apoio e incentivo desde o início da jornada.

Aos amigos, em especial a Ingrid, Geisa, Marcos, Manuela, Rodrigo e Cassio. Pela inspiração no meio acadêmico. Ao Luiz e ao Eduardo, pelo incentivo nos anos finais graduação, os mais pesados e que me fizeram querer desistir. Obrigado por me manterem acreditando que era possível. Por último, mas não menos importante, a Brenda, Daniela e Natalya por forçarem aquele último gás para entrega da revisão.

Por fim, agradeço a todos os professores do curso de engenharia civil pelo conhecimento não só acadêmico, mas de vivência em meio social e profissional. Em especial, agradeço a todos os professores da área de transportes: Gabrielle Curcino, quem primeiro incentivou nesta área de estudos; Cristina Baddini, quem trouxe inspiração para estudos e uma longa experiência. Agradeço ao Prof. Me. Adenilson Oliveira, orientador, quem abraçou todas as ideias propostas levantadas por este graduando.

Enfim, tenho gratidão por ter os citados acima e muitos outros que ajudaram ao longo dos anos de graduação. Muito obrigado!

*Caio Rafael dos Santos Penha*

## RESUMO

O sistema de transporte público coletivo da cidade de Macapá, após anos de déficit de investimentos, entrou em uma situação de colapso. Empresas falindo, veículos sucateados, usuários insatisfeitos. Apesar dos esforços despendidos pelos gestores municipais e estaduais, ainda há dificuldade para recompor o sistema de transporte coletivo e modernizá-lo. Este panorama não é aplicado somente sobre a Capital do Estado do Amapá, mas sim replicado em diversas cidades do Brasil ao longo dos últimos anos. Sendo assim, o Estado Brasileiro busca formas de mitigar as mazelas atuais e, ao mesmo tempo, tornar as práticas de planejamento urbano e de mobilidade obrigatórias nos centros urbanos nacionais. Desta forma, tendo em vista que a gestão municipal já tem uma solução proposta para os problemas de transporte a curto prazo, este trabalho toma como foco o planejamento do transporte a longo prazo. E, através de um estudo prévio de viabilidade baseado no Guia TPC (Amicci et al. 2018), propõe uma rede de veículos leves sobre trilhos (VLT) em quatro eixos distribuídos pela cidade de Macapá, somando 46 km ao todo e atendendo as zonas sul, norte e centro da cidade. A rede proposta passa pelas principais avenidas da cidade e conta com integração entre as linhas.

**Palavras-chave:** planejamento de transporte público, mobilidade urbana, Veículo Leve Sobre Trilhos.

## **ABSTRACT**

The collective public transport system in the city of Macapá, after years of investment deficit, entered a situation of collapse. Companies going bankrupt, vehicles scrapped, users dissatisfied. Despite the efforts made by municipal and state managers, there is still difficulty in rebuilding and modernizing the public transport system. This panorama is not only applied to the Capital of the State of Amapá but has been replicated in several cities in Brazil over the last few years. Therefore, the Brazilian State is looking for ways to mitigate current problems and, at the same time, make urban planning and mobility practices mandatory in national urban centers. Therefore, given that municipal management already has a proposal for a solution to short-term transport problems, this work focuses on long-term transport planning. And, through a prior study of forecasts based on the TPC Guide (Amicci et al. 2018), proposes a light rail transit (LRT) network on four axes distributed throughout the city of Macapá, totaling 46 km in total and serving the south, north and center of the city. The proposed network passes through the city's main avenues and has integration between lines.

**Keywords:** public transport planning, urban mobility, Light Rail Transit.

## LISTA DE SIGLAS

<b>ANPTrilhos</b>	Associação Nacional de Transportadores de Passageiros sobre Trilhos
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BR-210</b>	Rodovia Federal BR-210
<b>BRT</b>	Bus Rapid Transit
<b>CBTU</b>	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
<b>CCO</b>	Centro de Controle Operacional
<b>CEA</b>	Companhia de Energia do Amapá
<b>CONTRAN</b>	Conselho Nacional de Trânsito
<b>CTS</b>	Compagnie Des Transports Strasbourgeois
<b>CTMAC</b>	Companhia de Trânsito e Transporte de Macapá
<b>GEA</b>	Governo do Estado do Amapá
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>KfW</b>	Banco Alemão de Desenvolvimento
<b>MP-AP</b>	Ministério Público do Amapá
<b>PDDUA</b>	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental
<b>PDU</b>	Plano Diretor Urbano
<b>PM-AP</b>	Polícia Militar do Estado do Amapá
<b>PRF</b>	Polícia Rodoviária Federal
<b>RMM</b>	Região Metropolitana de Macapá
<b>SETAP</b>	Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Amapá
<b>TPC</b>	Transporte Público Coletivo
<b>VLT</b>	Veículo Leve sobre Trilhos

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Proposta de setorização da Fundação João Pinheiro em Macapá (AP). .....	19
Figura 2 – Eixos prioritários para o Sistema de Mobilidade Urbana no PDDUA. .....	20
Figura 3 – Mapa da expansão urbana de Macapá. ....	21
Figura 4 - Vista aérea do centro da cidade.....	23
Figura 5 - Nova divisão de bairros em Macapá.....	24
Figura 6 - Congestionamentos na cidade de Macapá. Rod. Duca Serra à esquerda, Rua Claudomiro de Moraes à direita. ....	28
Figura 7 - Estimativa da Frota de Ônibus Urbanos do Transporte Coletivo em Macapá. ....	30
Figura 8 – VLT Carioca em operação na zona portuária.....	33
Figura 9 - Mapa esquemático da rede VLT em Estrasburgo – França.....	34
Figura 10 - Fluxograma de processo de seleção dos sistemas de TPC.....	37
Figura 11 - Quadro de compatibilidade entre os sistemas de TPC e os portes das cidades.....	39
Figura 12 - Classificação de densidade urbana.....	40
Figura 13 - Classificação por alcance territorial.....	41
Figura 14 - Eficiência operacional em densidade x alcance territorial.....	43
Figura 15 - Comparativo de custo a longo prazo. ....	48
Figura 16 - Comparativo de emissão de CO2. ....	49
Figura 17 - Capacidade de transporte. ....	52
Figura 18 - Quadro de condicionantes exógenos. ....	53
Figura 19 - VLT de Santos. ....	55
Figura 20 - Características das vias de VLT.....	57
Figura 21 - Mapa da Rede de VLT de Macapá.....	60

<b>Figura 22 - Estação Homme der Fer, Estrasburgo - França. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 23 - Mapa de Linha Azul.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 24 - Mapa de Linha Verde. ....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 25 - Mapa de Linha Amarela. ....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 26 - Mapa de Linha Rosa.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 27 - Mapa de Linha - Rede de Influência.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz síntese de caracterização dos sistemas de TPC – Infraestrutura.....	46
Tabela 2 – Matriz síntese de caracterização dos sistemas de TPC – Impactos.....	47
Tabela 3 – Matriz síntese de comparação dos sistemas TPC – Operacional.....	50
Tabela 4 – Matriz síntese de comparação dos sistemas TPC – Capacidades operacionais.....	51
Tabela 5 – Características de variáveis.....	54

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 ORGANIZAÇÃO .....	14
1.2 OBJETIVO .....	15
1.2.1 Objetivo Geral.....	<b>15</b>
1.2.2 Objetivo Específico .....	<b>15</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	15
1.4 METODOLOGIA .....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 A EXPANSÃO URBANA DE MACAPÁ</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2 MOBILIDADE</b> .....	<b>24</b>
2.2.1 Perspectivas gerais sobre mobilidade .....	<b>24</b>
2.2.2 Mobilidade sob o panorama macapaense .....	<b>27</b>
2.3 VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS (VLT) .....	31
<b>3. DISCUSSÕES</b> .....	<b>35</b>
3.1 PROCEDIMENTO DE ESCOLHA DO SISTEMA.....	36
<b>3.1.1 Etapa 1: determinação das alternativas</b> .....	<b>37</b>
3.1.1.1 Análise de população e porte da cidade.....	38
3.1.1.2 Análise de densidade urbana .....	39
3.1.1.3 Extensão do corredor .....	40
3.1.1.4 Resultados da primeira etapa.....	41
<b>3.1.2 Etapa 2: comparação das alternativas</b> .....	<b>43</b>
3.1.2.1 <i>Matriz de Comparação</i> .....	45
<b>3.1.3 Etapa 3: definição da alternativa mais adequada considerando condicionantes exógenos</b> .....	<b>52</b>
3.2 Definição de características e traçado .....	53
<b>3.2.1 Características do sistema</b> .....	<b>54</b>
<b>3.2.2 Via permanente e pontos de parada/estações</b> .....	<b>55</b>
<b>3.2.3 Área de influência</b> .....	<b>57</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>59</b>
4.1 Linha Azul .....	61
4.2 Linha Verde .....	62

4.3	Linha Amarela.....	63
4.4	Linha Rosa.....	64
4.5	Panorama geral da rede.....	65
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
5.1	Sugestões de estudos futuros.....	68
	<b>Referências.....</b>	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O cenário do transporte público coletivo na cidade de Macapá – AP não é promissor. Enquanto a gestão municipal tem problemas para licitar a concessão do sistema, a população enfrenta um sistema cada vez mais precário e menos eficiente. São diversos relatos dos usuários relacionados a atrasos, longas esperas, falta de ônibus, veículos em situações degradadas, rotas inconsistentes. É visível que o sistema não evoluiu para acompanhar a demanda gerada pelo crescimento populacional e da malha urbana da cidade.

A infraestrutura de mobilidade na Capital do Estado do Amapá como um todo não acompanhou o crescimento da malha urbana. Neste ponto, pode-se citar gargalos como a Ponte Engenheiro Sérgio Arruda, a Rodovia Duca Serra e o entroncamento da Rua Hildemar Maia com a Rodovia Josmar Chaves Pinto, um exemplo em cada zona diferente da cidade, todos com lentidão no tráfego em horários de pico, registros de acidentes, além de outras consequências do crescente índice de motorização da população.

A união de uma política deficitária em transporte coletivo, em mobilidade e em planejamento urbano, é um dos cenários responsáveis por este índice crescente da motorização aferido em diversas cidades no Brasil. Na contramão do que se chama de sustentabilidade, o cidadão prefere cada vez mais optar pela compra de um veículo (seja carro ou moto) e a enfrentar os crescentes congestionamentos em face a ser submetido a um sistema de transporte que não o atende de forma razoável.

Como forma de se opor a estes fatores, em 2023 o Governo do Brasil recriou o Ministério das Cidades, o qual tem como competências a política de desenvolvimento urbano e ordenamento territorial urbano; a política setorial de mobilidade e trânsito urbano; planejamento, regulação, normatização e gestão da aplicação de recursos em políticas de desenvolvimento urbano e de mobilidade e trânsito urbanos; entre outras.

Além disso, a legislação brasileira institui através do Art. 182 da Constituição Federal de 1988 a Política de Desenvolvimento Urbano. Assim, cidades com população acima de 20 mil habitantes ou que façam parte de uma região metropolitana, são submetidas à obrigatoriedade da elaboração dos planos diretores através do Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257/2001, e a obrigatoriedade da

elaboração dos planos de mobilidade através da Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587/2012.

Neste contexto, atendendo às demandas da legislação, a Prefeitura Municipal de Macapá (PMM) aprovou o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá, Lei Complementar nº 026/2004, e tem executado a elaboração do Plano de Mobilidade, com prazo para entrega estendido à 2024. Ao mesmo tempo, a PMM tem tentado executar a licitação citada anteriormente, a fim de executar a implantação de um sistema de ônibus urbanos, cujas obras foram iniciadas no ano de 2019.

No entanto, observar a mobilidade urbana e, mais especificamente, o sistema de transporte público de uma cidade, ou uma localidade, pode significar necessitar compreender as ações que moldaram o desenvolvimento daquela realidade para assimilar as raízes do problema e propor a melhor solução futura. Neste sentido, o plano de mobilidade proposto pela PMM em 2019 busca uma solução para a realidade do transporte coletivo já a curto e médio prazo.

De toda forma, deve-se questionar até que ponto este sistema será efetivo e, a partir deste ponto, desenvolver um raciocínio que nos leve ao próximo patamar do desenvolvimento do transporte coletivo local, a longo prazo. Para este caso, levanta-se o questionamento: em 30 anos as dinâmicas urbanas da cidade de Macapá gerarão demanda suficiente para que o sistema operado por ônibus necessite ser substituído por outro sistema? A implantação de um sistema de Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) seria viável somente de acordo com as movimentações populacionais diárias? O que é necessário para que se responda tais questionamentos?

Neste caso é necessário entender, primeiramente, do que se trata o Sistema VLT, suas características, aplicações, casos de sucesso, vantagens e desvantagens frente a outras metodologias de transporte coletivo para que se compreenda o funcionamento e se justifique o estudo de sua implantação. É necessário compreender ainda se, dentro do planejamento urbano, há espaço para este sistema ou se será necessário que a cidade se adeque à implantação de um projeto futuro.

Observando as previsões de desenvolvimento econômico, social e populacional para o Estado do Amapá, além da demanda por sustentabilidade, especialmente quando o assunto é a expectativa sobre as cidades amazônicas, há de ser possível projeções e comparações que permitam uma análise inicial sobre o tema,

como forma de embasar decisões futuras que levem a uma tomada de decisão sobre qual caminho tomar frente ao desenvolvimento da cidade.

## 1.1 ORGANIZAÇÃO

Esta monografia está organizada em seis capítulos, sendo o Capítulo 1 a **Introdução**, o qual cita o panorama do transporte público na cidade de Macapá e indica a linha de raciocínio que levou ao desenvolvimento deste texto e, em seguida, apresenta o Objetivo geral, os Objetivos Específicos, a Justificativa para o trabalho e a Metodologia aplicada.

Por sequência, o Capítulo 2 é o **Referencial Teórico**, este dividido em três etapas sendo a primeira o Desenvolvimento Urbano de Macapá, a qual descreve brevemente a trajetória da cidade e o que a levou a tomar os contornos atuais. Em seguida fala-se sobre Mobilidade Urbana tanto em aspectos nacionais quanto em aspectos locais. Por fim, é apresentado o Veículo Leve Sobre Trilhos a partir de informações técnicas de projeto e casos de viabilidade.

O Capítulo 3, as **Discussões**, trata de como justificar a implantação de uma rede de VLT a partir da aplicação das etapas de um método apresentado em um livro-guia, bem como conta com o cruzamento com informações encontradas em outros textos de diversos autores e que visa identificar uma viabilidade prévia para o sistema.

O Capítulo 4 apresenta os **Resultados** da proposta, contendo a apresentação de cada um dos eixos a serem estruturados, trazendo as informações sobre os percursos propostos e estimativas de custo, por fim, analisa a rede em proposição tendo como ponto de observação o panorama geral composto por todas as linhas em proposição nesta monografia.

Por fim, o Capítulo 5 trata-se da **Conclusão**, trazendo as informações de encerramento do texto, resumindo e recapitulando as informações apresentadas ao longo deste, além de apresentar propostas para novos estudos a serem desenvolvidos a partir dos pontos levantados ao longo da monografia. Finalizando com as **Referências** utilizadas nesta monografia no Capítulo 6.

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 Objetivo Geral

Subsidiar a implantação de um sistema de Veículo Leve Sobre Trilhos na cidade de Macapá-AP, através de análise prévia de viabilidade, em eixos de transporte como forma de planejamento do sistema de transporte público em um futuro de longo prazo.

### 1.2.2 Objetivo Específico

Compreender as dinâmicas que levaram ao desenho urbano da Cidade de Macapá; verificar as projeções de crescimento populacional, com base nos índices do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); realizar um estudo prévio de viabilidade a longo prazo de um sistema de VLT, propor a aplicação de eixos de funcionamento para o sistema de transporte público de Macapá.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Observa-se que a atual situação do transporte público em Macapá é um conjunto da falta de planejamento, modernização e diversos investimentos no setor, associados com uma política deficitária de planejamento urbano. Desta forma, é necessária uma mudança de perspectiva sobre estes aspectos, principalmente tendo em vista que o volume de investimento necessário será maior conforme o tamanho da cidade, da população atendida, da infraestrutura necessária para a instalação de transporte de massas e outros.

Desta forma, esta monografia, a partir das atribuições da engenharia civil em planejamento do transporte urbano, busca iniciar um debate sobre o transporte coletivo de forma a propor uma solução para questões de longo prazo com antecedência.

## 1.4 METODOLOGIA

A metodologia proposta trata-se de, primeiramente, conduzir uma revisão bibliográfica com a finalidade de compreender os processos de transformação urbana que lavaram à atual estrutura urbana de Macapá, além de levantar informações contextuais sobre mobilidade urbana a nível de políticas nacionais e locais. Ainda através de revisão bibliográfica, são apresentadas as primeiras informações

conceituais sobre o VLT, além de apresentar contextos e exemplificações de aplicações do sistema em diferentes locais.

Em um segundo momento, passa-se a aplicar ao máximo possível as etapas propostas pelo **Guia TPC (Transporte Público Coletivo)** (AMICCI *et al.* 2018), elaborado para auxiliar gestores públicos na escolha de transporte coletivo efetivo para suas cidades. E, a partir do **Caderno Técnico de Projetos de Mobilidade Urbana – Veículo Leve Sobre Trilhos** (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016), levanta-se informações técnicas para a proposta de traçado para futura implantação de um sistema.

Por fim, apresenta-se o resultado do que se propõe como alternativa para o transporte público de Macapá, as conclusões e recomendações do trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A EXPANSÃO URBANA DE MACAPÁ

Ligados intrinsecamente, a expansão urbana é acompanhada da variação da qualidade de mobilidade urbana à medida que a primeira precisa de um planejamento minucioso para que a segunda possa acompanhar seu ritmo.

HOEL *et al.* (2011, p. 5) associam o uso do solo diretamente ao meio de transporte predominante em determinado período do desenvolvimento tecnológico humano:

“Quando caminhadas e o deslocamento em cavalos eram as modalidades de transporte predominantes, os usos do solo localizavam-se próximos uns dos outros, e muros cercavam muitas cidades. Quando as estradas de ferro e o transporte ferroviário de massa dominavam, as formas de uso assumiram um padrão em formato radial. O centro da cidade, com sua atividade comercial e industrial, era o ponto focal, e as residências ficavam ao longo das vias radiais. [...]. Quando o automóvel surgiu, os padrões de uso do solo poderiam ser menos densos e mais difusos, tendo em vista que as estradas podiam ser construídas quase em qualquer lugar.”

Desta forma, as cidades brasileiras após os anos 1950 abriram espaço para o padrão de uso do solo definido pela prioridade ao automóvel. Um exemplo, ícone deste período, é a Capital Federal, Brasília, idealizada como a cidade moderna com largas avenidas e setorização espaçada.

Apesar de completar 265 anos em 2023, a urbanização de Macapá só passa a ter contornos relevantes por volta dos anos 1940 com a elevação da cidade à Capital do Território Federal do Amapá. A partir deste momento há uma reorganização do espaço a partir de uma lógica modernista, diversas vezes associada à uma higienização estrutural e social do centro da cidade, garantida pelo governo e que tem como um dos pontos emblemáticos a retirada, principalmente, da população negra das áreas mais próximas ao centro.

