

Universidade de Passo Fundo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental  
Infraestrutura e Meio Ambiente

Manuel Ricardo Galileo Ramirez Martinez

APLICAÇÃO DO SISTEMA PTAL NA AVALIAÇÃO DA  
ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES  
DE MÉDIO PORTE

Passo Fundo

2016

Manuel Ricardo Galileo Ramirez Martinez

APLICAÇÃO DO SISTEMA PTAL NA AVALIAÇÃO DA  
ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES  
DE MÉDIO PORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia, sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Dalla Rosa e coorientação da Profa. Dra. Rosa Maria Locatelli Kalil.

Passo Fundo

2016

**MANUEL RICARDO GALILEO RAMIREZ MARTINEZ**

**APLICAÇÃO DO SISTEMA PTAL NA AVALIAÇÃO DA  
ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES  
DE MÉDIO PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia, sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Dalla Rosa e coorientação da Profa. Dra. Rosa Maria Locatelli Kalil.

Data de Aprovação: Passo Fundo, 09 de dezembro de 2016

Prof. Dr. Francisco Dalla Rosa  
Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosa Maria Locatelli Kalil  
Co-orientadora

Prof. Dr. Werner Kraus Junior  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr<sup>a</sup>. Luciana Londero Brandli  
Universidade de Passo Fundo

Prof. Dr. Pedro Domingos Marques Prietto  
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2016

“O fim da ciência não é abrir a porta ao saber eterno,  
mas sim colocar limites ao erro eterno”.  
Galileu Galilei

## AGRADECIMENTOS

A Deus por colocar as ferramentas no meu caminho para cumprir os meus sonhos.

Aos meus pais e meus irmãos pela ajuda brindada desde a distância.

A minha fonte de vida, Dani, por estar juntos aprendendo da vida e os caminhos enquanto disfrutamos dos azares da vida.

Ao Prof. Francisco pela orientação, confiança, ensinamento e disposição. Fica cada dica e cada ensinamento na minha história acadêmica e pessoal.

A minha coorientadora Prof. Rosa, porque sempre teve a melhor disposição de contribuir no meu crescimento acadêmico.

Aos professores, Luciana, Pedro e Werner, pela disponibilidade em participar da banca avaliadora do trabalho.

Aos funcionários da empresa Coleurb pela disposição e ajuda.

Ao PRESUST

À Universidade de Passo Fundo, pela infraestrutura disponível durante esse período.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental pela grande oportunidade de realização acadêmica fora de meu país de origem e permitir-me conhecer o belo estado do Rio Grande do Sul.

## RESUMO

Há vários anos a acessibilidade ao transporte público tem sido entendida dentro das legislações de cada país, como um direito que permite a igualdade de oportunidades mediante o acesso de toda a população aos serviços e espaços de uma cidade. Mas apenas em décadas recentes, as cidades começaram a avaliar o seu sistema de transporte público e o nível de acessibilidade que apresentava à população. Essa análise surgiu devido ao aumento de veículos em todo o mundo, gerando problemas dentro das cidades de vários tipos: rotas de tráfego congestionadas, o aumento da poluição do ar, além de uma grande contribuição para o aquecimento global. Uma das políticas que atualmente pretende contrariar essas dificuldades é estimular os sistemas de transporte público sobre o uso de automóveis particulares. Foi por isso que começaram a surgir novos estudos procurando identificar os problemas que enfrentam o sistema de transporte nas cidades e a preferência do uso do veículo particular, achando que o conforto e o nível de acesso têm uma ligação direta com a escolha do transporte nas cidades. Nesse contexto, o governo da cidade de Londres criou um sistema conhecido como avaliação PTAL, que mede o nível de acessibilidade aos transportes públicos através de indicadores regionais que estão envolvidos tanto com a infraestrutura do sistema de transporte da cidade, quanto com as atividades sociais presentes nas regiões. Neste âmbito, o presente trabalho visa avaliar a acessibilidade ao transporte público numa cidade de mediano porte no Brasil, baseando-se na metodologia do sistema de avaliação de indicadores PTAL, com a implementação do software de sistema de informação geográfica (SIG). Este analisará regionalmente a cidade e identificará as deficiências do sistema atual de transporte público, levando em conta uma avaliação entre a infraestrutura existente na cidade e a demanda que se tem por parte da população. Para obter as informações necessárias nesta pesquisa, se relacionaram dados de órgãos estaduais e dados extraídos de programas de informação tempo espaciais como Google Earth. Entre os resultados da pesquisa, se encontrou quais são as regiões com maiores e menores níveis de acessibilidade ao transporte público, entendendo seu entorno social e econômico. Além de uma importante diferença entre a quantidade das paradas necessárias e o número real que tem hoje a cidade, levando isso uma possível redução da eficiência do sistema e um maior consumo de recursos econômicos e ambientais.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, SIG, Transporte Sustentável, Indicadores, PTAL.