Neste contexto, WEISER E TOSTES (2020) citam que no período de 1943 a 1955 a cidade de Macapá foi desenvolvida com avenidas largas e espaços públicos amplos, em relação ao seu período histórico. Além deste período, outro marco importante no desenvolvimento da Capital é a apresentação do primeiro plano de ordenamento territorial da cidade, o Plano GRUMBILF do Brasil foi encomendado pela

Companhia de Energia do Amapá (CEA) em 1959 para dimensionar devidamente os sistemas de água, esgoto e energia.

A influência do Plano Grumbilf foi presente nos planos seguintes. Tanto os três seguintes documentos de ordenamento territorial, lançados nos anos 1970, quanto no Plano Diretor mais recente, de 2004. Todavia, é notável a falta efetividade na implantação destes planos, como é constatado por diversos autores, como TOSTES (2006), KUWAHARA *et al.* (2020), BATISTA *et al.* (2016).

KUWAHARA *et al.* (2020), cita que o Plano GRUMBILF (1959) e o Plano de Ação Imediata (1971) foram reduzidos a partes implantadas. Segundo TOSTES (2004), entre os planos elaborados, o Plano de Desenvolvimento Urbano da Fundação João Pinheiro (1973) foi o que obteve o maior êxito em sua execução. Desta forma, é possível observar a semelhança entre o Plano proposto pela Fundação João Pinheiro – **Figura 1**, e o Plano Diretor atual de Macapá (2004) – **Figura 2**, principalmente se comparado em relação à malha urbana.

TOSTES (2020) diz relata que:

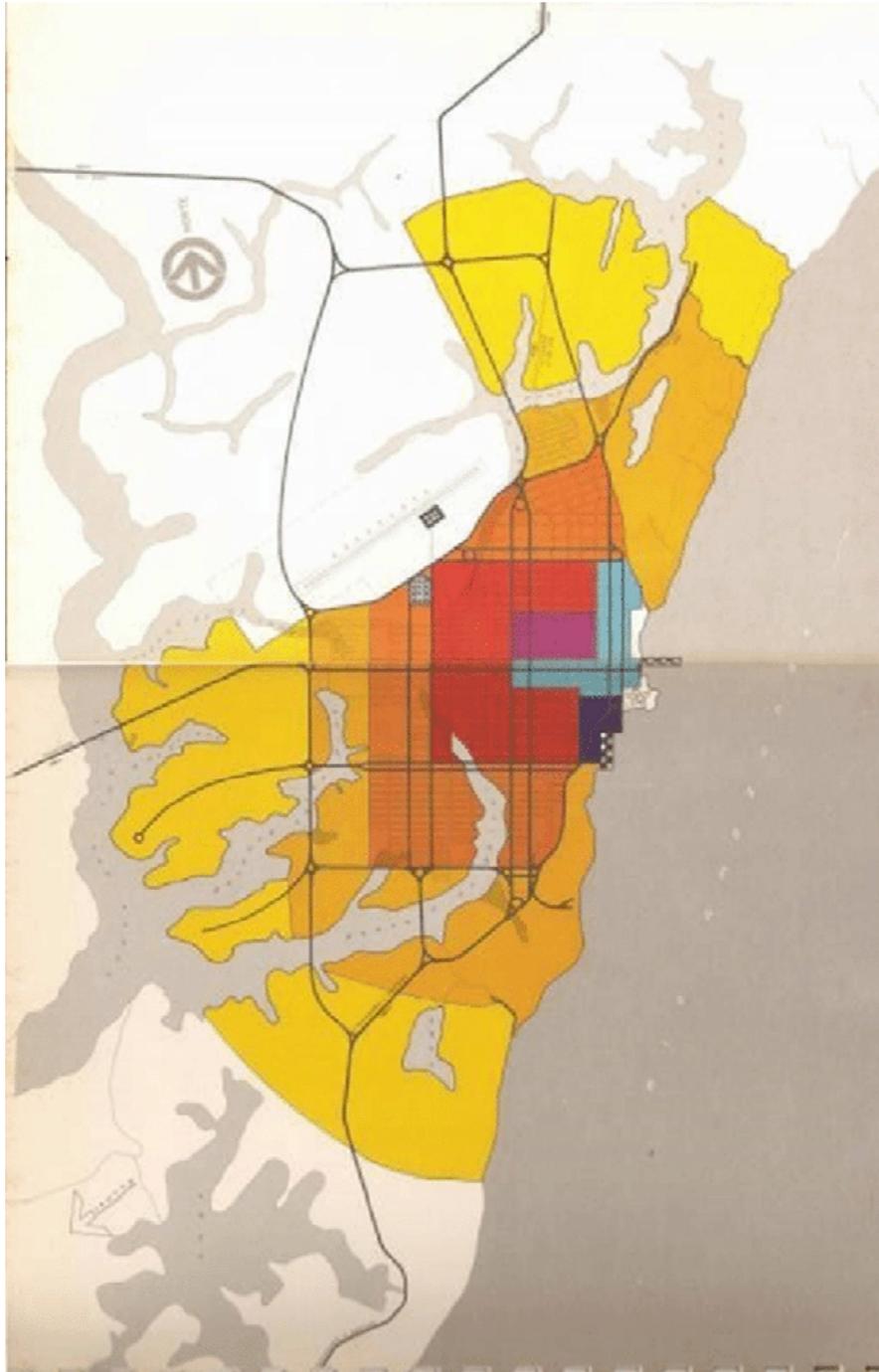
“Os planos urbanos entre 1960 e 1990 estabeleceram uma boa definição para as chamadas áreas de expansão da cidade, inclusive conceberam quais as dinâmicas que iriam proporcionar os efeitos propulsores necessários para tal, porém, é preciso ficar claro que os problemas urbanos foram se agravando à medida que o poder público abriu mão de pensar a expansão urbana de uma forma minimamente planejada.”

SILVA (2017) analisa a urbanização de Macapá após a criação do Estado do Amapá em 1988. Observando o período de 1990 a 2010, num primeiro momento, o maior agente promotor de expansão urbana era o Estado, via loteamentos e serviços públicos. No entanto, a partir de 2011, este protagonismo passa a ser do capital imobiliário, principalmente na forma de condomínios.

TOSTES (2019) diz que:

“A gestão urbana e imobiliária vem sendo condicionada pela iniciativa privada, o que agrega outros entraves em relação aos problemas de investimentos em acessibilidade, mobilidade urbana e nos demais itens de infraestrutura urbana.”

**Figura 1 - Proposta de setorização da Fundação João Pinheiro em Macapá (AP).**

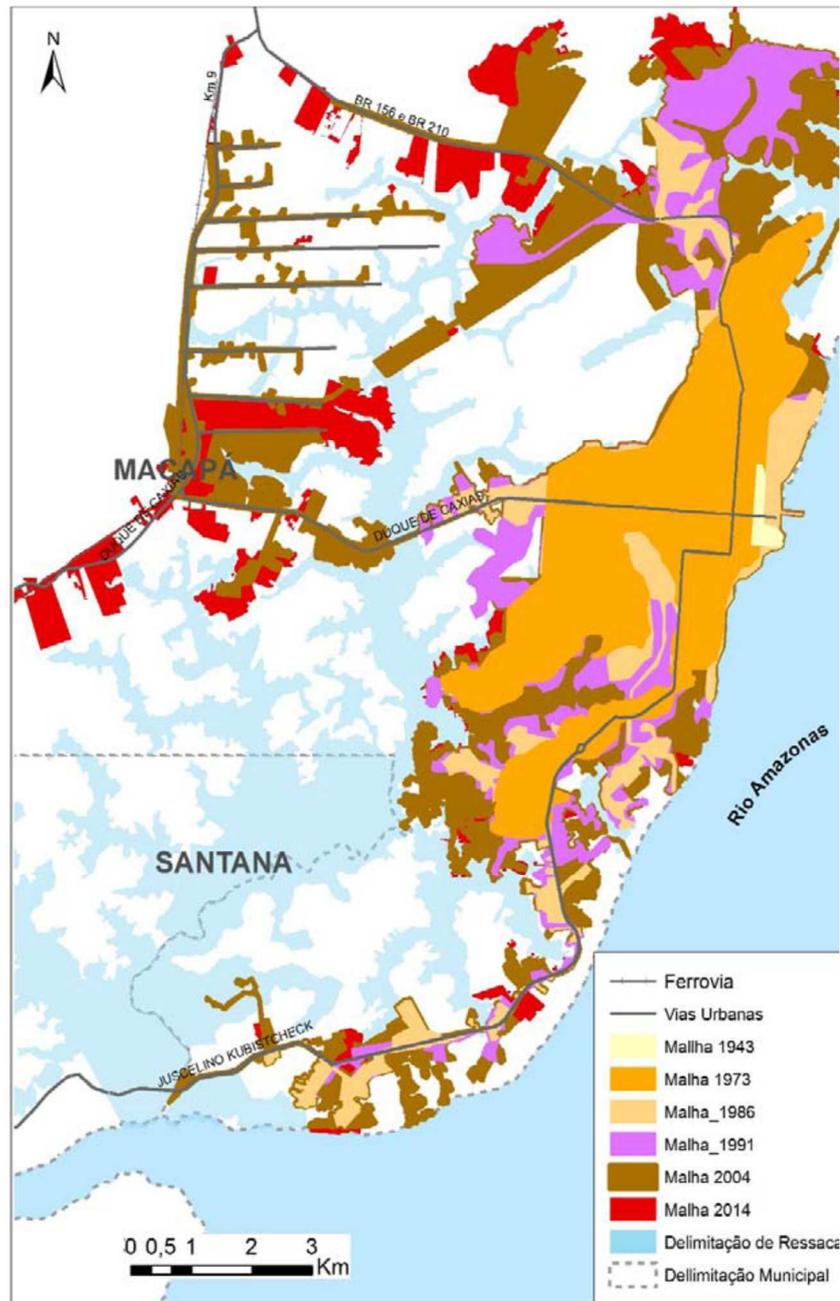


Fonte: Fundação João Pinheiro (1973).

Outra forma de analisar o crescimento urbano é pela análise do crescimento populacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1980 a 2023, Macapá passou de 137.451 habitantes para 442.993 habitantes, um crescimento de 222,29% em 42 anos. Esta velocidade de crescimento, associada às fracas políticas de ordenamento urbano levaram a um crescimento desordenado que ocupou áreas de risco, principalmente as chamadas “áreas de ressaca”.



**Figura 3 – Mapa da expansão urbana de Macapá.**



Fonte: SILVA (2017)

Em fevereiro de 2003 foi criada a Região Metropolitana de Macapá (RMM) através da Lei Complementar Estadual nº 21/2003. Desta forma, os centros urbanos de Macapá e Santana, que foram um único município até 1987, passaram a integrar uma única região metropolitana em processo de conurbação. A partir de 2016 o Município de Mazagão passa a figurar como o terceiro integrante da RMM através da Lei Estadual Complementar nº 003/2015.

Considerando a malha urbana de 2014 como consolidada, é necessário analisar o processo da verticalização, que vem ocorrendo nas áreas centrais da cidade. BATISTA *et al.* (2017) atribui ao PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO E AMBIENTAL (PDDUA) de 2004 a responsabilidade por este fenômeno.

Ainda segundo BATISTA *et al.* (2017), a verticalização é um fenômeno importante para o crescimento das cidades, amenizando a demanda social por habitação e ampliando o aproveitamento do uso do solo. No entanto, na realidade local, este crescimento tem sido desacompanhado de melhorias na estrutura básica da cidade, como em esgoto, saneamento e demais serviços públicos.

Para CARVALHO (2013) na tentativa de atender a demanda social por habitação o planejamento urbano se utiliza do adensamento por verticalização, que é, de acordo com a sua própria definição, a construção destinada à residência ou concentração de escritórios, composta de vários pavimentos, capaz de potencializar e revolucionar a paisagem urbana (SAHR, 2000 apud CARVALHO, 2013).

SILVA E PENA (2020) tecem uma análise da verticalização de Macapá a partir do PDDUA, delimitando a área mais verticalizada da cidade em 2019 nos bairros Laguinho, Central, Santa Rita, Buritizal e Trem. Sendo, na época, o bairro Central o que contava com o maior número de prédios com mais de 10 pavimentos. Como pode ser visto na **Figura 4** em imagem aérea da Fortaleza de São José de Macapá com parte dos bairros do Centro e Laguinho ao fundo.

**Figura 4 - Vista aérea do centro da cidade.**



Fonte: PRANDI (2017)

O último marco regulamentar da expansão urbana da cidade de Macapá é a Lei Municipal nº 2.427/2020, a qual atualiza e moderniza as delimitações dos bairros, modificando alguns já existentes e acrescentando novos, elevando de 28 para 64 o número de bairros da cidade, conforme mostrado na **Figura 5**. Esta medida tem como finalidade melhorar a gestão de políticas públicas para cada região.



Compreende-se que é necessário um planejamento urbano para que seja possível atender às necessidades de deslocamento diárias da população com segurança e qualidade, bem como para que seja possível que o Estado, principalmente na forma dos Municípios, seja capaz de executar as atividades estruturantes da malha urbana e da mobilidade de forma coordenada.

Neste contexto é possível definir mobilidade como deslocamento de pessoas, mercadorias e cargas. Além disso, há a possibilidade de elencar como questões pertinentes à mobilidade: o desenvolvimento e planejamento urbano, os deslocamentos para desenvolvimento de relações sociais e de atividades, qualidade de vida, acesso a serviços, meio ambiente e sustentabilidade. Enfim, a mobilidade abrange as diversas relações que o homem tem os variados espaços de vivência distribuídos ao longo da malha urbana. Questões que estão sob o grande guarda-chuva que se tornou o tema da mobilidade urbana e que afetam diretamente o dia a dia da população de uma cidade.

AYUB (2016) discute esta temática da mobilidade urbana tendo como exemplo a cidade de São Paulo – SP, partindo do princípio de que a cidade ao longo do último século teve diversos planos diretores de desenvolvimento, expansão e ordenamento da sua rede urbana. Estes planos construíram um tecido urbano multifacetado, dividindo a cidade em áreas com diferentes influências de planos e épocas diferentes de desenvolvimento.

Sob esta perspectiva, observa-se que o crescimento urbano que o Brasil enfrentou nas últimas décadas, muitas vezes desordenado, tem um impacto profundo em como o Estado Brasileiro têm respondido perante às demandas levantadas pela urbanização crescente. Desta forma, a integração entre a compreensão de como é dada a urbanização de uma localidade e o planejamento do desenvolvimento são as bases para a idealização da mobilidade urbana e, mais precisamente, o planejamento do transporte público coletivo.

Desta forma, segundo o Artigo 182 da Constituição Federal de 1988, a Política de Desenvolvimento Urbano deve ser executada pelo poder executivo municipal, cabendo a maior parte das obrigações aos municípios com população superior a 20 mil habitantes, ou que possuam particularidades citadas na lei. Este artigo foi regulamentado através da Lei nº 10.257/2001, que institui o Estatuto da Cidade, e da Lei nº 12.587/2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana.

É necessário observar que, como citado anteriormente, a responsabilidade sobre o planejamento urbano e da mobilidade recai sobre os municípios. No entanto, diversos municípios relataram ao longo dos anos dificuldades na elaboração de tais documentos, principalmente em relação a falta de corpo técnico e recursos financeiros para contratação de empresas especializadas, como relata SUDÁRIO E HERNANDEZ (2014) e a ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS (2013).

Em julho de 2023, o Governo Federal, através da Medida Provisória 1.179/2023, estendeu o limite do prazo de entrega dos Planos de Mobilidade Urbana. Desde então passam a valer os prazos de 12 de abril de 2024 para municípios com população superior a 250 mil habitantes e de 12 de abril de 2025 para municípios com população até 250 mil habitantes.

Neste contexto de dificuldades em estruturar um sistema de mobilidade, a principal forma de acompanhar o crescimento urbano é através de vias/rodovias, geralmente com enfoque em veículos automotores. CARVALHO (2017) analisa a disparidade entre o crescimento urbano e o crescimento da rede de transporte:

“A consolidação do transporte rodoviário foi um fator fundamental para sustentar esse forte crescimento populacional e territorial urbano. Se, por um lado, as redes de transporte sobre trilhos eram rígidas e de lento crescimento da malha, por outro, o transporte sobre pneus podia atender a qualquer nova ocupação humana em um curtíssimo prazo.”

O conjunto destas medidas, ou a falta delas, reflete principalmente no aumento da Taxa de Motorização em âmbito nacional, chegando a uma média nacional de 31,5% em 2018 conforme o Observatório Das Metrôpoles (2019). No entanto os efeitos da crescente motorização vão além dos congestionamentos. Em 2014, o Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) apontava que os custos dos acidentes de trânsito e da poluição foram estimados em R\$ 26,1 bilhões para as cidades com mais de 60 mil habitantes. Entretanto, apenas 20% desses custos estavam relacionados com os sistemas de transporte coletivo, enquanto os 80% restantes vinham dos custos com transporte individual motorizado. (AMICCI *et al.*, 2018).

### 2.2.2 Mobilidade sob o panorama macapaense

Analisando a infraestrutura viária da Capital, é possível observar a estruturação de eixos viários de transporte nos últimos 10 anos. Sobretudo quando dito sobre os acessos viários aos veículos particulares. Segundo LUCAS E GOMES (2020):

“Mobilidade é o grande desafio de Macapá. A opção pelo automóvel - que parecia ser a resposta eficiente do século 20 à necessidade de circulação - levou ao trânsito ruim, com desperdício de tempo e combustível, além dos problemas ambientais de poluição atmosférica e de ocupação do espaço público.”

Esta estruturação é notada primeiramente a partir da duplicação do trecho urbano da BR-210, principalmente em relação ao trecho que vai da entrada da Rodovia do Curiaú (AP-070) ao posto da Polícia Rodoviária Federal (PRF) no KM 08 da rodovia.

Um segundo eixo de estruturação é a duplicação da Rod. Duca Serra (AP-020), que liga Macapá, pela zona oeste, à Santana. No pacote de serviços desta obra se inclui a construção de um elevador para o entroncamento com a Rod. Norte/Sul, bem como a conclusão desta via que liga a Zona Oeste à Zona Norte de Macapá e caracteriza um polo de expansão da ocupação urbana da cidade.

Em seguida, tem-se a reestruturação da Av. Claudomiro de Moraes, dentro do Plano de Mobilidade Urbana apresentado pela PMM em 2019, em conjunto com o binário formado pelas ruas Hildemar Maia e Santos Dumont, as avenidas 13 de Setembro e Clodóvio Coelho, na Zona Sul de Macapá. São esperadas, ainda, obras estruturantes em vias do centro da cidade com a mesma finalidade, o transporte público coletivo, e neste caso cita-se a Avenida Antônio Coelho de Carvalho e as ruas Tiradentes e São José como exemplo. Os investimentos somam R\$ 112 milhões em financiamento aprovados pelo Governo Federal e pela Caixa Econômica Federal (CEF).

Estes projetos vão de acordo com o PDDUA (2004) na medida que este lista algumas das vias citadas anteriormente como eixos prioritários para estruturação urbana dentro do Sistema Rodoviário:

“I - trecho da Rodovia BR-210 localizado dentro dos limites do perímetro urbano e o seu prolongamento pelas ruas Mazagão (SIC) e Adilson José Pinto Pereira; II - Ramal do 9; III - Rodovia Duque de Caxias (Atual Duca

Serra); IV - Rodovia Juscelino Kubistchek (Atual Josmar Pinto Chaves); V - Rua Milton de Souza Corrêa; VI - Rodovia do Pacoval e o seu prolongamento a ser implantado; VII - Rodovia Norte-Sul, a ser implantada; VIII - binário composto pelas ruas Hildemar Maia e Santos Dumont; IX - binário composto pelas ruas Jovino Dinoá e Leopoldo Machado e as vias de interligação com a Rua Adilson José Pinto Pereira; X - binário composto pelas avenidas Padre Júlio Maria Lombaerd e Professora Cora de Carvalho.”

Segundo LUCAS E GOMES (2020), no PDDUA (2004) foram estabelecidas diretrizes para a expansão/adequação do sistema viário considerando apenas o deslocamento dos veículos, e não o das pessoas. Como consequência, apesar dos enormes investimentos na expansão da infraestrutura viária, como os citados acima, as condições da circulação urbana na cidade só têm se degradado. Desta forma, mesmo com vias alargadas e recém requalificadas, os congestionamentos continuam a se formar, como ilustra a **Figura 6**.

**Figura 6 - Congestionamentos na cidade de Macapá. Rod. Duca Serra à esquerda, Rua Claudomiro de Moraes à direita.**



Fonte: Acervo Pessoal (2023)

Por outro lado, o PDDUA (2004) lista áreas de interesse comercial as quais, apesar de sua relevância no contexto da mobilidade urbana, abrigam diversos eixos que deveriam ser prioritários dentro da estruturação do sistema viário, mas acabaram ficando de fora do foco em questão de mobilidade:

“a) **Rua Claudomiro de Moraes, no Novo Buritizal, e seu prolongamento (Rua Benedito Lino do Carmo), no Congós;** b) Rua Hildemar Maia e Rua

Santos Dumont, no Buritizal; c) Rua Leopoldo Machado, no Beiro; d) Av. Vereador Júlio Pereira, conhecida como Rua Felicidade, no Jardim Felicidade; e) Rua Cícero Marques, no Novo Horizonte; f) **Rua Mato Grosso e Rua Guanabara, no Pacoval**; g) Rua Adilson José Pinto Pereira, Rua Mazagão e trecho inicial da Rodovia BR-210; h) Av. Macapá e Rua Carlos Lins Cortês, no Infraero II; i) Rua Benhur Correia Alves e seu prolongamento Rua Jari, respectivamente, no Congós e no Marco Zero; j) Av. D. José Maritano, no Zerão; k) Av. Padre Júlio Maria Lombaerd, nos bairros Central, Santa Rita e Alvorada.”

Como citado anteriormente, o reflexo do conjunto destas medidas é visto na fuga da população dos transportes públicos para os meios motorizados individuais. Dados do IBGE relativos à frota urbana de Macapá apontam que, de 2010 a 2022, a frota macapaense subiu de 94.223 para 179.547 veículos, um saldo de 85 mil veículos. Comparando com os respectivos dados populacionais, temos que a taxa de motorização subiu de 23,66% para 36,36%, um crescimento médio de cerca de 1% ao ano.

QUINTAS (2020) observa que, além da falta de modernização, a falta de planejamento do transporte urbano exerce um impacto ainda maior sobre o sistema de mobilidade:

“[...] Tem-se ainda problemas quanto ao transporte coletivo que acaba por trafegar por rotas semelhantes, ou seja, bairro-centro, deixando de lado um sistema de integração, a fim de evitar o grande número de coletivos transitando pelo mesmo perímetro urbano e deixando carente determinados setores que tem grande número de usuários.”

Em movimentação buscando a modernização do transporte coletivo urbano, a PMM licitou em 2018, através da Companhia de Trânsito e Transporte de Macapá (CTMAC), a contratação de empresa especializada na elaboração de estudos técnicos para reestruturação e concessão do sistema de transporte público (PELEGI, 2019).

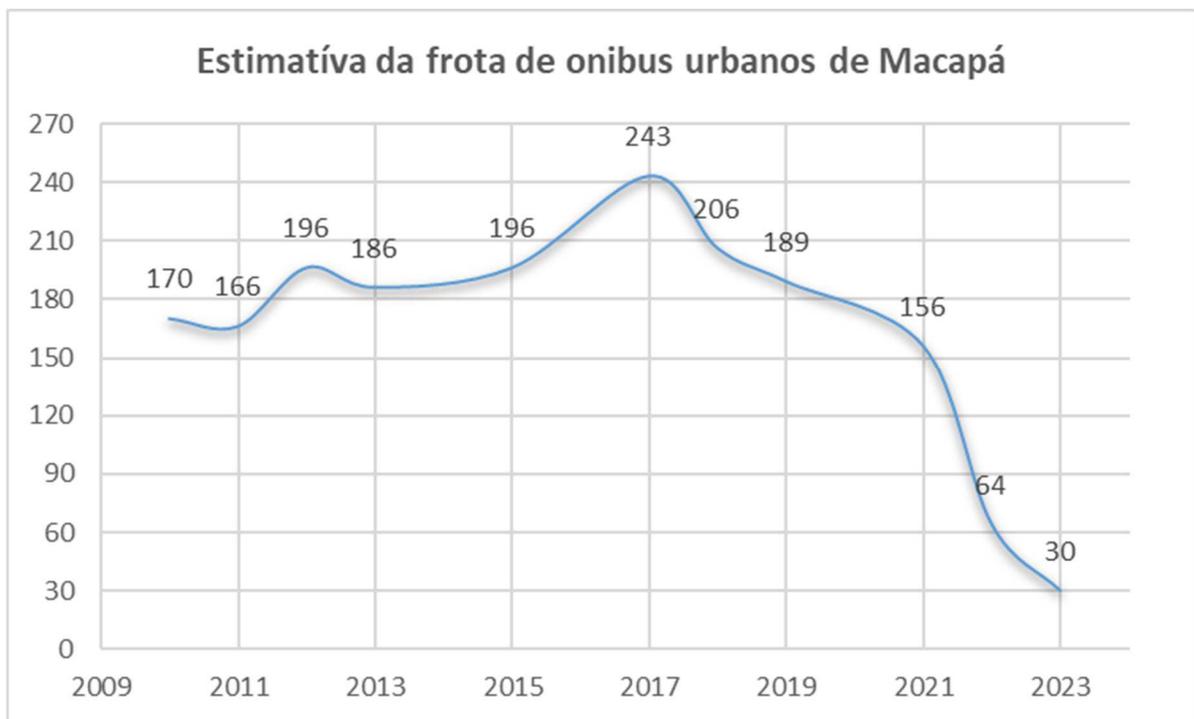
As obras de infraestrutura para o funcionamento deste sistema foram iniciadas em 2019 e o edital de licitação buscando escolher duas empresas para operar o sistema de transporte público pelo período de 20 anos foi publicado pela primeira vez no mesmo ano, prevendo a operação de, ao menos, 181 veículos, contando com integração tarifária, ar-condicionado, acessibilidade e sistema de geolocalização.

O Sistema licitado prevê a instalação de 34,57 km de corredores preferenciais para transporte coletivo, com 3 estações de integração, aumentando a área de atendimento por transporte coletivo dos atuais 348 km para 392 km de vias urbanas. Divide-se em três tipos de linhas: locais, convencionais e estruturais (PELEGI, 2019).

No entanto, a administração municipal tem enfrentado entraves na concessão da operação do serviço de ônibus. Após diversos entraves judiciais, incluindo suspensões, o processo foi finalizado sem vencedor, uma vez que as empresas concorrentes não cumpriram os requisitos mínimos do edital vigente.

Após o novo processo de concessão ser suspenso na Justiça Estadual, a PMM precisou executar o processo de concessão através de Chamamento Público, conforme recomendação do Ministério Público do Amapá (MP-AP), como forma emergencial de voltar a atender a população com transporte e recompor a frota de veículos em processo de decréscimo, como visto no gráfico da **Figura 7**.

**Figura 7 - Estimativa da Frota de Ônibus Urbanos do Transporte Coletivo em Macapá.**



Fonte: Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Amapá (SETAP), G1 Amapá, Diário dos Transportes, Amapá Digital.

Ainda no processo de recompor o sistema de mobilidade da Capital, o MP-AP notificou o Governo do Estado do Amapá (GEA) e a PMM em outubro de 2021 para que fosse apresentado um plano de recuperação de ciclofaixas e ciclovias urbanas,

uma vez que, segundo informações do próprio MP-AP, a cidade contava com menos de 22 quilômetros de ciclovias/ciclofaixas, sendo a maioria sem ligação umas com as outras e atendendo o sentido NORTE-SUL da cidade.

Por fim, ainda sem um Plano de Mobilidade formal para a cidade na forma que é dado pela Política Nacional de Mobilidade Urbana, a PMM concluiu processo de licitação para contratação de empresa especializada para elaboração do plano em maio de 2023 (PELEGI, 2023), ainda em conformidade com a Medida Provisória 1.179/2023, que estende o prazo limite para elaboração destes planos até 12 de abril de 2024.

### 2.3 VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS (VLT)

No início dos anos 2010 diversas cidades brasileiras estudavam implantação de redes de veículos leves sobre trilhos (VLT), o bonde moderno, muitas impulsionadas pelas obras de infraestrutura visando a realização da Copa do Mundo de 2014. Dentre estas é possível citar São Paulo, Fortaleza, Cuiabá e Natal. O fracasso destes projetos, e o subsequente abandono dos sistemas que estavam em implantação principalmente nas cidades que sediaram os jogos, levou à descrença sobre a viabilidade deste modelo.

No entanto, na contramão deste movimento, outras cidades/regiões obtiveram sucesso em adaptar o VLT para suas realidades. Desta forma, é possível citar os sistemas implantados na Baixada Santista - SP, Cariri - CE, João Pessoa - PB, Recife - PE e Rio de Janeiro - RJ, somando ao todo nove redes. A maior parte destas redes operadas pela Empresa Brasileira de Trens Urbanos (CBTU).

No caminho de formalizar a chegada do modal no Brasil, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2016) definiu o VLT como veículo de mobilidade urbana para transporte coletivo de passageiros, podendo ter tração automotora ou elétrica, que se move sobre trilhos e que compartilha a mesma via com outros tipos de veículos e pedestres, em faixa segregada ou não.

Segundo AMICCI *et al.* (2018) o Veículo Leve Sobre Trilhos, também conhecido como “bonde moderno”, *Tramway* ou *Tram*, no exterior, é um sistema sobre trilhos que utiliza veículos com tração elétrica, com composições de tamanhos. É a tecnologia de menor capacidade no espectro metroferroviário, de no máximo 13 mil

passageiros/hora/sentido. Para ALOUCHE (2008), o VLT é um sistema de mobilidade que atende à oferta de transporte existente entre o ônibus e o metrô pesado.

Segundo a Associação Nacional de Transportes Sobre Trilhos (ANPTrilhos, 2017), uma composição de VLT de 40 metros possui a capacidade de transportar até 400 pessoas. AMICCI, *et al.* (2018) diz que uma composição é capaz de transportar entre 280 e 660 passageiros, conforme seu tamanho varia. Em comparativo, possui uma emissão de poluentes duas vezes menor se comparado a um BRT movido e diesel e um menor custo total ao longo da vida útil.

Segundo AMICCI, *et al.* (2018) este tipo de sistema de transporte é instalado preferencialmente em superfície, com segregação parcial de tráfego, dividindo o trânsito nos cruzamentos com os demais componentes da cidade: carros, motos, pedestres etc. As estações podem ser instaladas entre cada 300 a 600 metros, com plataformas de altura entre 30 e 45 centímetros do nível do solo, no nível do piso do veículo. Os veículos necessitam de via permanente (trilhos) e sistema de alimentação elétrica, podem ter largura entre de 2,40 a 2,65 m e comprimento entre 32 e 64 m.

A bilhetagem do sistema deve ser, preferencialmente, externa ao veículo, nas estações. No entanto, esta questão é dependente do tipo de estação escolhida: se for estação fechada, a bilhetagem pode ser feita na entrada da estação; se for estação aberta, a bilhetagem é eletrônica feita dentro do veículo, havendo a necessidade de fiscais, como no caso do VLT Carioca (Rio de Janeiro – RJ).

Em um contexto nacional, o sistema com maior reconhecimento é o VLT Carioca, que opera no centro e região portuária do Rio de Janeiro, **Figura 9**. Dito como um dos principais responsáveis pela recuperação urbana das áreas degradadas do hoje chamado “Porto Maravilha”, o sistema iniciou operação em 2016 para os eventos dos Jogos Olímpicos.

**Figura 8 – VLT Carioca em operação na zona portuária.**



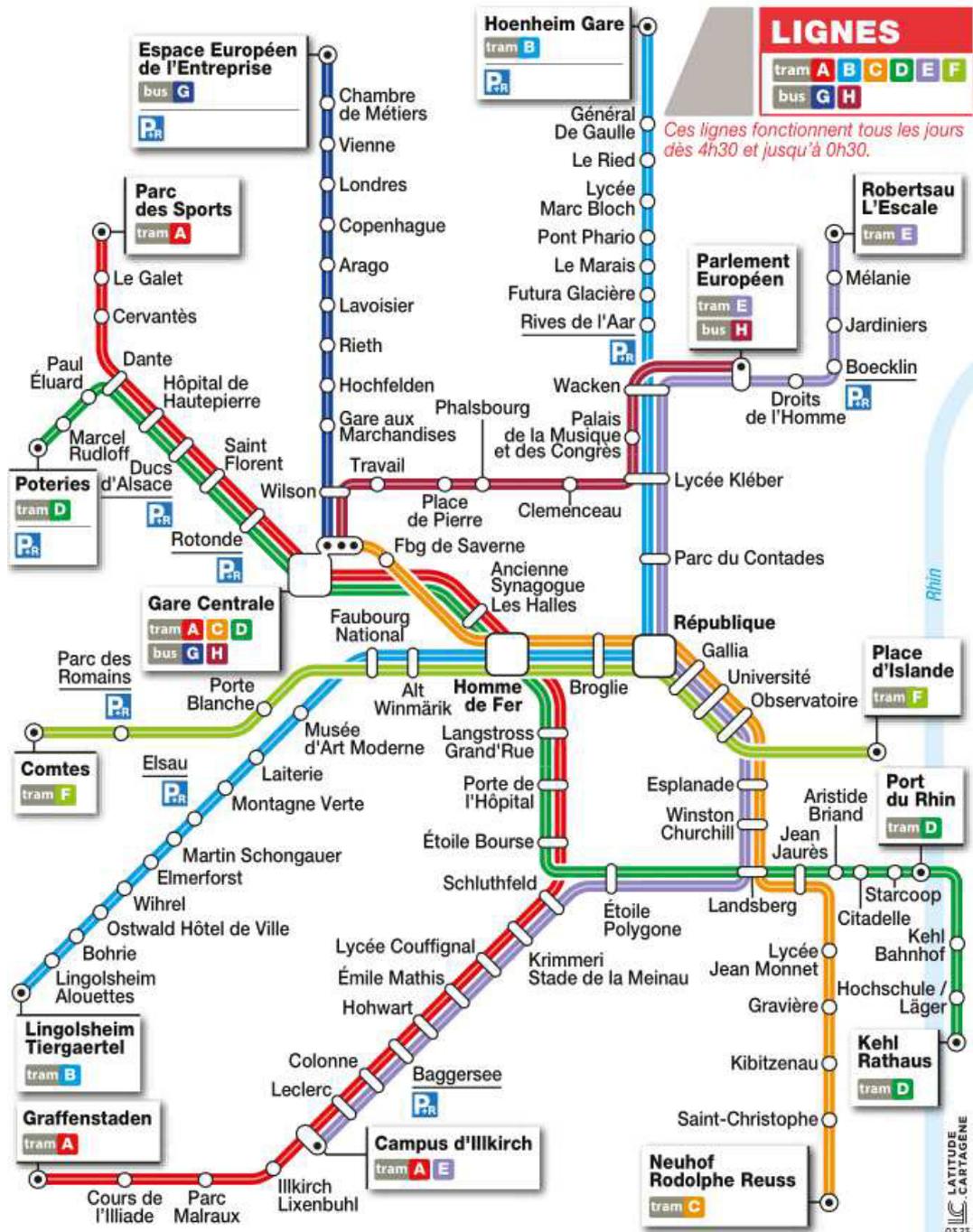
Fonte: DOMINGOS PEIXOTO/O GLOBO (2016)

Observa-se que diversas cidades no exterior têm implantado sistemas VLT ou similares, principalmente na Europa, Estados Unidos e Canadá. Os principais atrativos para a implantação demonstrados por autores como ALOUCHE (2008), MOTTA (2013), BASTOS (2018), e AMICCI *et al.* (2018) são os fortes padrões de sustentabilidade (baixo nível de ruído e baixa emissão de poluentes) e qualidade atendidos pelo VLT, a sua facilidade de inserção no ambiente urbano, a possibilidade de utilização como instrumento de reabilitação de áreas urbanas degradadas no entorno, a capacidade de atrair automobilistas, valorização imobiliária e aumento das vendas do comércio local.

MOTTA (2013) cita diversos casos de sucesso na Europa. O autor cita a França como um dos países que mais investe em VLT (chamados de *Tramways/Trams/Tram*) como sistema base de mobilidade urbana, contando com 18 cidades com sistemas já implantados até 2014. BASTOS (2018) cita que a rede VLT francesa possui cerca de 693 km instalados.

Ainda segundo BASTOS (2018), um dos casos mais emblemáticos dentro da França é o de Estrasburgo, cidade de 277.270 habitantes (INSEE, 2015) que em 2012 já contava com 55,5 km de rede, a maior do país, e havia transportado 300 mil passageiros/dia em 2010. Atualmente, a cidade conta com seis linhas. A **Figura 8** mostra a rede atualizada de VLT em Estrasburgo.

**Figura 9 - Mapa esquemático da rede VLT em Estrasburgo – França.**



Fonte: Compagnie Des Transports Strasbourgeois (CTS, 2023)

### 3. DISCUSSÕES

Inicialmente, para que se justifique uma proposta de implantação de VLT é necessário buscar, a partir dos textos de diversos autores as informações que tornem a alternativa uma saída plausível para a problemática de maneira técnica. Nesse sentido, a primeira referência é ALOUCHE (2008), um texto fundamental para a compreensão do VLT, a publicação é encontrada como referência em diversos outros textos nacionais que, no entanto, já começa a demonstrar sinais de disparidade com a atualidade, principalmente tendo em vista o ano da publicação e o aumento da divulgação de conteúdo informativo e técnico após os anos 2010.

Um segundo autor com forte influência é MOTTA (2013), com a dissertação “**O VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS: Considerações sobre os seus atributos como justificativa para a sua implantação**”. Este texto traz uma expansão do que ALOUCHE (2008) havia introduzido, desta vez com mais informações, comparativos e casos de sucesso em outros países com o contexto de suas formações. Além disso, o autor auxilia a construção de uma justificativa para implantação de um sistema VLT em cidades brasileiras.