## **ABSTRACT**

For several years, Public Transportation Accessibility has been understood within the laws of each country, as a right that allows equality of opportunity through of the access of all people to the services and spaces of the city. Just, only in recent decades, cities began to make the evaluation of their public transport system and the level of accessibility give to the public. These analyses emerged due to worldwide increase of the number of vehicles, which have caused problems in different kinds of cities: congestion on roads, increase of air pollution, including a great contribution to global warming. One of the policies, which currently seeks to counter these difficulties, is to encourage public transport systems above the use of private cars. That is why it began to appear new studies trying to identify the problems faced by the transport system in the cities and the preference of the private vehicle use, finding that comfort and the level of access, have a direct link with the choice of transport. Therefore, the government of the city of London, created a system known as assessment PTAL, which measures the level of accessibility to public transport through regional indicators that are involved with both the system infrastructure of the transport and the city, as with the present social activities in the regions. In this context, the present study aims to evaluate the accessibility of public transport in the city of Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, based on the methodology of PTAL indicators assessment system, with the implementation of geographic information system (GIS) software. It analyzes regionally the city and identify the shortcomings of the current system of public transportation, taking into account an assessment of the city's existing infrastructure and the population demand. For the information required in this research were related data of government bodies and extracted data from space-time information programs such as Google Earth. Among the partial results, it found an important difference between the amount of the necessary stops and the actual number that now has the city, leading to a possible reduction in system efficiency and higher consumption of economic and environmental resources.

**Keywords:** Urban Mobility, GIS, Sustainability Transportation, Indicators, PTAL.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. "Primeira" Autobahn europeia na via Cologne-Bonn (1933) .....	17
Figura 2. Viaduto Engenheiro Freyssinet. ....	18
Figura 3. Distribuição Final do Petróleo .....	19
Figura 4. BRT e Corredores de Ônibus em 2012 .....	21
Figura 5. Níveis de Acessibilidade ao Transporte Público.....	26
Figura 6. Níveis do PTAL na cidade de Milão.....	32
Figura 7. Localização geográfica do município de Passo Fundo .....	33
Figura 8. Linhas de transporte público na cidade de Passo Fundo 2014.....	35
Figura 9. Participação relativa das empresas nos serviços municipais.....	36
Figura 10. Variedade dos equipamentos de paradas nos diferentes bairros. ....	44
Figura 11. Área atendida pelas três empresas de transporte público em Passo Fundo.....	45
Figura 12. Zoneamento de tráfego adotado. ....	47
Figura 13. Zoneamento de tráfego adotado Hora pico manhã. ....	48
Figura 14. Zoneamento de tráfego adotado Hora Pico Tarde.....	49
Figura 15. Zonas de destino com maior demanda. ....	51
Figura 16. Pontos iniciais de saída por cada zona em Passo Fundo.....	53
Figura 17. Exemplo de localização de ponto de chegada na zona 2. ....	54
Figura 18. Pontos de chegada nas zonas de maior demanda. ....	55
Figura 19. Tráfego típico em Passo Fundo.....	56
Figura 20. Áreas sem construção e paradas.....	58
Figura 21. Representação gráfica da distância entre paradas. ....	60
Figura 22. Acessibilidade ao transporte público em Passo Fundo. ....	65
Figura 23. Acessibilidade ao transporte público versus zonas vazias. ....	66
Figura 24. Distribuição da área construída pelo nível de acesso ao transporte público. ....	68
Figura 25. Acessibilidade ao transporte público versus densidade das paradas.....	69
Figura 26. Acessibilidade ao transporte público versus serviços da cidade.....	70
Figura 27. Acessibilidade ao transporte público versus renda da cidade. ....	71
Figura 28. Caracterização do bairro Vera Cruz, linha de ônibus L-07.....	74
Figura 29. Caracterização de Passo Fundo, eixos e centros principais. ....	75
Figura 30. Carregamento (ônibus/hora) no horário de pico da manhã em dias úteis.....	76
Figura 31. Tipologia para vias principais. ....	76