Em seguida cita-se BASTOS (2018), neste artigo o autor traz vantagens e desvantagens da implantação de sistemas de VLT em cidades médias brasileiras, comparando estudos de viabilidade realizados nacionalmente e finaliza instigando o leitor a estudar a viabilidade destes sistemas em dois eixos, sendo um deles o observado nesta monografia:

“Por fim, o tema deste artigo abre espaço para novos estudos referentes à viabilidade do VLT em cidades médias brasileiras. Dois deles merecem destaque. Um seria sobre os aspectos orçamentários da implantação, da manutenção e da operação do veículo leve sobre trilhos: a composição tarifária e o debate sobre a necessidade de subsídios. O outro possível estudo futuro seria sobre **o desenho da rede de VLT em uma cidade média brasileira. Qual é o melhor? Deve passar pelo Centro da cidade? Pode ajudar a fortalecer novas centralidades?**”

A partir destes, é necessário citar o esforço conjunto do Ministério das Cidades e da ANPTrilhos em fornecer material técnico que subsidie a opção pelo sistema através dos textos “**VLT – Mobilidade Sustentável**” (2017) e “**Caderno Técnico Para Projetos de Mobilidade Urbana – Veículo Leve Sobre Trilhos**” (2016). Além destes,

ainda há balanço anual do setor metro-ferroviário, que também funciona como parametrização para análises.

Por fim, há a publicação de AMICCI *et al.* (2018), o **Guia Transporte Público Coletivo (TPC): orientações para seleção de tecnologias e implementação de projetos de transporte público coletivo (Guia TPC)**, através da cooperação entre o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) com o Ministério das Cidades e a Cooperação Financeira Alemã, por meio do KfW, Banco Alemão de Desenvolvimento. Cujas propostas é fornecer informações que sirvam de base para que os gestores públicos tenham apoio na decisão relativa ao planejamento da mobilidade urbana.

Tendo como base as informações acima, optou-se por iniciar a partir da aplicação do Guia TPC, uma vez que este fornece uma maneira didática de compreender e aplicar o processo de escolha de um sistema de transporte público coletivo. E, então, a partir deste, complementar as informações necessárias com o que os demais autores têm a acrescentar de maneira a ponderar pontos negativos e positivos da implantação de um sistema VLT, sempre tendo como foco que este trata-se de um estudo para implantação futura de médio a longo prazo, logo, diversos parâmetros depreciativos podem ser trabalhados para que sejam contornados ou aplicados de maneira diferente, não sendo o caso deste trabalho se ater a elaborar como fazê-los.

### 3.1 PROCEDIMENTO DE ESCOLHA DO SISTEMA

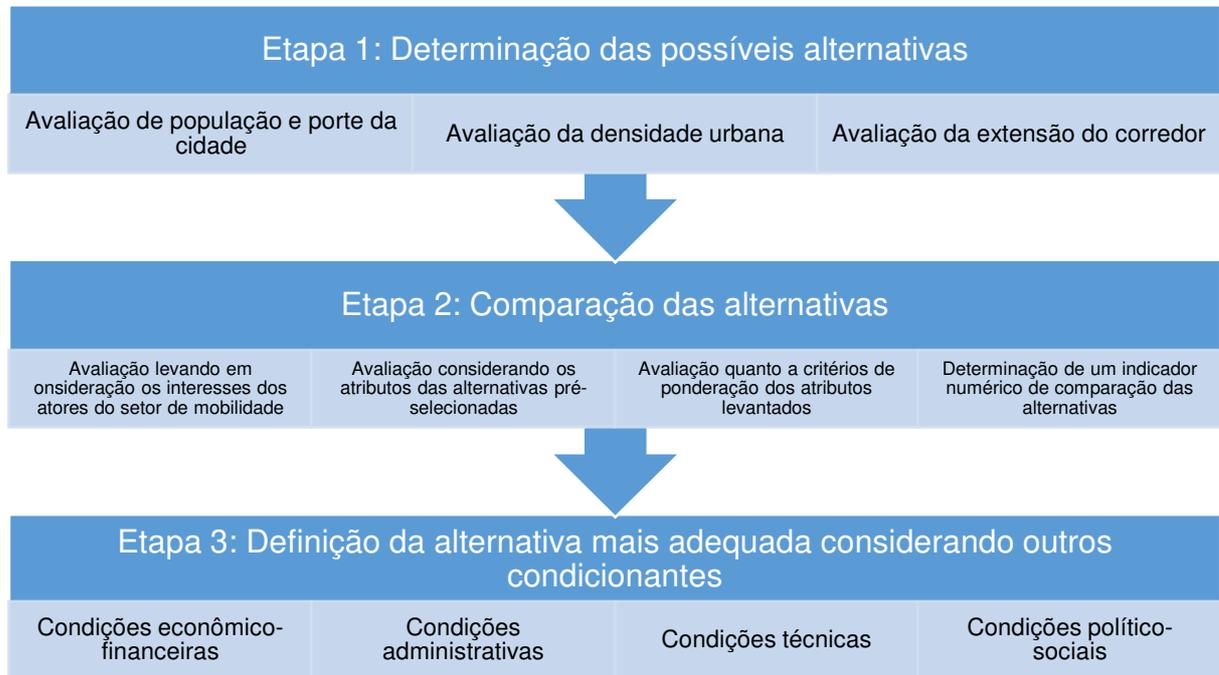
Para este procedimento, AMICCI *et al.* (2018) divide o processo de seleção em três etapas, sendo:

- Etapa 1: determinação das alternativas.
- Etapa 2: comparação das alternativas resultantes (da etapa 1) por meio da aplicação de método quantitativo de avaliação multicritério.
- Etapa 3: definição da alternativa mais adequada considerando outros condicionantes.

Deste modo, é possível dizer que atualmente existe um procedimento base aprovado pelo Governo Brasileiro para escolha de um sistema de mobilidade urbana. Logo, uma forma segura de justificar a implantação de qualquer tipo de TPC no Brasil

é a partir do **Guia TPC**, o qual será seguido conforme o fluxograma a seguir (**Figura 10**).

**Figura 10 - Fluxograma de processo de seleção dos sistemas de TPC**



Fonte: AMICCI *et al.* (2018). Adaptado pelo autor.

Para efeito desta monografia, a Etapa 2 será realizada apenas a partir de uma matriz simples de comparação entre os sistemas disponíveis conforme informações disponibilizadas pelo Guia, conforme e justificado posteriormente.

### 3.1.1 Etapa 1: determinação das alternativas

O ponto de partida desta etapa é a análise para excluir alternativas que, teoricamente, não seriam viáveis à finalidade. Desta forma, é necessário que seja feita uma avaliação prévia com diversas alternativas de TPC, descartando aquelas que não atendam a critérios básicos estabelecidos, como características locais, orientações da política de desenvolvimento urbano, diretrizes da política de mobilidade urbana e outros fatores condicionantes.

No entanto, para casos como o da Cidade de Macapá – AP, onde não há todas as informações citadas anteriormente à disposição de um autor ou um gestor público, existe a possibilidade de uma segunda metodologia de avaliação levando em consideração três fatores que não necessitam estudos complexos: **população e porte da cidade, densidade urbana e extensão do corredor**.

### 3.1.1.1 *Análise de população e porte da cidade*

Para efeito de classificação, as cidades são divididas por população de **Pequeno Porte** (de 100 mil a 250 mil hab.), **Médio Porte** (de 250 mil a 500 mil hab.), de **Médio a Grande Porte** (500 mil a 1 milhão de hab.) e **Grande Porte** (cidades ou regiões metropolitanas acima de 1 milhão de hab.).

A partir da análise sobre a população, observa-se que, para os dados relativos ao Censo 2022, Macapá enquadra-se como uma cidade de médio porte. Neste caso, segundo a classificação de AMICCI *et al.* (2018), são viáveis de maneira geral: sistemas de Faixas Exclusivas para ônibus e Corredores Centrais para ônibus; e apresentam viabilidade específica (quando a viabilidade se apresenta para uma situação única, porém não apresenta compatibilidade com as demais áreas da cidade): Sistemas BRT e VLT.

No entanto, dois pontos de parametrização são necessários para complementar esta informação:

1. O estudo busca uma viabilidade futura, para um horizonte mínimo de 30 anos. Neste caso, o IBGE projeta que a população residente no Estado do Amapá chegará ao número de 1.265.743 habitantes no ano de 2053 e, mantendo-se o histórico percentual de população residente na capital superior a 50%, obtém-se, no mínimo, cerca de 632 mil pessoas vivendo somente na Capital. Se for levada em consideração a população residente RMM, o percentual chega a números superiores a 75% e, neste caso, a soma resultante chega a 949 mil pessoas.
2. Como citado anteriormente, a PMM está buscando implantar, a partir do Plano de Mobilidade de 2019, um sistema de Faixas Exclusivas de Ônibus. O qual, como apontado anteriormente, tem viabilidade geral com a malha urbana da cidade.

Com base nas informações supracitadas e no infográfico da **Figura 11**, observa-se que, no ano de 2053, Macapá figurará o rol de cidades de “**médio a grande porte**”. No contexto futuro apresentado, o cenário será de viabilidade populacional para a implantação de sistemas de Faixa Exclusiva, Corredor Central, BRT e VLT; além de apresentar viabilidade específica para linhas de Monotrilho e Metrô.

**Figura 11 - Quadro de compatibilidade entre os sistemas de TPC e os portes das cidades.**

Porte da cidade	Pequeno a médio porte	Médio porte	Médio a grande porte	Grande porte e regiões metropolitanas
FAIXA EXCLUSIVA 	●	●	●	●
CORREDOR CENTRAL 	●	●	●	●
BRT 	●	●	●	●
VLT 	○	●	●	●
MONOTRILHO 	○	○	●	●
METRÔ 	○	○	●	●
TREM URBANO 	○	○	○	●

Fonte: AMICCI *et al.* (2018).

### 3.1.1.2 Análise de densidade urbana

Concluído o primeiro tema, é vez de analisar a densidade urbana na área de implantação de um sistema de TPC. Neste caso, a análise diz que a capacidade do sistema deve ser proporcional ao volume de empregos, residências e serviços na área a ser atendida. Ou seja, áreas mais densas acabam por gerar uma demanda maior. No entanto, ao mesmo tempo, estas áreas geralmente possuem limitação de espaço justamente devido à sua densidade urbana.

Nos casos em que a densidade urbana na área de influência direta é insuficiente para determinada solução, é possível a construção de sistemas de concentração de demanda funcionando como um **Sistema Tronco-Alimentado**, permitindo a segmentação em subsistemas de forma a atender o conjunto de características locais. Nesses sistemas, as “linhas alimentadoras”, de menor demanda/capacidade, circulam em áreas de baixa densidade coletando passageiros e alimentam as “linhas tronco”, de maior capacidade, gerando otimização do sistema com ganhos em escala, com racionalização das linhas e redução do custo por passageiro transportado.

Ainda nos casos de áreas com baixa densidade, há a possibilidade de elaboração de integração com políticas de uso e ocupação do solo de forma a promover o adensamento urbano na área de influência do sistema e o aumento da demanda.

Para efeito de classificação, AMICCI *et al.* (2018) divide as densidades em três classes:

**Densidade Baixa:** área com preponderância de casas e/ou edifícios baixos afastados entre si. Pode abarcar muitos terrenos não edificados ou grandes espaços públicos livres. A concentração de atividade urbana é pequena;

**Densidade Média:** área com densidade homogênea entre alta e baixa. Alternativamente, a área pode apresentar uma mistura não uniforme em que se intercalam núcleos densos e esparsos;

**Densidade Alta:** área com alta concentração de atividades residenciais, comerciais, industriais e/ou serviços. As edificações se apresentam, em sua maior parte, como uma massa compacta e bastante verticalizada.

Desta forma, de acordo com a **Figura 12**, pode-se considerar que Macapá está em fase de transição de **Densidade Baixa** para **Densidade Média**, uma vez que apresenta pontos de verticalização, principalmente em bairros centrais, mas que também apresenta pontos de alta densidade comercial, de serviços e populacionais em regiões mais periféricas.

**Figura 12 - Classificação de densidade urbana.**



Fonte: AMICCI *et al.* (2018). Adaptado pelo autor.

Como exemplo desta última colocação, toma-se o bairro São Lázaro, que abriga áreas institucionais importantes (hospitais, ministério público, conselho tutelar e outros) e desponta como um centro comercial da Zona Norte da cidade.

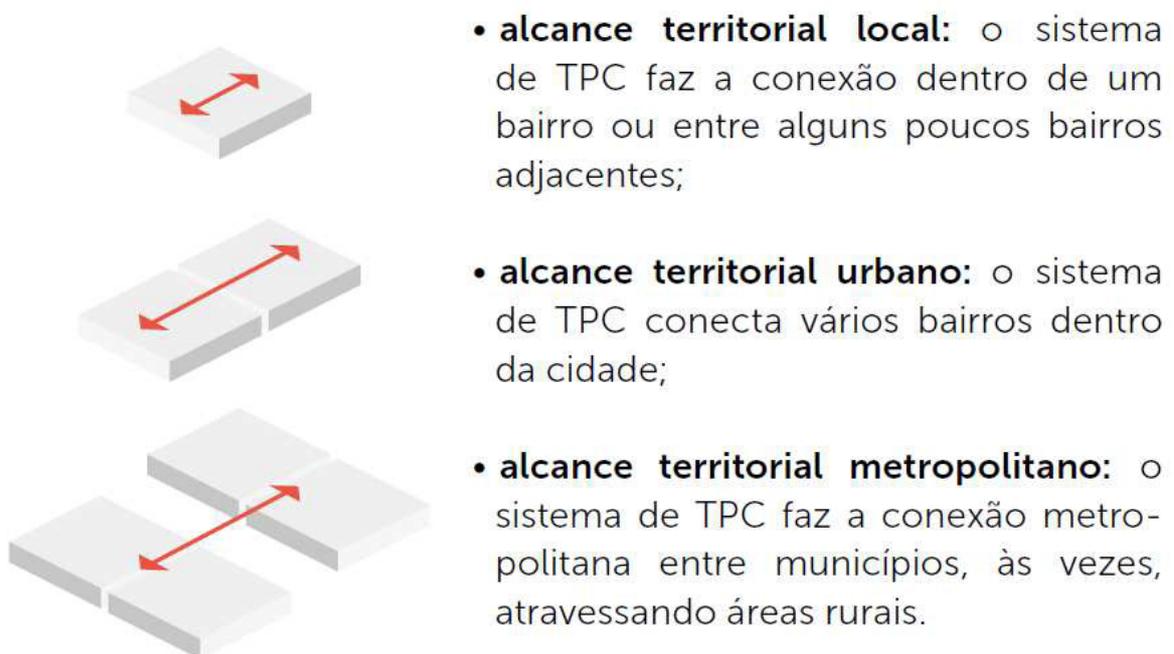
### 3.1.1.3 Extensão do corredor

AMICCI *et al.* (2018) diz que cada tipologia de TPC necessita de uma extensão mínima para que sejam viáveis em função de uma demanda. Ao mesmo tempo que devem observar outros pontos, como o tempo de viagem, intervalos entre viagens,

espaçamento entre paradas. E desta maneira, cada eixo de transporte assume um papel no sistema de mobilidade de acordo com seu alcance territorial (**Figura 13**).

Para tal, observa-se que a proposta inicial deve contemplar, no mínimo, os bairros centrais de elevada densidade urbana e eixos de desenvolvimento da cidade, em especial os eixos da BR-210 (Zona Norte), Rod. Duca Serra (Zona Oeste), Rua Leopoldo Machado/Jovino Dinoá/Rod. Josmar Chaves Pinto (Zona Sul) e Rua Hildemar Maia/Santos Dumont/Av. Claudomiro de Moraes (Zona Sul).

**Figura 13 - Classificação por alcance territorial.**



- **alcance territorial local:** o sistema de TPC faz a conexão dentro de um bairro ou entre alguns poucos bairros adjacentes;

- **alcance territorial urbano:** o sistema de TPC conecta vários bairros dentro da cidade;

- **alcance territorial metropolitano:** o sistema de TPC faz a conexão metropolitana entre municípios, às vezes, atravessando áreas rurais.

Fonte: AMICCI *et al.* (2018)

Para que seja feita a classificação de acordo com AMICCI *et al.* (2018), é necessário que, em primeiro plano, seja feita levado em consideração as diferentes regiões por onde passa o eixo/sistema para que, em um segundo momento, seja feita a classificação do alcance territorial de maneira correta. Assim, observa-se que o sistema de mobilidade toma duas formas diferentes de classificação por alcance territorial, sendo o primeiro (central) de alcance local e o segundo (eixos) de alcance urbano.

#### 3.1.1.4 Resultados da primeira etapa

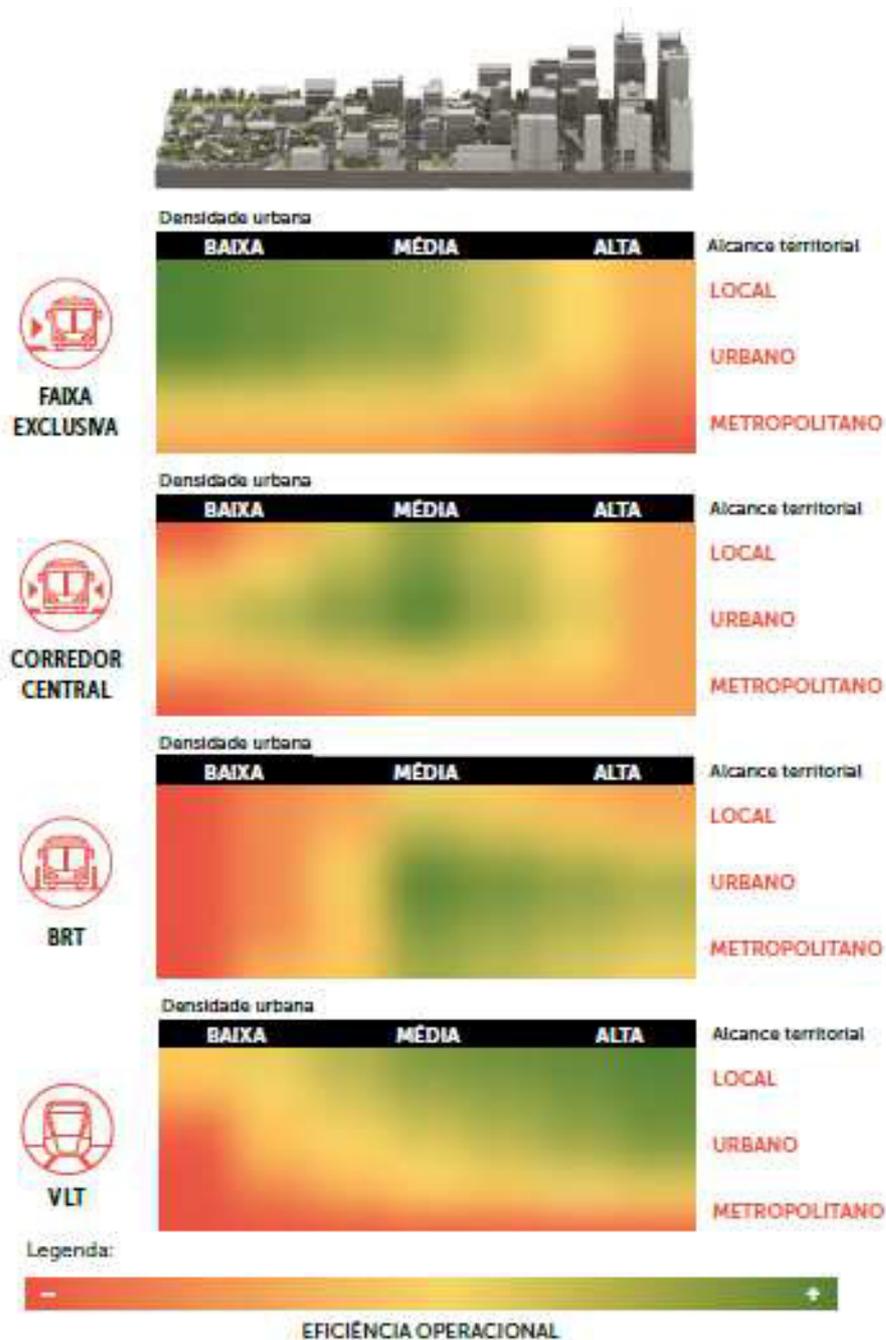
Com o conjunto das informações levantadas na primeira etapa de seleção de TPC, é possível proceder com o processo de comparação e escolha entre os sistemas

disponíveis. Para consolidação da análise, exclui-se a possibilidade de utilização de Faixa Exclusiva, uma vez que a instalação deste sistema já é prevista pela PMM. Logo, segue-se a análise levando em consideração apenas as três alternativas que apresentaram a compatibilidade geral e maior capacidade: Corredor Central, BRT e VLT.