Figura 32. Sistema inteligente de pagamento.....	77
Figura 33. Centro de controle da Coleurb. ....	78

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Níveis de acessibilidade ao Transporte Público conforme PTAL.....	40
Quadro 2. Âmbitos Socioeconômicos por cada Zona. ....	51
Quadro 3. Níveis de acessibilidade em cada setor de Passo Fundo. ....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição quantitativa dos serviços entre as empresas operadoras. ....	34
Tabela 2. Distribuição da frota de ônibus na cidade de Passo Fundo .....	41
Tabela 3. Demanda de viagens em transporte público horário de manhã e tarde. ....	50
Tabela 4. Parâmetros do Modelo .....	57
Tabela 5. Distância entre paradas por cada zona.....	59
Tabela 6. Tempo de percurso em cada zona.....	61
Tabela 7. Distribuição dos níveis da acessibilidade ao transporte público por setores .....	67
Tabela 8. Diretrizes do plano de mobilidade e diretrizes deste trabalho. ....	79

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Mobilidade urbana.....	16
2.2 A importância do transporte público nas cidades.....	19
2.3 Características da acessibilidade ao transporte público.....	21
2.4 Modelos de referência de outras cidades do mundo.....	23
2.4.1 Método de análises da acessibilidade ao transporte público ptal. ....	25
2.5 Legislação brasileira em transporte público .....	28
2.6 Ferramental computacional arcgis e sua aplicabilidade ao transporte público .....	30
3. METODOLOGIA .....	33
3.1 Local de pesquisa.....	33
3.2 Levantamento de dados. ....	36
3.3 Determinação da acessibilidade na cidade de Passo Fundo pelo sistema PTAL. ....	37
3.3.1 Parâmetros base tempo-espaciais do PTAL. ....	37
3.3.2 Determinação dos indicadores de acessibilidade do Sistema PTAL.....	38
3.3.3 Cálculo da acessibilidade ao Transporte Público .....	39
3.3.4 Mapeamento e análise da acessibilidade com a metodologia do sistema PTAL.....	40
3.4 Diretrizes para uma futura melhoria da infraestrutura de transporte público.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.1 Diagnostico das empresas do sistema de transporte público.....	41
4.2 Determinação dos parâmetros base tempo-espaciais. ....	46
4.2.1 Principais destinos feitos com o transporte público .....	46
4.2.2 Pontos iniciais de saída para qualquer viagem .....	52
4.2.3 Pontos de chegada para os serviços da cidade.....	53
4.2.4 Frequência e velocidade média do transporte.....	55

4.2.5	Distancias de viagem.....	56
4.3	Indicadores de acessibilidade .....	57
4.3.1	Tempo de caminhada até a parada (TC).....	57
4.3.2	Tempo médio de espera (TME).....	61
4.3.3	Cálculo da acessibilidade do transporte público.....	62
4.3.4	Mapeamento e análise da acessibilidade pela metodologia PTAL.....	64
4.4	Recomendações e diretrizes para a infraestrutura atual e futura da cidade.....	73
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
	ANEXOS.....	87
	APÊNDICES .....	90

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as cidades ao redor do mundo estão enfrentando um novo desafio de engenharia e desenvolvimento na questão do transporte. Devido ao crescimento da população e ao aumento do número de veículos nas cidades, a infraestrutura do transporte tornou-se ineficiente, resultando em recorrentes engarrafamentos nas cidades de médio e grande porte. Além disso, a poluição gerada pelo transporte devido ao consumo de combustíveis fósseis e a poluição do ar com maior presença nas regiões urbanas, incentivou que no século atual a mobilidade seja estudada ligada ao crescimento e desenvolvimento das cidades.

A opção ou prioridade do sistema particular sobre o público, selecionada pela vantagem de cobertura e conforto, também teve a ver com a evolução da indústria automotiva mundial impulsionada principalmente pela China nas últimas décadas. Em 2010, foi ultrapassada a cifra de 1 bilhão de unidades de automóveis no mundo, sendo que o principal comprador nesse ano foi esse país asiático com 16,8 milhões, seguido do Brasil com 2,5 milhões e da Índia, com 1,7 milhões de veículos (SOUSANIS, 2011). No entanto, ao longo dos anos, o Brasil começou a perder posições na compra de automóveis e em 2015 já estava em oitavo lugar. Entretanto, o volume de automóveis que circulam atualmente no país é superior a 45 milhões, dos quais mais de 35 milhões estão no sul e sudeste do país. Isso significa que nessas duas regiões, com uma população de 103 milhões de pessoas e 35 milhões de automóveis, a proporção é de um automóvel por cada três pessoas, o que cria um desafio maior em termos de transporte de massa sobre o individual (DETRAN 2015; OICA, 2015).

Além das problemáticas de mobilidade e ambiental anteriormente expostas, o transporte é considerado um direito que não se consegue oferecer à população de maneira adequada, mesmo com sistemas públicos de grande abrangência nas cidades. Isto gera disparidades entre regiões com maior ou menor acesso aos serviços e espaços da cidade, o que cria desigualdades nas oportunidades sociais e econômicas da população.

Assim, as cidades de médio e grande porte em todo o mundo preocuparam-se com a melhoria do seu sistema de transporte público e algumas buscam gerar políticas priorizando o sistema público sobre o privado. No entanto, a avaliação da eficiência e cobertura do mesmo nem sempre é diretamente proporcional à quantidade de vias ou ao número de ônibus de uma frota, mas depende do nível de acessibilidade que o sistema de transporte público oferece.

Na transição para o século XXI, essas cidades começaram a avaliar seus sistemas de transporte público e a infraestrutura da cidade com metodologias que permitem observar as principais regiões onde é insuficiente o sistema. A partir da análise das metodologias, fazem

uma mudança em seus sistemas de transporte, melhorando seus níveis de poluição, a igualdade social e as condições econômicas.

Passo Fundo é uma cidade média, localizada na região norte do Rio Grande do Sul, com cerca de 200.000 habitantes (IBGE, 2015) e área urbana de aproximadamente 79,96 km<sup>2</sup> (PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2014). Com intensa dinâmica e polaridade regional, já começa a apresentar os problemas de engarrafamento em suas principais vias, além de um aumento na frota de veículos particulares, o qual gera um aumento na poluição do ar da cidade e uma contribuição geral no aquecimento global, pelo uso de combustíveis fósseis para sua locomoção. Por tudo isto, pretende-se analisar os níveis de acessibilidade no transporte público na cidade de Passo Fundo, entendendo que a primeira solução para a mobilidade de uma cidade é um bom funcionamento de seu transporte público. Para tal precisa conhecer as próprias condições da infraestrutura de transporte público existente além do comportamento dos cidadãos com o sistema.

A metodologia *Public Transport Accessibility Level* (PTAL), que em tradução livre significa *Nível de Acessibilidade no Transporte Público*, foi implementada em várias cidades capitais de grande porte da Europa e ainda não se tem registro de sua implementação em cidades médias como a cidade de Passo Fundo. Contudo, a metodologia não está restrita a um tamanho de cidade, já que suas variáveis trabalham em função das frequências do tempo e não com o volume da amostra. Comparando com os avanços feitos nas cidades da Europa e dos Estados Unidos, com respeito à mensuração de acessibilidade na cidade e seus serviços, na região da América do Sul e principalmente no Brasil, não se encontram trabalhos recentes de pesquisa nesse campo, o que dificulta a comparação ou adaptação de metodologias em cidades socioeconomicamente semelhantes.

Por isso, o trabalho feito em uma cidade como Passo Fundo serve como guia para as cidades da região e principalmente as cidades brasileiras, considerando-se que o Brasil é um país de poucas cidades grandes e mais cidades de médio e pequeno porte, o que contribuirá para desenvolvimento sustentável da região e de seus habitantes brindando-lhes melhor acesso aos serviços e qualidade de vida.