De forma a tornar a comparação mais visual, o infográfico da **Figura 14** traz o comparativo de eficiência operacional dos sistemas apontados na análise do porte da cidade, relacionando a densidade urbana à extensão do corredor. Observa-se, assim que:

1. Os Sistemas de VLT têm eficiência maior quando operados com alcance local para regiões de média e alta densidade urbana, ou para alcance urbano em regiões de alta densidade urbana. O limite da sua eficiência está na operação para alcance urbano em densidades urbanas médias e apresenta baixa eficiência para alcances metropolitanos e áreas de baixa densidade urbana;
2. Os sistemas de corredor central, em geral, restringem sua eficiência operacional a áreas de média densidade urbana com alcance local e urbano;
3. Os sistemas BRT apresentam bom desempenho para áreas de média densidade urbana com transporte urbano e metropolitano, ou para áreas de alta densidade urbana com alcance urbano. Sendo o único que neste nível de análise apresenta eficiência no transporte metropolitano.

**Figura 14 - Eficiência operacional em densidade x alcance territorial.**



Fonte: AMICCI et al. (2018). Adaptado pelo autor.

### 3.1.2 Etapa 2: comparação das alternativas

Na sequência do processo de escolha proposto por AMICCI *et al.* (2018), a segunda etapa do processo de escolha de TPC é comparação das alternativas encontradas sob a análise da primeira etapa. Esta comparação deve ser feita entre todas as alternativas, caso o resultado a primeira etapa aponte mais de uma opção;

ou, caso o resultado da primeira etapa aponte uma única alternativa, a comparação pode ser feita em relação ao modelo vigente.

Como forma de racionalizar a escolha, é proposto que seja utilizado um método matemático de avaliação multicritério como forma de fundamentar a decisão do gestor público, de forma a verificar a adequabilidade da proposta às condições locais, verificar a viabilidade dentro do prazo estimado e auxiliar a justificativa perante os órgãos de controle e na obtenção de recursos financeiros.

Assim, AMICCI *et al.* (2018) diz que a avaliação multicritério proposta leva em consideração:

(i) os interesses dos atores do setor de mobilidade (usuários, poder público e a sociedade); (ii) os atributos de cada alternativa pré-selecionada; (iii) um critério para a ponderação desses atributos; (iv) a determinação de um indicador numérico para comparar as alternativas.

Ainda segundo a autora, esta avaliação é feita na intenção de:

I. Reunir várias informações (quantitativas ou qualitativas) sobre cada alternativa, relacionadas a vários atributos previamente identificados com base em expectativas de grupos de atores (usuários, poder público e sociedade); II. Transformar cada informação em um valor (pontuação dos atributos); III. Combinar todas as pontuações parciais (dos atributos) em uma única pontuação (nota final) da alternativa através da utilização de “pesos” (fatores de ponderação) que refletem a importância de cada atributo; IV. Avaliar os resultados, tanto em relação à nota final, quanto as pontuações parciais de cada alternativa, de modo a fornecer elementos para a decisão final a ser realizada juntamente com outros fatores externos.

A avaliação deve ser feita levando em consideração três atores, escolhidos levando em consideração suas visões de governança: **os usuários**, aqueles impactados diretamente pelo serviço de TPC; **o poder público**, o gestor/promotor de políticas de mobilidade, responsável pela implantação, regulamentação, fiscalização, financiamento, concessão ou mesmo operação do sistema; **a sociedade**, o conjunto de pessoas/entidades que irão interagir com os impactos do sistema de mobilidade, seja positivo ou negativo.

A avaliação multicritério proposta pondera os atributos para equilibra os interesses de cada um dos atores listados, buscando a solução que tenha o melhor impacto global. AMICCI *et al.* (2018) diz que “Esse processo não é absolutamente

racional como sugere a avaliação multicritério. Outros fatores, externos ao processo, podem condicionar a escolha da alternativa a ser implantada [..]”

### 3.1.2.1 *Matriz de Comparação*

Observa-se então que, a Avaliação Multicritério proposta pelo Guia TPC requer a participação de entes da sociedade, como é indicado pela Política Nacional de Mobilidade Urbana, podendo ser classificada então como um processo participativo de escolha. Lembrando que, para efeito desta monografia, o acesso aos atores solicitados pela Avaliação teria impacto negativo sobre o prazo de execução dos estudos, além de trazer uma robustez para o estudo ainda não necessária dado que a intenção é iniciar o debate sobre e justificar uma solução para o transporte público na capital e não ser um estudo definitivo sobre o sistema.

Desta forma, a solução proposta é a de uma matriz simples de comparação entre os sistemas disponíveis conforme informações disponibilizadas pelo Guia. Assim, inicia-se uma análise a partir de itens relativos à infraestrutura dos sistemas propostos. Logo, a **Tabela 1** compara informações relativas ao posicionamento na via, ao nível de segregação em relação ao trânsito local, infraestrutura de embarque e desembarque, distância entre estes pontos de parada e a necessidade de faixas de ultrapassagem. Pode-se observar, a partir da referida tabela, que há uma semelhança intrínseca entre os sistemas de média capacidade (Faixa Exclusiva, BRT e VLT) quando se compara características básicas da infraestrutura de embarque e desembarque e em relação à distância dos pontos de parada.

No entanto, observa-se que os sistemas de Corredor Central e BRT necessitam a criação de “ilhas” para ponto de embarque e desembarque, enquanto as demais opções podem ser operadas com pontos no alinhamento da calçada. Outro ponto importante a ser observado é a necessidade de faixas de ultrapassagem em pontos de alto tráfego de veículos em sistemas operados por ônibus, uma vez que o aumento da capacidade requer o aumento do número de veículos em operação, enquanto esse aumento de capacidade em um sistema VLT pode ser feito através do aumento do número de composições em um veículo.

**Tabela 1 – Matriz síntese de caracterização dos sistemas de TPC -  
Infraestrutura**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (INFRAESTRUTURA)	FAIXA EXCLUSIVA	CORREDOR CENTRAL	BRT	VLT
<b>LOCALIZAÇÃO NA VIA / ALINHAMENTO VERTICAL</b>	Faixa à direita da pista, junto à calçada	Faixa à esquerda da pista, junto ao canteiro central	Faixa à esquerda da pista junto ao canteiro central	Em superfície
<b>SEGREGAÇÃO EM RELAÇÃO A FLUXOS DE VEÍCULOS E PEDESTRES</b>	Apenas sinalização (marcas viárias em linha contínua e seccionada nos locais de conversão à direita)	Segregação física através de dispositivos separadores ou apenas sinalização (marcas viárias), exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física através de dispositivos separadores ou apenas sinalização (marcas viárias), exceto em travessias e cruzamentos em nível	Segregação física através de dispositivos separadores, exceto em travessias e cruzamentos em nível
<b>INFRAESTRUTURA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE</b>		Plataformas específicas	Plataformas específicas com portas automáticas	Plataformas específicas com ou sem portas automáticas
	Pontos de ônibus nas calçadas, no nível do passeio	Posição à direita do sentido de circulação dos ônibus (em "ilhas") ou à esquerda (no canteiro central) quando usados ônibus com portas de ambos os lados, ou somente à esquerda	Posição à direita do sentido de circulação dos ônibus (em "ilhas") ou à esquerda (no canteiro central) quando usados ônibus com portas de ambos os lados, ou somente à esquerda	Posição à direita ou à esquerda do sentido de circulação dos veículos
		Plataformas niveladas com o piso do veículo ou do 1º degrau	Plataformas niveladas com o piso do veículo	Plataformas niveladas com o piso do veículo
	Pontos de parada subdivididos em casos de frequências superiores a 100 ônibus/hora/sentido	Pontos de parada subdivididos em casos de frequências superiores a 100 ônibus/hora/sentido com parada na estação	Pontos de parada subdivididos em casos de frequências superiores a 70 ônibus/hora/sentido com parada na estação	Não se aplica
<b>DISTÂNCIAS DE REFERÊNCIA ENTRE AS PARADAS / ESTAÇÕES (EM METROS)</b>	De 300 a 500	De 500 a 600	De 500 a 600	De 500 a 600
<b>FAIXAS DE ULTRAPASSAGEM</b>	Nas áreas de parada, quando houver pontos subdivididos, ou quando houver linhas sem parada no ponto (expressas ou semiexpressas)	Nas áreas de parada, quando houver pontos subdivididos, ou quando houver linhas sem parada no ponto (expressas ou semiexpressas) <hr/> Em segmentos de elevada frequência (acima de 200 ônibus/hora)	Nas áreas de parada, quando houver pontos subdivididos, ou quando houver linhas sem parada no ponto (expressas ou semiexpressas) <hr/> Em segmentos de elevada frequência (acima de 200 ônibus/hora)	Não se aplica

Fonte: AMICCI *et al.* (2018), adaptado pelo autor.

Seguindo para a **Tabela 2**, pode-se observar os impactos que cada um dos sistemas em proposição exerce sobre a região em implantação. Assim, a tabela compara os impactos urbanísticos, custo de implantação, tempo de implantação, impacto visual e efeito barreira gerados.

**Tabela 2 – Matriz síntese de caracterização dos sistemas de TPC – Impactos.**

CARACTERÍSTICAS FÍSICA (INFRAESTRUTURA)	FAIXA EXCLUSIVA	CORREDOR CENTRAL	BRT	VLT
<b>TRATAMENTOS URBANÍSTICOS</b>	Necessário tratamento de passeios e acessibilidade na área de influência dos pontos de parada e recomendável em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Necessário tratamento de passeios e acessibilidade na área de influência dos pontos de parada e recomendável em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Necessário tratamento de passeios e acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana	Necessário tratamento de passeios e acessibilidade, iluminação pública, paisagismo em todo o eixo viário do projeto, com mitigação de efeitos de intrusão urbana
<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>	Recomendável nas paradas	Obrigatório nas paradas e desejável em todo o traçado	Obrigatório em todo o traçado	Não se aplica
<b>CUSTO TOTAL (INFRAESTRUTURA, GARAGEM, VEÍCULOS E SISTEMAS) EM MILHÕES DE REAIS</b>	De 8 a 15	De 11 a 21	De 15 a 90	De 75 a 150
<b>CUSTO DE INFRAESTRUTURA EM MILHÕES DE REAIS</b>	De 1,5 a 3	De 5 a 7	De 10 a 55	Não se aplica
<b>TEMPO DE IMPLANTAÇÃO **</b>	Rápido (1 a 2 anos)	Médio (3 a 5 anos)	Médio (3 a 5 anos)	Médio a longo (3 a 10 anos)
<b>IMPACTO VISUAL</b>	Baixo. Impacto dos abrigos	Médio-baixo. Impacto dos dispositivos segregadores e das estações	Alto. Impacto dos dispositivos segregadores e das estações fechadas	Baixo. Impacto visual da via e das estações
<b>EFEITO BARREIRA</b>	Baixo	Médio	Alto	Muito baixo
<b>EMIÇÃO ATMOSFÉRICA</b>	Alta	Média-alta	Média	Inexistente
<b>RUÍDO AMBIENTE (CONSIDERANDO MAIORES DEMANDAS)</b>	Alto	Alto	Alto	Muito baixo
<b>RISCO DE ACIDENTES</b>	Alto	Médio	Médio	Baixo

\*Referência de custo em milhões/km, base 2008)

\*\*Baseado em casos médios nacionais

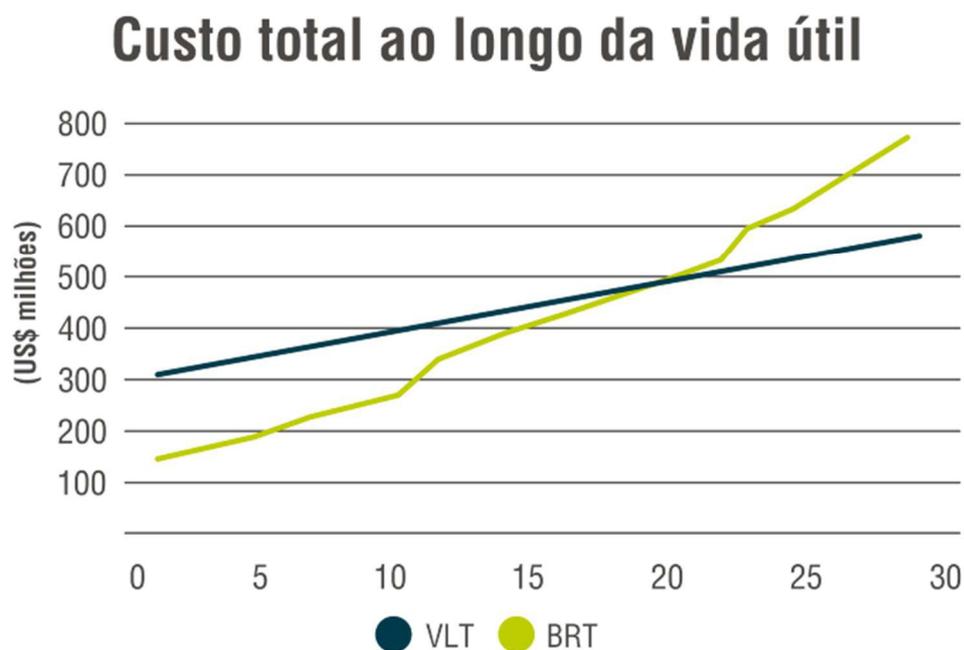
Fonte: AMICCI *et al.* (2018), adaptado pelo autor.

Da análise dos impactos, observa-se que todos têm indicação de tratamentos a fim de mitigar efeitos da intrusão urbana. Em relação a tempo de implantação e custos, observa-se que o VLT, por ser um sistema sobre trilhos, tem os maiores impactos, chegando um tempo de implantação de até 10 anos e ao custo de 150 milhões/km. No entanto, em relação aos custos, Motta (2013) elucida que:

“Quanto ao custo, o VLT, por sua elevada qualidade de oferecimento de serviços, não pode ser comparado a um ônibus. Além disso, deve-se levar em consideração o fato da tração elétrica ser mais ambientalmente adequada à matriz energética brasileira. E, ainda, o custo da infraestrutura é mais barato que o necessário para a implantação de uma rede metroviária.”

Segundo a ANPTrilhos (2017), apesar de o VLT apresentar um maior custo de implantação, em comparativo ao BRT, é o sistema que apresenta o menor custo de manutenção a longo prazo, conforme a **Figura 15**.

**Figura 15 - Comparativo de custo a longo prazo.**



Análise baseada em uma linha de 12km de extensão com 22 estações e capacidade de 7.000 passageiros por hora por sentido. Custos de desapropriação não incluídos.

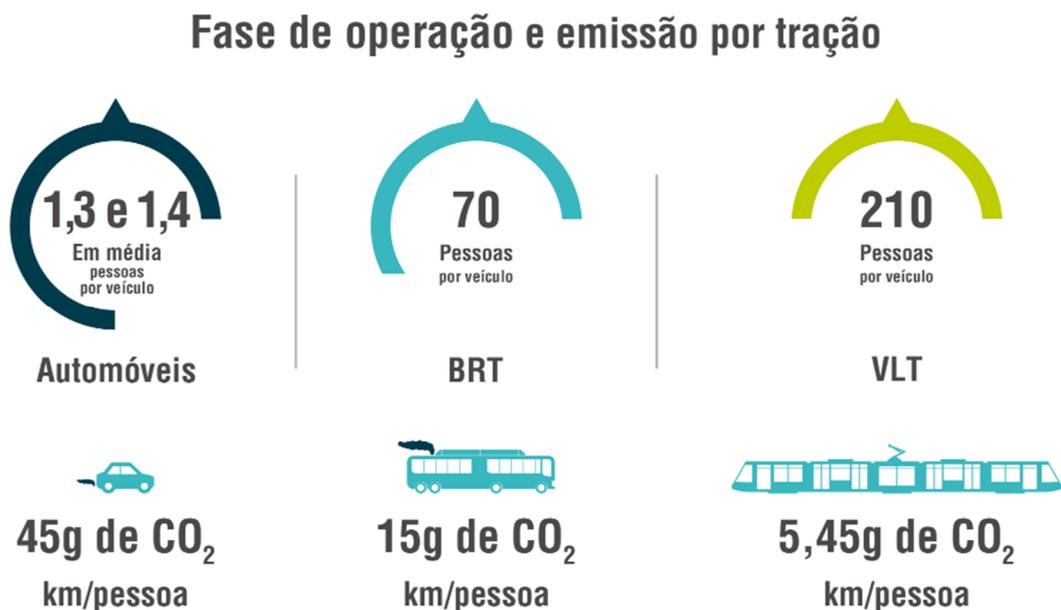
Fonte: ANPTrilhos (2017).

Na contramão destas informações, o VLT apresenta o menor impacto de efeito barreira, aquele que “ocorre quando uma infraestrutura de transporte age como um obstáculo para os deslocamentos locais de pedestres e ciclistas” (Jesus, 2021). Desta forma, Motta (2013) diz que “o VLT não divide a cidade, pois existe uma prevalência

do pedestre sobre o veículo, portanto, de maneira diferente dos trens não há muros dividindo a cidade”.

Além disso, o VLT se mostra mais promissor em relação aos demais impactos, sejam ambientais (emissão de poluentes atmosféricos e sonoros) ou de trânsito (menor risco de acidentes). A ANPTRILHOS (2017), novamente, compara a emissão de poluentes entre o VLT e o BRT, afirmando que a operação de um sistema BRT movido à diesel em 5 anos emite duas vezes mais CO<sub>2</sub> que a operação de 25 anos de um sistema VLT. Ainda, segundo a associação, estes veículos movidos à diesel emitem outros poluentes, como óxidos de enxofre (SOx) e óxidos de nitrogênio (NOx). Por fim, a associação diz que a eficiência energética do VLT é 88% (km/kj/pessoa) superior à eficiência de veículos do sistema BRT. Como mostra a **Figura 16**.

**Figura 16 - Comparativo de emissão de CO<sub>2</sub>.**



Fonte: ANPTRILHOS (2017).