Esta pesquisa também integra o trabalho de pesquisa PRESUST, no qual faz parte a Universidade de Passo Fundo. O programa PRESUST visa promover a identificação de práticas sustentáveis para as cidades da região do Rio Grande do Sul, por meio da discussão com a comunidade e as pesquisas feitas por três universidades locais. O projeto de acessibilidade ao transporte público, servirá como método de avaliação para a cidade de Passo Fundo,

complementando-se com os indicadores do eixo de transporte do grupo de pesquisa. (SALVIA et al. 2015)

Saber como é o nível de acessibilidade em todos os lugares da cidade, irá demonstrar possíveis falhas e pontos atuais para enfrentar na próxima modernização do sistema de transporte público a ser realizada na cidade. Além disso, permitirá fazer planos de contingência para conseguir atrair a população, e desse modo, aumentar a taxa de preferência desse transporte sobre o particular, melhorando indiretamente, o congestionamento, os níveis de poluição, a saúde da população e a redução dos recursos não-renováveis. Deste modo, o sistema de transporte poderá se tornar mais sustentável e contribuir para a qualidade urbana e de condições de vida da população.

Finalmente, este projeto contribui na linha de pesquisa "Planejamento e Gestão Territorial da Infraestrutura" do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil e Ambiental na Universidade de Passo Fundo, já que tem como objetivo identificar os problemas atuais na infraestrutura de transporte público da cidade, enquadrando soluções de tipo ambiental, econômico e social dentro do conceito de desenvolvimento sustentável.

O objetivo geral foi determinar os níveis de acessibilidade ao transporte público na cidade de Passo Fundo por meio dos indicadores de acessibilidade e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), visando à melhoria ambiental e social da cidade a partir do eixo do transporte público. E a partir disso, os objetivos específicos foram, 1) caracterizar a infraestrutura de transporte público na cidade de Passo Fundo e localização das atividades e oportunidades da população permanente e flutuante na cidade; 2) determinar os parâmetros e índices de acessibilidade ao transporte público no município de Passo Fundo e elaborar sua representação gráfica e análise sócioespacial por médio da metodologia PTAL; 3) determinar possíveis diretrizes para o futuro da infraestrutura do transporte público, 4) considerando o plano de mobilidade municipal e os valores obtidos com o PTAL.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica está dividida em seis partes. Na primeira, aborda uma visão histórica e conceitual sobre a mobilidade urbana, mostrando a mudança que ela gera e gerou sobre as cidades com os diferentes meios de transporte predominantes em cada época. Na segunda seção, apresenta-se a importância que tem o transporte público nas cidades da atualidade, tendo em conta os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A terceira parte reflete sobre o conceito de acessibilidade ao transporte público e uma ênfase na metodologia do sistema PTAL, a qual foca desta pesquisa como referência procedimental e conceitual. Mais adiante na seção seguinte, o projeto fundamenta-se nas leis e diretrizes que tratam dos direitos e deveres de governo-população, para o eixo do transporte público nas cidades brasileiras.

Por último, nos dois itens finais, apresentam-se modelos de acessibilidade trabalhados internacional e regionalmente na atualidade. O primeiro deles, pretende dar uma visão de metodologias implementadas no mundo para a mensuração de acessibilidade, o segundo, mostrando exemplos de trabalhos feitos com a ferramenta ArcGis, a qual é utilizada como um sistema informático de georreferenciamento.

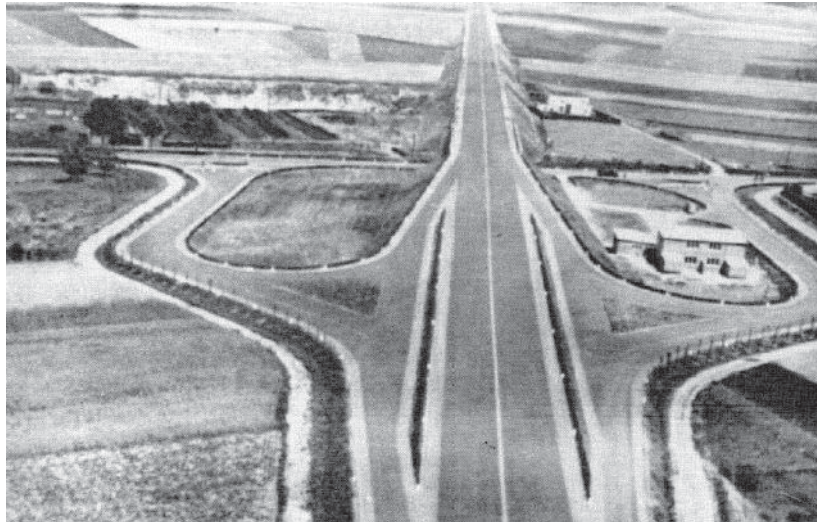
### 2.1 Mobilidade Urbana

A mobilidade é definida como o conjunto de deslocamentos das pessoas e mercadorias que são produzidos em um ambiente físico. Quando se fala de mobilidade urbana, se faz referência de todas as viagens que ocorrem na cidade. A mobilidade nas cidades não se refere apenas ao transporte por veículos a motor, mas também às bicicletas, caminhadas e outros meios alternativos nos quais se pode ir desde um ponto específico até outro de interesse dentro do mesmo território (CEBOLLADA; MIRALLES, 2005).

Com o desenvolvimento do transporte, as cidades foram se mudando para adaptar o seu terreno em termos de atingir menos tempo de viagem. Até o final do século XIX, a mobilidade foi baseada no transporte de carruagens ou passeios pedestres ao longo de passagens que não exigiam robustos sistemas de estradas. Em seguida, com a criação do automóvel em 1893, as cidades começaram gradualmente a mudar com a ampliação das suas respectivas malhas viárias, principalmente como rotas de transporte do comércio e depois, para o deslocamento das pessoas. Na Europa, especificamente na Alemanha durante a década de 1930,

foram construídas as primeiras estradas de maior capacidade para automóveis, chamadas de *autobahn*, como a exposta na figura 1, que começaram a serem replicadas em todas as grandes cidades do mundo, enquanto os primeiros automóveis chegavam em cada país (BUSCH, 1945).

Figura 1. "Primeira" Autobahn europeia na via Cologne-Bonn perto de Wesseling (1933)



Fonte: Busch (1945)

Após 1900, o mundo assiste ao nascimento da indústria automotiva, com dois países líderes, a França e os Estados Unidos. Nessa época, criam-se na França os veículos particulares, juntamente com os ônibus, veículos coletivos baseados na propulsão mecânica e não com animais como era feito há um século atrás. Mas a partir de 1911, houve a maior evolução do transporte de ônibus dentro das cidades, a partir da forte implementação na cidade de Paris e mais tarde, a adaptação por outras cidades (RATP, 2014).

O que aconteceria mais tarde no século XX, seria uma competição incomparável no setor dos veículos pelas grandes potências que impulsionaram suas economias de vendas de automóveis em todo o mundo. Em 1929, os Estados Unidos tinham feito mais de 29 milhões de automóveis que representavam 90% do total de unidades no mundo. Após a Grande Depressão, o Japão começou a superar em vendas anuais até 2004, quando a China iria atingir o posto que ocupa até hoje, como o primeiro produtor de automóveis com uma venda que já supera mais de 13 milhões de automóveis por ano (AICHNER; COLETTI, 2013).

Com o crescimento do número de veículos em todo o mundo, algumas cidades começaram a adotar uma nova infraestrutura rodoviária para resolver e melhorar o tráfego em seus territórios entre 1940 e 1960. Nos Estados Unidos foram propostas pela primeira vez as autoestradas por apresentarem maior velocidade e conveniência para os usuários de veículos

particulares. Na América Latina, 40 anos depois, foi replicado esse modelo com construções importantes como, por exemplo, no caso do Brasil com o Túnel Rebouças e o Viaduto Engenheiro Freyssinet apresentado na figura 2, que atravessa a cidade do Rio de Janeiro do setor sul para o norte da cidade (ITDP; EMBARQ, 2012).

Figura 2. Viaduto Engenheiro Freyssinet.