Partindo para a análise de características operacionais, a **Tabela 3** traz informações relativas ao aparato necessário para viabilização da operação, como a necessidade de rede tronco-alimentada, integração tarifária, ponto de cobrança da tarifa, tração dos veículos, compartilhamento das vias com o tráfego comum e fiscalização de trânsito.

Neste ponto, é necessário observar que existe uma semelhança entre o BRT e o VLT, ambos necessitam integração tarifária, possuem as mesmas características de

tráfego e compartilhamento de vias, além de necessitarem da montagem de Centro de Controle Operacional (CCO) e de preferência semafórica.

**Tabela 3 – Matriz síntese de comparação dos sistemas TPC – Operacional.**

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E FUNCIONAIS	FAIXA EXCLUSIVA	CORREDOR CENTRAL	BRT	VLT
REDE TRONCO-ALIMENTADA	Recomendável	Recomendável	Necessária	Recomendável
VEÍCULOS / TRAÇÃO	Todos os tipos de ônibus urbanos	Ônibus básicos ou superiores	Ônibus padrão ou superiores	Tração elétrica alimentada por catenária ou por sistema no solo
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA	Recomendável	Recomendável	Necessária	Necessária
VALIDAÇÃO / COBRANÇA DA TARIFA	No veículo	No veículo	Externa ao veículo	No veículo ou externa ao veículo
COMPARTILHAMENTO DA VIA COM TRÁFEGO GERAL	Possível apenas para conversões e acesso a lotes à direita e em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos	Possível apenas em cruzamentos
FISCALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático	Autuação de veículos que circulem sem autorização, por meio manual ou automático
PREFERÊNCIA SEMAFÓRICA NO CORREDOR (semáforos controlados pelos veículos)	Recomendável	Recomendável	Necessário	Necessário
MONITORAMENTO OPERACIONAL COM CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	Recomendável	Recomendável	Necessário	Necessário
SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Necessário
INFORMAÇÃO AO USUÁRIO	Recomendável em tempo real. Necessária informação estática.	Recomendável em tempo real. Necessária informação estática.	Necessária em tempo real. Necessária informação estática.	Necessária em tempo real. Necessária informação estática.

Fonte: AMICCI *et al.* (2018), adaptado pelo autor.

Por fim, completa-se a análise com a Tabela 4, a qual traz informações sobre volume de passageiros transportados, velocidade comercial, frequência entre veículos

e regularidade operacional. Assim, é possível observar que as maiores capacidades são dos sistemas de Corredor Central e de BRT, podendo transportar até 15.700 e 35.000 passageiros/hora/sentido com regularidade de média à média alta, respectivamente. Enquanto, em relação à regularidade de operação, despontam o BRT e o VLT.

**Tabela 4 – Matriz síntese de comparação dos sistemas TPC – Capacidades operacionais.**

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E FUNCIONAIS	FAIXA EXCLUSIVA	CORREDOR CENTRAL	BRT	VLT
FREQUÊNCIAS / INTERVALOS REFERENCIAIS	De 40 a 150 ônibus/hora/sentido	De 40 a 200 ônibus/hora/sentido	De 60 a 200 ônibus/hora/sentido	Intervalos de 180 segundos (20 veículos/hora/sentido)
FAIXAS USUAIS DE VELOCIDADE COMERCIAL	18 a 22 km/h	22 a 25 km/h	22 a 30 km/h	18 a 25 km/h
CAPACIDADE UNITÁRIA DOS VEÍCULOS*	35 lugares (miniônibus) a 170 lugares (articulados)	De 74 lugares (ônibus básicos) a 170 lugares (articulados)	De 85 lugares (Padron) a 197 lugares (Biarticulados)	De 280 a 660 lugares
CAPACIDADE NA SEÇÃO CRÍTICA**	De 4500 a 7600 (sem ultrapassagem nas paradas)	De 5000 a 8300	De 5900 a 9800	2800 a 13200
	De 7600 a 11500 (com ultrapassagem nas paradas e dois pontos subdivididos)	De 8300 a 12500 (com ultrapassagem nas paradas e dois pontos subdivididos) De 8700 a 15700 (com ultrapassagem nas paradas, dois pontos subdivididos e serviços expressos)	De 11300 a 28100 (com ultrapassagem nas paradas e dois pontos subdivididos) De 14200 a 35000 (com ultrapassagem nas paradas, dois pontos subdivididos e serviços expressos)	
REGULARIDADE OPERACIONAL (CONFIABILIDADE)	Baixa	Média	Média alta	Média alta

\*A uma taxa de 6 passageiros em pé por m<sup>2</sup>

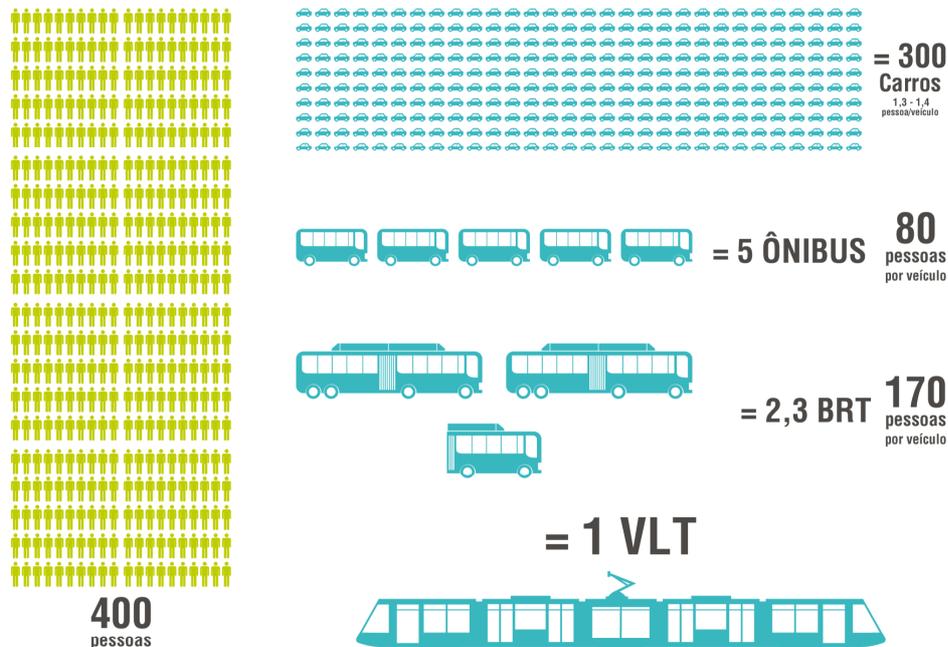
\*\*Em passageiro/hora/sentido

Fonte: AMICCI *et al.* (2018), adaptado pelo autor.

Em relação à capacidade, a ANPTrilhos (2017) compara a capacidade de transporte de 400 pessoas em diversos veículos diferentes. Observa-se que diferentes

autores têm usado diferentes metodologias de cálculo de demanda, todos com valores diferentes, porém sempre apontado a superioridade da capacidade do VLT. Como na **Figura 17**.

**Figura 17 - Capacidade de transporte.**



Um VLT de 40 metros tem capacidade para transportar mais de 400 passageiros, contra 80 em um ônibus, ou 170 no BRT. Então, se circular no mesmo intervalo de tempo de aproximadamente uma vez a cada 3 minutos, o número de passageiros transportados é mais do que o dobro no VLT. Como referência, um VLT pode transportar o equivalente a 300 carros com média de 1,3 a 1,4 passageiro por carro, por viagem, e mais de 2 BRTs.

Fonte: ANPTrilhos (2017).

### 3.1.3 Etapa 3: definição da alternativa mais adequada considerando condicionantes exógenos

Concluindo o passo a passo apontado por AMICCI *et al.* (2018), é necessário observar que, seja pela execução da análise multicritério ou a partir de uma matriz comparativa entre os modos, há variantes externas a este processo que não foram consideradas até então. Desta forma, a **Figura 18** elenca variáveis a serem consideradas de maneira concomitante à avaliação entre os modais.

Ou seja, ainda que uma alternativa se mostre viável frente à fatores de infraestrutura e operação, ela pode acabar sendo descartada se não for adequada à outras condicionantes. É neste ponto que se verifica a necessidade do planejamento à longo prazo para a adequação do ambiente (urbano, político, administrativo e financeiro) ao modo de transporte que se pretende utilizar.

**Figura 18 - Quadro de condicionantes exógenos.**

<b>Tipo de condicionante exógeno</b>	<b>Condicionante selecionado</b>
<b>ECONÔMICO-FINANCEIROS</b>	Disponibilidade de recursos financeiros
	Capacidade de endividamento do ente público
<b>ADMINISTRATIVOS</b>	Atendimento dos requisitos para obtenção de financiamento
	Requisitos de contratos de concessão vigentes
	Incertezas associadas à gestão pública do sistema de TPC
<b>TÉCNICOS</b>	Viabilidade ambiental vinculada ao processo de licenciamento
	Articulação com empreendimentos próximos
<b>POLÍTICO-SOCIAIS</b>	Deslocamentos involuntários
	Impactos em grupos socioeconômicos específicos

Fonte: AMICCI *et al.* (2018).

Neste sentido, é necessário lembrar que, mesmo não atendendo a características de operação, ainda há a possibilidade de instalação de um sistema de mobilidade se houver conjuntura financeira e política. Bastos (2018) cita que, das redes VLT implantadas no Brasil, nenhuma atinge o piso de 15 mil passageiros/hora/sentido, como informado por diversos autores, algumas sequer atingem este volume ao longo do dia. O autor complementa:

“Além disso, a viabilidade financeira do VLT deve ser interpretada de uma forma mais ampla. Não é viável financeiramente somente aquele modo de transporte público coletivo que é totalmente custeado pela tarifa. Até mesmo porque, nessa lógica, o asfaltamento de uma via pública sem pedágio não seria viável, já que não haveria sequer tarifa para cobrir por si só os custos desse investimento em infraestrutura viária.”

No entanto, observando que se objetiva a justificativa de uma implantação futura, estas questões tornam-se maleáveis tendo em vista o prazo que há para planejamento executivo e financeiro. Desta forma, é possível admitir a possibilidade de implantação de um sistema VLT por características operacionais e de infraestrutura com base nas informações atuais.

### 3.2 DEFINIÇÃO DE CARACTERÍSTICAS E TRAÇADO

Desta forma, admite-se a viabilidade da implantação de uma rede VLT frente às características técnicas do sistema e às características urbanas da cidade,

figurando um futuro a longo prazo. A partir de então é necessário que as características do sistema sejam esmiuçadas com a finalidade de elucidar os itens básicos de traçado e operação da rede, desta vez abandonando a comparação com outros meios e aprofundando a análise sobre o sistema em si. Em seguida, deve-se estipular um traçado viário para que seja possível fazer observar o alcance do sistema, desempenho sobre a malha urbana e populacional, além de levantar condicionantes locais à sua operação.

### 3.2.1 Características do sistema

AMICCI *et al.* (2018) aponta parâmetros máximos e mínimos de qualidade de operação dos sistemas de transporte sugeridos pelo texto, além dos itens já relacionados anteriormente. Ou seja, a partir das matrizes comparativas é possível fazer uma comparação que leva em características padrão de viabilidade e operação, no entanto ainda há a possibilidade de expandir estes parâmetros de forma a adaptar a veiculação do sistema por parâmetros inferiores ou superiores ao padrão. (**Tabela 5**)

**Tabela 5 – Características de variáveis.**

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E FUNCIONAIS		VLT
DISTÂNCIAS REFERENCIAIS ENTRE AS ESTAÇÕES	Até 500 metros	Padrão
	De 500 a 1000 m	Similar ao padrão
ESTRUTURA DAS ESTAÇÕES	Simples (similares a de corredores centrais/BRT)	Padrão
	De média complexidade em superfície	Similar ao padrão
TRATAMENTO URBANÍSTICO, DE PASSEIOS E ACESSIBILIDADE EM GERAL	Em toda a extensão do traçado	Padrão
	Em toda extensão do traçado e ampliado no entorno das estações	Superior ao padrão
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	Catenária e pantógrafo	Padrão
	Terceiro trilho pelo solo ou indutiva	Superior ao padrão
COBRANÇA/VALIDAÇÃO DE TARIFA	Interna ao veículo	Padrão
	Externa ao veículo	Similar ao padrão
CAPACIDADE DOS TRENS	De 150 a 600 lugares	Padrão
	De 600 a 1000 lugares	Superior ao padrão

Fonte: AMICCI *et al.* (2018), adaptado pelo autor.

Conforme a **Tabela 5**, é possível notar que é possível a construção de um projeto com alto nível de qualidade, com capacidade elevada de transporte de passageiros e influência positiva no entorno do sistema. Mas é necessário observar que o padrão de qualidade de construção e operação do sistema VLT já é elevado, principalmente se comparado a sistemas operados por ônibus.

O Ministério das Cidades (2018), através do **Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana – Veículo Leve sobre Trilhos**, apresenta critérios de implantação de infraestrutura para o sistema. Este texto apresenta definições de vias permanentes, estações, calçadas e infraestrutura cicloviária; desta forma se mostrando um documento de alta confiabilidade e abrangência sobre as normas nacionais.

### 3.2.2 Via permanente e pontos de parada/estações

Das características de via permanente, a primeira citada pelo Ministério das Cidades (2018) é o trilho embutido, o qual permite o cruzamento com vias de tráfego misto e facilita o tráfego de pedestres, seu revestimento pode ser em grama (**Figura 19**), concreto, asfalto ou bloco intertravado.

**Figura 19 - VLT de Santos.**



Fonte: CPTM (2017).

Quando se trata de segregação, o critério básico é que a via deve ser se parada por algum tipo de barreira (meio-fio, tachões, desníveis etc.) do tráfego misto, permitindo o compartilhamento do espaço somente com o transporte ativo em caso de vias estreitas.

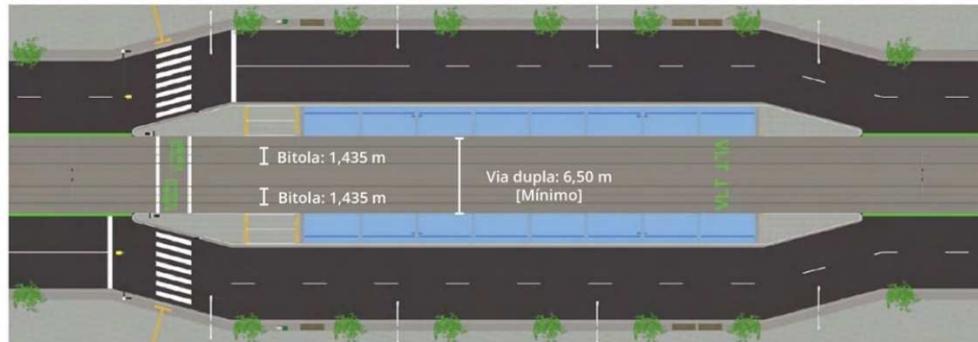
O traçado geométrico deve atender à bitola padrão de 1,435 metro, com largura mínima de 3,15 metros em via singela e de 6,50 metros em via dupla, o raio de curvatura mínimo deve ser de 30 metros ao longo da via, podendo variar de acordo com o projeto para garantir a estabilidade do veículo. Seu greide, conforme Ministério das Cidades (2018), “é limitado pelo sistema de propulsão e frenagem do veículo e tende a ser de, no máximo, 7% ao longo da via”.

Ainda de acordo com o MINISTÉRIO DAS CIDADES (2018), os pontos de parada devem contar com uma largura mínima de 2,40 m, sendo divididos entre instalação do abrigo e espaço de embarque e desembarque. Havendo a necessidade de um espaço mínimo de 1,20 m de largura de faixa livre para circulação externa ao ponto de parada. Para estações, deve-se atender a largura mínima de 2,65 m em estações unidirecionais e de 3,45 m em estações bidirecionais, podendo serem maiores caso o dimensionamento aponte esta necessidade.

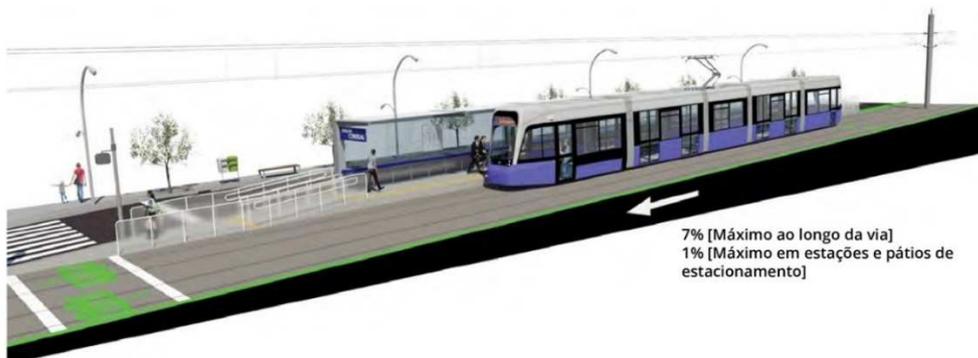
A plataforma de embarque e desembarque deve ser compatíveis com o comprimento do veículo, com piso elevado à uma altura entre 25 e 35 cm em relação ao topo do trilho, dependendo do material rodante, para que se proporcione uma maior fluidez ao sistema e eliminando os degraus. A **Figura 20** traz a ilustração dos parâmetros geométricos dos pontos de parada.

**Figura 20 - Características das vias de VLT.**

*Largura da via dupla e bitola*



*Largura da via singela e bitola*



FONTE: MINISTÉRIO DAS CIDADES (2018). Adaptado pelo autor.

### 3.2.3 Área de influência

O **Caderno Técnico de Estudos de Viabilidade** (2018) discorre diferentes metodologias para caracterização da área de influência, levando em consideração o estabelecimento de funções genéricas e complementares entre si. Uma destas metodologias, adotada levando em consideração o nível de detalhamento solicitado, faz a caracterização da rede a partir do levantamento de indicadores como:

- Trabalho: número de postos de trabalho em um raio de 700 m;
- População: número de moradores em um raio de 700 m;
- Centralidade: distância média e moradores em um raio de 700 m;

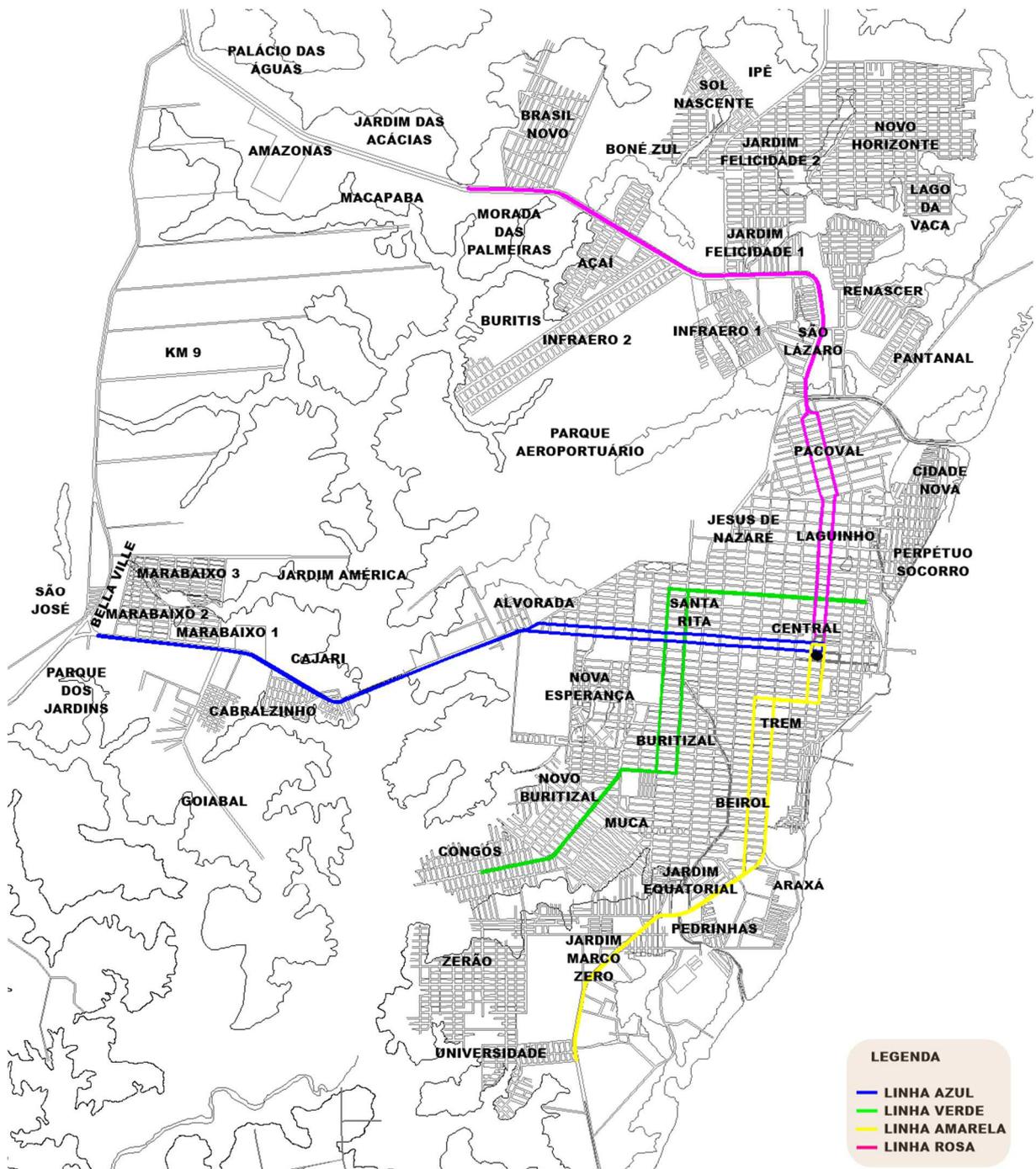
- Centro Regional: principal estação do centro regional, distribuição de frequência e frequência de passageiros no fim de semana comparada com os dias da semana;
- Turismo: a demanda de turistas para cada 1000 residentes da região municipal;
- Acessibilidade: o número de estações acessíveis em um deslocamento de 20 minutos.

Os itens apontados acima devem ser levantados a partir de alternativas de traçado, considerando fatores operacionais, técnicos, demanda, entre outros.

#### 4. RESULTADOS

Considerando as condições apontadas anteriormente, é necessário construir uma proposta de traçado que leve em consideração questões como a distância de influência (500 m) e a distância média entre estações (de 300 a 600 m em trechos adensados, ou de 600 a 1000 m em trechos de baixa densidade) abrangendo a área central da cidade e eixos de adensamento urbano da cidade, partindo do Centro para a Av. Claudomiro de Moraes e para as rodovias Josmar Chaves Pinto, Duca Serra e BR-210. A **Figura 21** mostra o mapa da rede proposta.

Figura 21 - Mapa da Rede de VLT de Macapá.



Fonte: Autoria própria.

Inicialmente, a concepção visa ligar os extremos da cidade ao centro e, a partir deste fazer a integração para outras partes da cidade. Observa-se que, há a necessidade de integração a partir de uma estação central, tomando como exemplo o caso de Estrasburgo, **Figura 22**. Há, ainda, a possibilidade de integração em outros pontos da rede ou áreas de integração entre linhas.

**Figura 22 - Estação Homme der Fer, Estrasburgo - França.**



Fonte: IGHIRRI (2014).

Existe a necessidade de se estruturarem linhas de ônibus de forma a suplementarem o alcance do sistema VLT, atuando como um **sistema tronco-alimentado**, e formando uma rede que atenderá os bairros/regiões onde não houver implantação de linhas. Outra possibilidade é a existência de linhas de ônibus expressas, ligando pontos chave do sistema com redução do tempo de viagem.

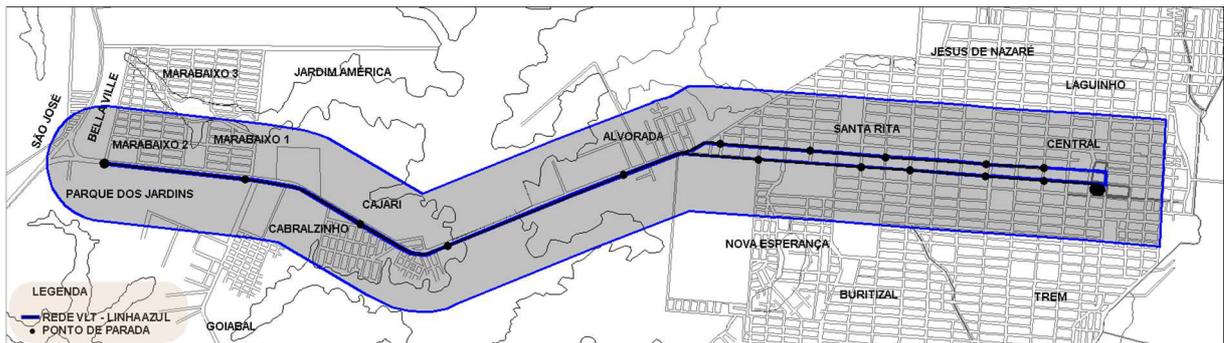
#### 4.1 LINHA AZUL

A primeira linha tem a primeira estação na Rodovia Duca Serra, na saída da Rua 3 do Marabaixo no Bairro Marabaixo II, seguindo pela Rodovia até a Avenida Padre Júlio Maria Lombaerd, onde cruza com a Linha Verde nas Ruas Santos Dumont e Hildemar Maia, e finaliza o percurso na estação central de integração, no cruzamento com a Rua Eliezer Levy. O retorno segue pela Avenida Padre Júlio Maria Lombaerd até a Rua General Rondon e desta até a Avenida Cora de Carvalho, onde volta a cruzar com a Linha Verde nas mesmas ruas citadas anteriormente, seguindo pelo prolongamento até retornar à Rodovia Duca Serra.

Nesta linha, são propostas 15 estações, havendo integração com toda a rede através da estação central e do cruzamento com a Linha Verde. O espaçamento entre

estações considerado ao longo da rodovia é superior a 600 m, devido à distância entre os polos geradores de viagem considerados, e inferiores a 600 m no perímetro urbano. Ao todo, o percurso completo conta com 13,6 km, destes 8,7 km em via singela e 4,9 km em via dupla. Considerando a velocidade média de 25 km/h, leva-se 44 minutos para o percurso completo. Considerando o custo de R\$ 75 milhões/km, a linha está estimada em R\$ 1.020 milhões. A **Figura 23** ilustra o trajeto

**Figura 23 - Mapa de Linha Azul.**



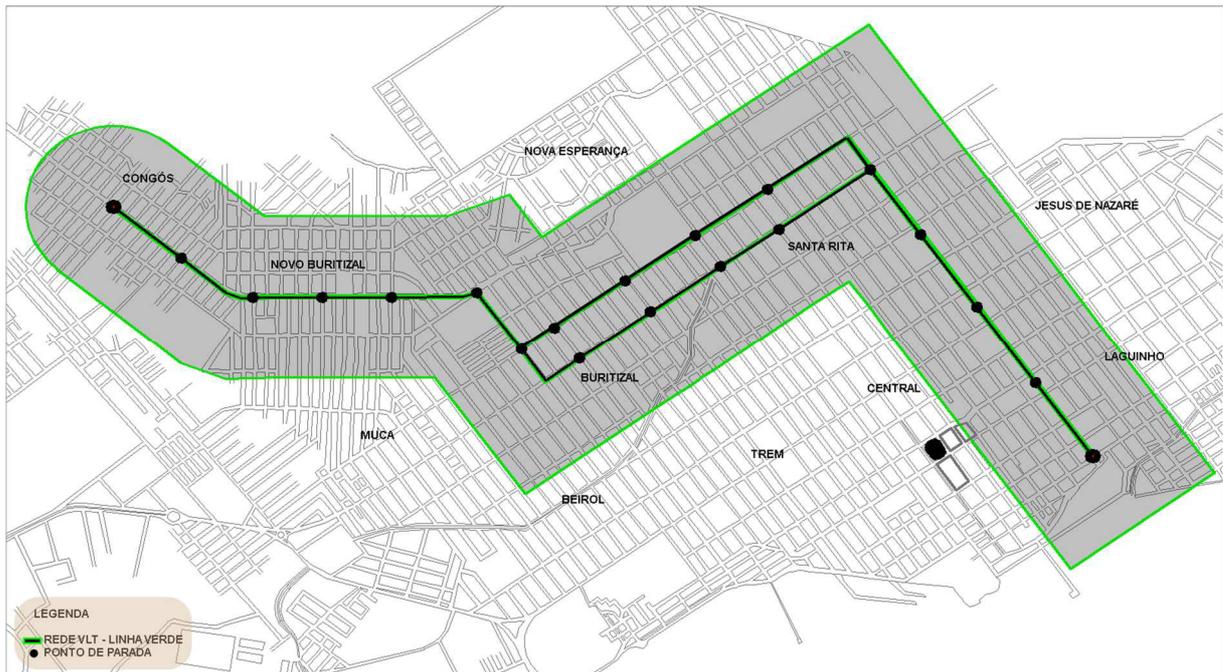
Fonte: Autoria própria.

#### 4.2 LINHA VERDE

A segunda linha tem a primeira estação na Rua Benedito Limo do Carmo, com cruzamento com a Avenida Nilo Almeida no Bairro Congós, seguindo por esta Rua até seu prolongamento, Rua Claudomiro de Moraes, entrando na Avenida dos Caramuru até o cruzamento com a Rua Hildermar Maia. A partir deste ponto segue até a Avenida Fab e, por esta, até a Praça Barão do Rio Branco no Centro. Retornando pela Avenida Fab até a Rua Santos Dumont, depois até a Avenida dos Caramuru e retornando à Rua Claudomiro de Moraes e prolongamento.

Nesta linha, são propostas 20 estações, havendo integração com toda a Linha Azul, nas Avenidas Padre Julio Maria Lombaerd e Cora de Carvalho, e com a Linha Rosa, nas Ruas Eliezer Levy e General Rondon. O espaçamento entre estações considerado é inferior a 600 m, devido à distância entre os polos geradores de viagem considerados no perímetro. Ao todo, o percurso completo conta com 9,9 km, destes 5 km em via singela e 4,9 km em via dupla. Considerando a velocidade média de 25 km/h, leva-se 35 min para o percurso completo. Considerando o custo de R\$ 75 milhões/km, a linha está estimada em R\$ 742,5 milhões. A **Figura 24** ilustra o trajeto.

**Figura 24 - Mapa de Linha Verde.**



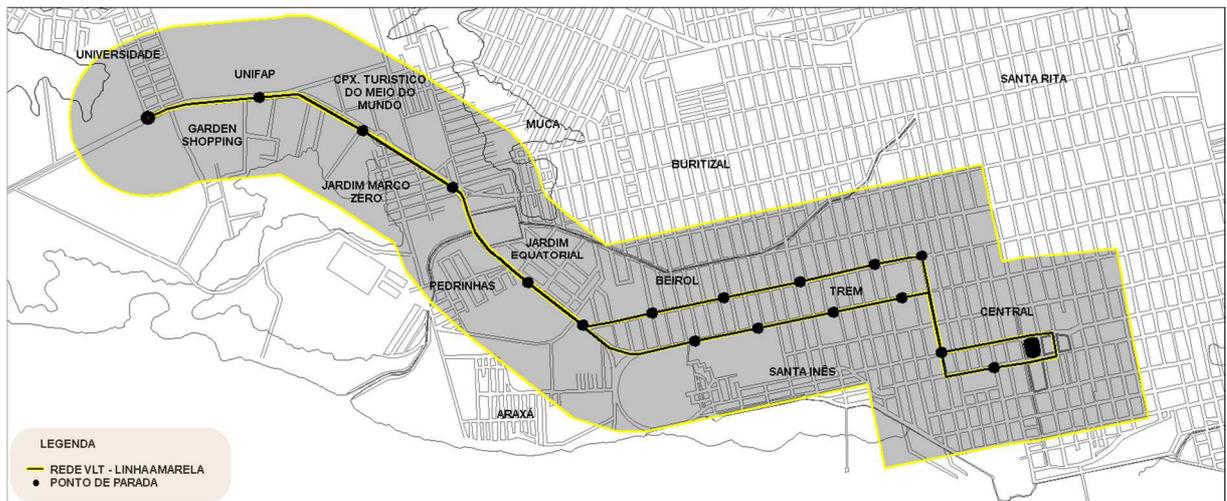
Fonte: Autoria própria.

### 4.3 LINHA AMARELA

A terceira linha tem a primeira estação na Rodovia Josmar Pinto Chaves, com cruzamento com a Rua Inspetor Marcelino no Bairro Universidade, seguindo por esta rodovia até a Rua Jovino Dinoá, depois até a Avenida Feliciano Coelho e, a partir desta até a Rua General Rondon, fazendo o contorno pela Avenida Cora de Carvalho para chegar à estação central pela Rua Eliezer Levy. Retornando pela Rua Eliezer Levy até a Avenida Feliciano Coelho, depois até a Rua Leopoldo Machado e Rodovia Josmar Chaves Pinto.

Nesta linha, são propostas 17 estações, havendo integração com a estação central. O espaçamento entre estações considerado ao longo da rodovia é superior a 600 m, variando até chegar a distâncias menores que 600 m na saída da rodovia. Ao todo, o percurso completo conta com 10,3 km, destes 6,4 km em via singela e 3,8 km em via dupla. Considerando a velocidade média de 25 km/h, leva-se 34 min para o percurso completo. Considerando o custo de R\$ 75 milhões/km, a linha está estimada em R\$ 773,25 milhões. A **Figura 25** ilustra o trajeto.

**Figura 25 - Mapa de Linha Amarela.**



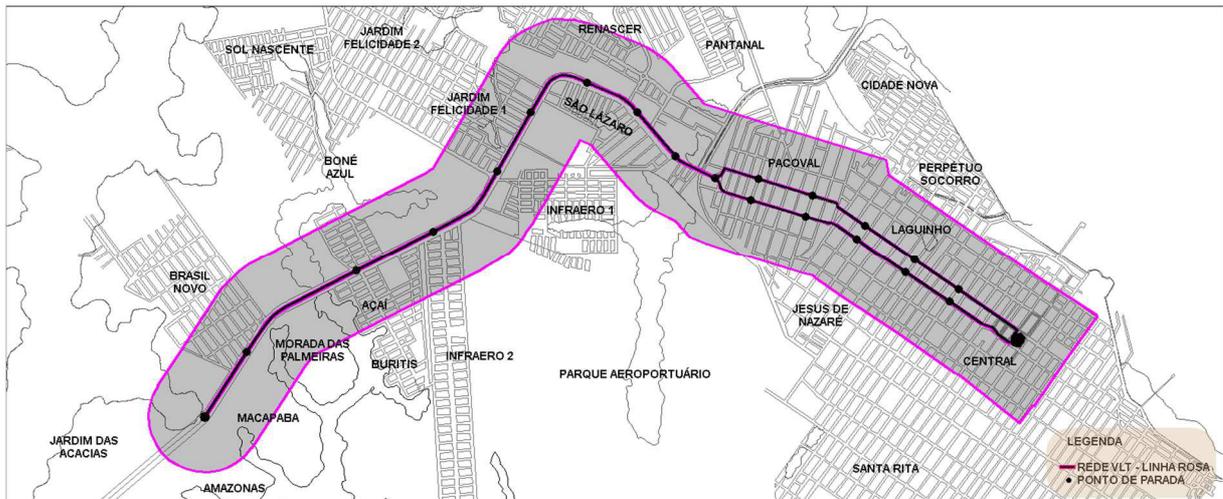
Fonte: Autoria própria.

#### 4.4 LINHA ROSA

A Quarta linha tem a primeira estação na BR-210, em frente ao Conjunto Habitacional Macapaba, seguindo pela rodovia pelo seu prolongamento até a Rua Mato Grosso, e por esta até a Rua Eliezer Levy, onde cruza com a Linha Verde na Avenida Fab, e finaliza o percurso na estação central de integração, no cruzamento com a Avenida Padre Júlio Maria Lombaerd. O retorno segue pela Avenida Padre Júlio Maria Lombaerd até a Rua General Rondon e desta até Rua Guanabara e prolongamento pela BR-210 até o ponto de início.

Nesta linha, são propostas 20 estações, havendo integração com toda a rede através da estação central e do cruzamento com a Linha Verde. O espaçamento entre estações considerado ao longo da rodovia é superior a 600 m, devido à distância entre os polos geradores de viagem considerados, e inferiores a 600 m no perímetro urbano. Ao todo, o percurso completo conta com 12,7 km, destes 6,4 km em via singela e 6,3 km em via dupla. Considerando a velocidade média de 25 km/h, leva-se 44 min para o percurso completo. Considerando o custo de R\$ 75 milhões/km, a linha está estimada em R\$ 952,5 milhões. A **figura 26** ilustra o trajeto.

**Figura 26 - Mapa de Linha Rosa.**



Fonte: Autoria própria.

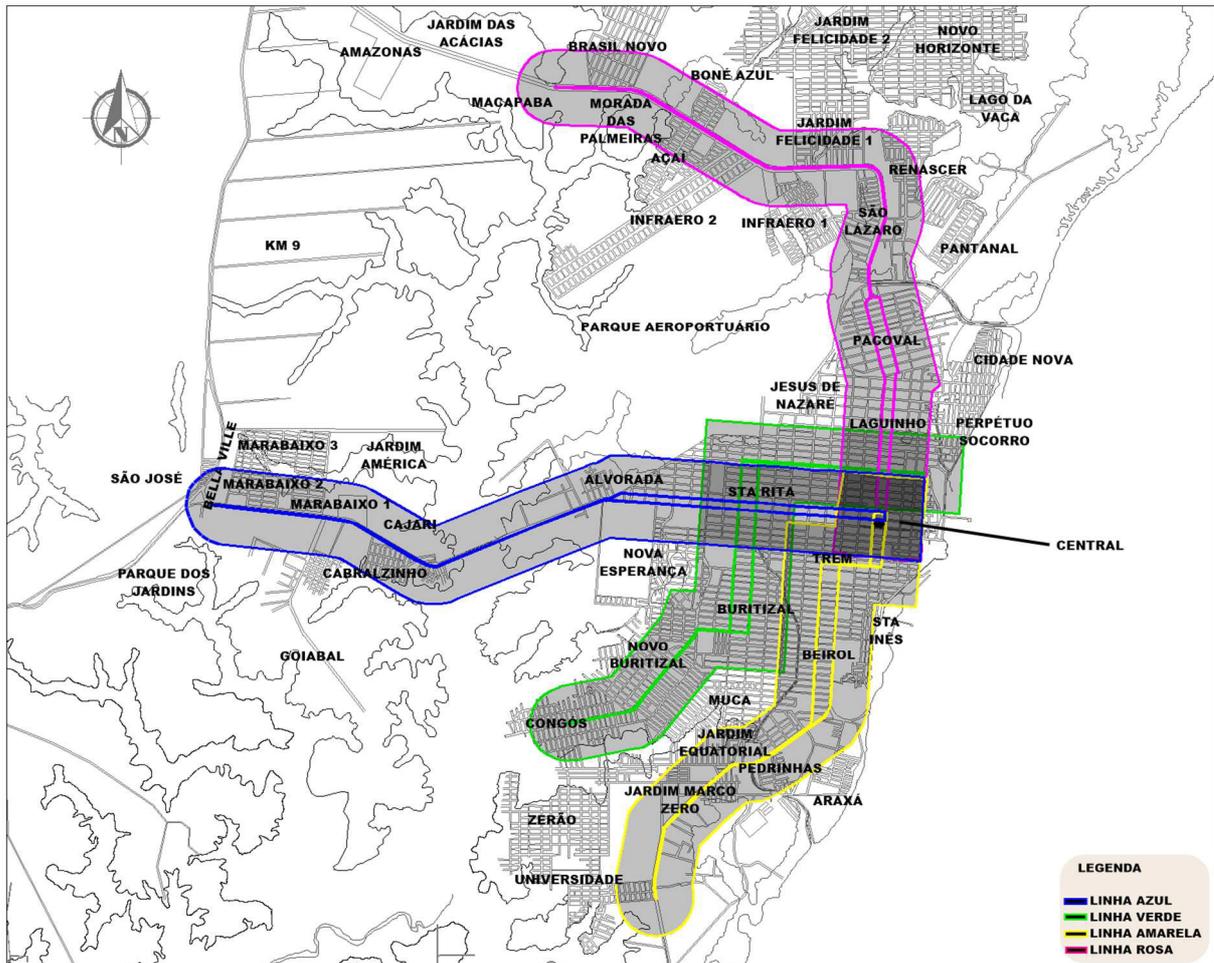
#### 4.5 PANORAMA GERAL DA REDE

Observa-se, então, que foi possível atender boa parte da cidade a partir das linhas propostas, tendo as áreas de influência do sistema (até 500 m de afastamento das linhas) ocupando 90% dos bairros centrais e indo até as extremidades dos eixos que atualmente se mostram com maior indicativo de adensamento populacional (Figura 26).

No entanto, a rede proposta se atém a abranger bairros já consolidados e exclui zonas em expansão urbana como os loteamentos Terra Nova (Zona Norte), Goiabal (Zona Oeste), Coração (Zona Oeste) e região da Fazendinha (Zona Sul), englobando o Bioparque da Amazônia e o Parque de Exposições da Fazendinha, principalmente pela falta de informações sobre demanda relativas a estas áreas.

Em valores totais, estima-se que o sistema custe cerca de R\$ 3.488,25 Milhões, com base em estimativas de valores apresentadas por AMICCI *et al.* (2018) e abrangendo um total de 46,5 km de rede VLT com, ao todo, 68 estações mais uma estação central de integração.

Figura 27 - Mapa de Linha - Rede de Influência.



Fonte: Autoria própria.

## 5. CONCLUSÃO

Por anos sendo coadjuvantes nos planos de desenvolvimento urbano, os Sistemas de Transporte Público Coletivo aos poucos voltam ao centro do debate sobre planejamento e desenvolvimento. Em Macapá, especialmente, o déficit de investimentos nessa área tornou o sistema de mobilidade insustentável, são necessárias medidas urgentes para que se contorne a degradação da mobilidade no meio urbano.

Da mesma forma que é necessário pensar uma solução para os problemas de transporte a curto e médio prazo, é necessário que haja uma mobilização social e política para que, uma vez solucionado o problema atual de transporte coletivo, não seja necessário esperar uma nova situação de colapso para que se estude uma próxima alternativa de mobilidade, principalmente considerando o crescimento da demanda local e o custo dos sistemas de alta capacidade.

Neste contexto, cabe ao corpo de engenheiros local (seja na Academia, ou no Executivo Municipal, ou Executivo Estadual) propor alternativas e iniciar debates que levem à melhor solução. E, desta forma, preparar a cidade de maneira financeira, política e estrutural para receber um sistema de transporte de alta capacidade. Da mesma forma, é necessário que ocorra uma atualização da legislação municipal a fim de prever a implantação destes sistemas, de forma a formalizar a execução dos estudos de demanda por transporte coletivo. Outro fator importante é a atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e da Lei de Uso e Ocupação do Solo, bem como fazer com que a sua execução seja efetiva, de forma a preparar o ambiente urbano.

Por sua vez, o Sistema VLT se mostra uma alternativa de transporte de alta capacidade com grande aceitação nos locais onde houve implantação, assim, cada vez mais países trabalham na viabilização de suas redes. No Brasil, esta movimentação ainda é recente, as primeiras linhas foram inauguradas somente na segunda metade da década passada, no entanto, as cidades que o fizeram já estudam as expansões das linhas implantadas.

Além disso, este modo é o que apresenta um dos melhores desempenhos urbanos, de capacidade e menores impactos ambientais, indo de encontro com o que se espera e propõe para uma cidade amazônica em contexto de crise climática. Sob

o panorama financeiro, observa-se que, apesar do alto valor de implantação em relação aos sistemas operados por ônibus, o sistema VLT se propõe a atender demandas ferroviárias com custo abaixo do projetado para trens e metrô, sem o impacto de vizinhança ao qual a cidade é submetida na implantação destes.

O estudo de viabilidade prévia, para o horizonte de 30 anos, aponta que haverá possibilidade de implantação de um sistema de VLT na cidade de Macapá como sistema de mobilidade principal por volta do ano 2053. Observa-se ainda que, conforme visto no texto, é possível que mesmo atualmente já exista um eixo de transporte urbano com viabilidade para o sistema. Desta forma, a proposta apresentada, de 46,5 km de rede no valor de R\$ 3,48 Bilhões, já poderia começar a ser implantada mesmo no ano de 2023 com implantação total diluída nas próximas décadas.

No entanto, a dificuldade de acesso a informações oficiais e a escassez de estudos básicos sobre o transporte coletivo em Macapá ainda são um obstáculo para que se desenvolva uma análise consolidada sobre o tema e impossibilitam que seja feito qualquer tipo de simulação sobre transporte. Desta forma, se reforça a necessidade de constantemente estudar as o perfil dos usuários e dos deslocamentos efetuados dentro da cidade.

Continuando, a partir da suposição de que a implantação do VLT foi uma decisão admitida pelos entes públicos, será necessário que haja um acompanhamento das variáveis de demanda, perfil dos usuários e tecnologias disponíveis ao longo das próximas décadas. Uma vez que uma mudança no perfil dos usuários, uma mudança do fluxo de tráfego ou o surgimento de uma nova tecnologia de vias ou veículos (como os ônibus movidos à hidrogênio) podem mudar este panorama de viabilidade, gerando a necessidade de novas linhas, exclusão de uma linha ou mesmo mudança de sistema de transporte proposto.

## 5.1 SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS

Por fim, observado o que se propõe ao longo desta monografia, fica o espaço para novos estudos. Primeiro, de extrema necessidade, levantando dados sobre o transporte público atual de Macapá e verificando se existe algum eixo de transporte que aceite a implantação de um sistema de VLT. Segundo, verificando a compatibilidade e otimização dos traçados propostos, cancelando o que é descrito

neste texto ou propondo novas rotas. Terceiro, verificando se este tipo de transporte seria viável para a integração de Macapá com sua região metropolitana, ou para bairros mais afastados com potencial turístico, como a Fazendinha.

## Referências

Agência Nacional de Transportes de Passageiros Sobre Trilhos. **Veículo Leve sobre Trilhos-VLT: Mobilidade Sustentável**. Disponível em: <<https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2017/05/VLT-Mobilidade-Sustentavel-2017.pdf>>. Acesso em: 10-06-23.

AMICCI, A. G. N. *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.

ALVES, J. **Projeto quer inclusão de Mazagão na região metropolitana de Macapá**. G1, Macapá, AP: 05 de abril de 2016. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2016/04/projeto-quer-inclusao-de-mazagao-na-regiao-metropolitana-de-macapa.html>>. Acesso em: 08-09-23.

ALOUICHE, P.L. **VLT: um transporte moderno, sustentável e urbanisticamente correto para as cidades brasileiras**. Revista dos Transportes Públicos – RTP, a. 30, n. 118, p. 35-44. Disponível em: <[www.antp.org.br](http://www.antp.org.br)>. Acesso em: 10-08-2023

Assembleia Legislativa de Minas Gerais. **Falta de recursos dificulta planos de mobilidade**. Minas Gerais: 06 de novembro de 2013. Disponível em: <[https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2013/11/06\\_mobilidade\\_urbana\\_montes\\_claros.html](https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2013/11/06_mobilidade_urbana_montes_claros.html)>. Acesso em: 20-08-2023.

Ayub, U. **Mobilidade: uma questão para o planejamento urbano**. Universidade São Judas Tadeu. São Paulo. 2016. Disponível em: <[http://www.usjt.br/biblioteca/mono\\_disser/mono\\_diss/2017/379.pdf](http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/2017/379.pdf)> Acesso em 20-07-2023.

BASTOS, V. H. C. **VLT em cidades médias brasileiras: vantagens e desvantagens**. In: XVI Rio de Transportes, 2018, Rio de Janeiro. XVI Rio de Transportes, 2018. p. 785-796.

BATISTA, A. J. *et al.* **O processo de verticalização urbana em Macapá/AP**. Revista Geo Amazônia. ISSN: 2358-1778, Belém, v. 04, n. 08, p. 46 - 63, jul./dez. 2016.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, Lei 10.257/2001**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em:

<[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 10-09-23.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, Lei 12.587/2012**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acesso em: 10-09-23.

BRASIL. [Constituição (1988), Art. 182]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, Capítulo II: Da Política Urbana, Art. 182**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm#art182](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm#art182)>. Acesso em: 10-09-23.

BRASIL. Medida Provisória nº 1.179, de 7 de julho de 2023. Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF: 7 de julho de 2023. Seção 1. Acesso em: 15-08-23.

CARVALHO, G. M. de. **Crescimento urbano e perda de áreas verdes em Macapá: riscos e possibilidades de proteção**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amapá – Unifap. Macapá-AP, 2013.

CIDADES, Ministério das. **Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Veículo Leve sobre Trilhos-VLT**. Disponível em: <[https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Cadernos\\_tecnicos\\_Veiculo\\_Leve\\_sobre\\_Trilhos.pdf](https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Cadernos_tecnicos_Veiculo_Leve_sobre_Trilhos.pdf)>. Acesso em: 15-06-23

CARVALHO, C. H. R. de. **O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a nova agenda urbana** / organizador: Marco Aurélio Costa. – Brasília : Ipea, 2016. 361 p. : il., gráfs. Color.

DIÁRIO DO TRANSPORTE. **Macapá conta com mais 30 ônibus novos**. Macapá, AP: 02 de outubro de 2012. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2012/12/02/macapa-counta-com-mais-30-onibus-novos/>>.

DIÁRIO DO TRANSPORTE. **Prefeitura de Macapá (AP) lança chamamento para complementar frota de ônibus da cidade.** Macapá, AP: 14 de agosto de 20223. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2023/08/14/prefeitura-de-macapa-ap-lanca-chamamento-publico-para-complementar-a-frota-de-onibus-da-cidade/>>. Acesso em: 16-09-2023.

FERREIRA, M. **Com média de 40 ônibus nas ruas, Macapá anuncia edital de chamamento para serviço de transporte público.** G1, Macapá, AP: 14 de agosto de 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2023/08/14/macapa-anuncia-edital-de-chamamento-para-prestacao-de-servico-de-transporte-publico.ghtml>>. Acesso em: 23-08-2023.

G1 Amapá. **Plano de mobilidade vai investir R\$ 43 milhões na recuperação e urbanização de vias em Macapá.** G1, Macapá, AP: 23 de novembro de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2019/11/23/plano-de-mobilidade-vai-investir-r-43-milhoes-na-recuperacao-e-urbanizacao-de-vias-em-macapa.ghtml>>. Acesso em: 24-08-2023.

HOEL, L. A. *et al.* **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Ighirri, A. **Strasbourg: Une grève à la CTS perturbe le réseau de tram et bus vendredi.** 20 Minutes. Estrasburgo, FR. 27 de novembro de 2014. Disponível em: <<https://www.20minutes.fr/strasbourg/1489467-20141127-strasbourg-greve-cts-perturbe-reseau-tram-bus-vendredi>> Acesso em: 10-09-23.

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – IPPUR. **Mapa da Motorização Individual no Brasil 2019.** UFRJ, Rio de Janeiro. Disponível em: <[mapa\\_moto2019v2.pdf \(observatoriodasmetroles.net.br\)](#)>. Acesso em: 20-08-2023.

JESUS, M. C. R. de. **Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores de decisão e florestas aleatórias.** 2021. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021. doi:10.11606/D.18.2021.tde-18102021-093109. Acesso em: 2023-09-23.

KUWAHARA, L. M.; SALGADO, V. G. C.; SOUZA, L. R. **O surgimento da periferia norte de Macapá: uma breve análise sobre a formação do parcelamento Infraero II.**

Macapá, AP: Unifap, 2019. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/500925265/o-Surgimento-Da-Periferia-Norte-de-Macap#>>. Acesso em: 05-08-23.

LIMA, A. **Prefeitura de Macapá oficializa 36 novos bairros na capital.** Prefeitura de Macapá, 2021. Disponível em: <<https://macapa.ap.gov.br/prefeitura-de-macapa-oficializa-36-novos-bairros-na-capital/>>. Acesso em: 05-08-2023.

LIMA, J. E. **Empresas interessadas em licitação de ônibus já atuam em Macapá e não atendem requisitos do edital.** G1, Macapá, AP: 29 de abril de 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2023/04/29/empresas-interessadas-em-licitacao-de-onibus-ja-atuam-em-macapa-e-nao-atendem-requisitos-do-edital.ghtml>>. Acesso em: 24-08-2023.

LUCAS, C. M. B; GOMES, W. A. **A política de mobilidade urbana no plano diretor de Macapá.** In: TOSTES, J. A. (Org.). Os distintos olhares do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá – 2004. – Macapá, AP: UNIFAP, 2020. P. 135 - 153

MEIER, R. VLT de Santos abre novas estações. Santos, SP: 01 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<https://www.metrocptm.com.br/vlt-de-santos-abre-novas-estacoes-e-amplia-funcionamento/>> Acesso em: 20/09/2023.

Ministério Público do Estado do Amapá. **Mobilidade urbana: MP-AP recomenda que Estado e Município de Macapá apresentem plano de recuperação e ampliação de ciclovias e ciclofaixas.** Macapá, AP: 20 de outubro de 2021. Disponível em: <<https://www.mpap.mp.br/noticias/gerais/mobilidade-urbana-mp-ap-recomenda-que-estado-e-municipio-de-macapa-apresentem-plano-de-recuperacao-e-ampliacao-de-ciclovias-e-ciclofaixas>>. Acesso em: 20-08-2023.

MOTTA, A. A. **Boulevard Olímpico: o novo xodó do carioca.** O Globo, 2016. Disponível em: <<https://blogs.oglobo.globo.com/ancelmo/post/boulevard-olimpico-o-novo-xodo-do-carioca.html>>. Acesso em: 24-08-2023.

MOTTA, W. V da, **O veículo leve sobre trilhos: considerações sobre os seus atributos como justificativa para a sua implantação** Dissertação (Mestrado em

Engenharia Urbana) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2013.

PACHECO, J. **Alap aprova lei que inclui Mazagão à região metropolitana de Macapá.** G1, Macapá, AP: 20 de abril de 2016. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2016/04/alap-aprova-lei-que-inclui-mazagao-regiao-metropolitana-de-macapa.html>>. Acesso em: 20-08-2023.

PELEGI, A. **Macapá (AP) contrata consultoria por R\$920 mil para concluir Plano de Mobilidade Urbana.** Diário do Transporte: 26 de maio de 2023. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2023/05/26/macapa-ap-contrata-consultoria-por-r-920-mil-para-concluir-plano-de-mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 05-09-23.

PELEGI, A. **Macapá detalha nova licitação do transporte coletivo.** Diário do Transporte: 15 de outubro de 2019. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2019/10/15/macapa-detalha-nova-licitacao-do-transporte-coletivo/>>. Acesso em: 24-08-2023.

QUINTAS, T. G., **Mobilidade urbana em macapá: a utilização do transporte público coletivo na zona centro.** In: GUIMARÃES, D. C.; SILVA, M. V da; LUCAS, C. M. B. (Org.), Amazônia urbana em questão: Macapá 75 anos de capital: livro 2. Maringá: Uniedusul, 2020. Disponível em: <<https://www.uniedusul.com.br/wp-content/uploads/2021/03/E-BOOK-AMAZONIA-URBANA-EM-QUESTAO-MACAPA-75-ANOS-DE-CAPITAL-LIVRO-2.pdf>>. Acesso em: 19-08-2023.

SOUSA, M. **Em Macapá, maior desafio é organizar o transporte coletivo.** Mobilize Brasil: 01 de junho de 2022. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/13188/em-macapa-maior-desafio-e-organizar-o-transporte-coletivo.html>>. Acesso em: 24-08-2023.

SUDÁRIO, N. C. S.; HERNANDEZ, I. R. S. O. **Planos de mobilidade urbana, seus princípios e desafios: relatos da experiência de elaboração do PLANMOB no município de São Sebastião do Paraíso–MG.** Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/358#:~:text=Resumo%20Este%20trabalho%20aborda%20os%20principais%20aspectos%20dos,princ%C3%ADpios%20e%20desafios%20quando%20da%20implanta%C3%A7%C3%A3o%20dos%20mesmos.>> Acesso em: 29-08-2023

SILVA, E. C da. **A urbanização de Macapá após a criação do Estado do Amapá: expansão urbana e desigualdade socioespacial**. 2017.

TOSTES, J. A. **Gestão urbana e imobiliária na cidade de Macapá**. Disponível em: <<https://josealbertostes.blogspot.com/2019/02/gestao-urbana-e-imobiliaria-na-cidade.html?q=expans%C3%A3o+urbana>>. Acesso em: 29-08-2023

\_\_\_\_\_. **Planos diretores no Estado do Amapá**. Macapá: J.A. Tostes, 2006. Acesso em: 29-08-2023

VT SETAP. **SETAP pede providências do MP para cumprimento da Lei sobre transporte coletivo**. Macapá, AP: 17 de julho de 2010. Disponível em: <[http://www.vtsetap.com.br/noticia\\_view.php?ID=34](http://www.vtsetap.com.br/noticia_view.php?ID=34)>. Acesso em: 29-08-2023

WEISER, A. A.; TOSTES, J. A. **Planos Urbanos de Macapá (AP): Grumbilf do Brasil**. Macapá, AP: Unifap, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/350692812\\_Planos\\_urbanos\\_de\\_Macap%C3%A1\\_AP\\_Grumbilf\\_do\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/350692812_Planos_urbanos_de_Macap%C3%A1_AP_Grumbilf_do_Brasil)>. Acesso em: 05-08-2023