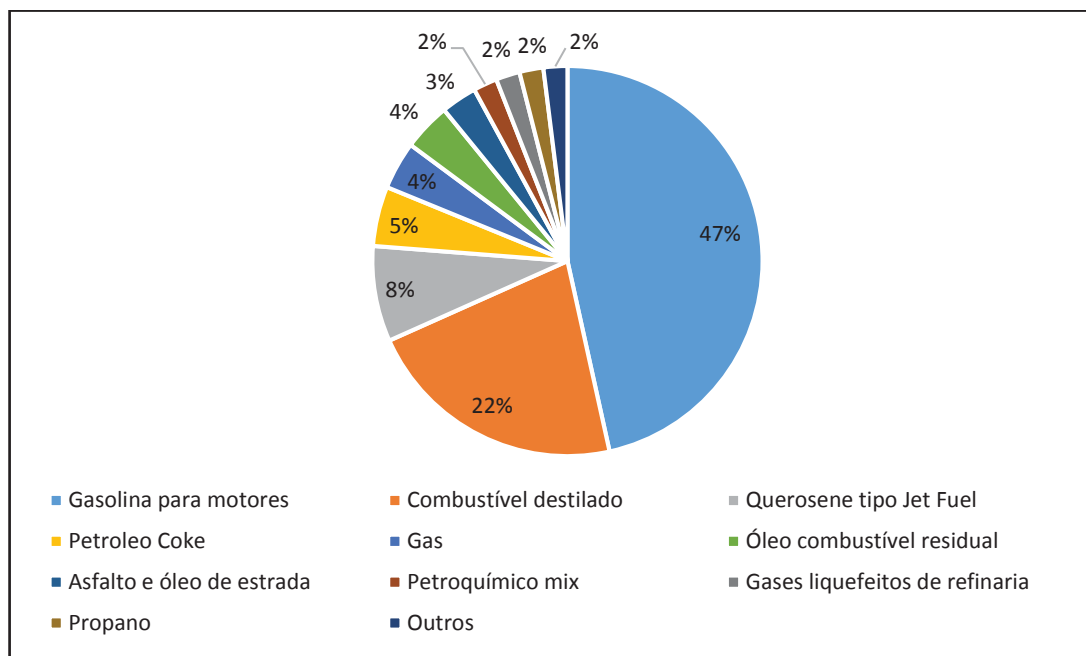
Fonte: Carvalho (2010)

Nessa época, as autoestradas se pensaram como a solução para o congestionamento. Nos anos seguintes, evidências mostraram que as autoestradas não reduziram o congestionamento nas cidades, mas sim atraíram mais motoristas, superando a sua capacidade em 1,4 vezes como Jacobs (1961) relatou em seu livro *Vida e Morte de grandes cidades*, situação abordada subsequentemente por Hensher (1977) e, mais recentemente, por Noland e Lem (2000). A capacidade de expansão da estrada poderia proporcionar alívio durante os primeiros anos, mas a prática mostra que se gera o efeito oposto com o passar do tempo. Um exemplo foram as primeiras autoestradas dos Estados Unidos, que nos primeiros cinco anos de operação, mostraram mais veículos utilizando as vias, que os valores máximos projetados nos estudos iniciais (DURANTON; TURNER, 2011).

Atualmente, existem cidades de médio e grande porte, em alguns casos com grandes autoestradas, com problemas de mobilidade devido ao número de veículos particulares. De acordo com dados da Organização Internacional de Fabricantes de Veículos Automotores – OICA (2015), os Estados Unidos têm uma proporção de 1,2 pessoas por veículo, enquanto os países da União Europeia, o número é de 2,5 pessoas por veículo e países como o México, Argentina e Brasil são os mais representativos da América Latina, com 3 pessoas por veículo, em média.

Por outro lado, a questão da mobilidade nas cidades não é o único ponto que tem gerado grandes desafios para o crescimento descontrolado de veículos; o aspecto ambiental também começou a preocupar todos os países e organizações que trabalham em questões como as alterações climáticas e aquecimento global. Além disso, o veículo se tornou uma das primeiras fontes de emissões de CO<sub>2</sub>, dado que 90% do transporte particular utiliza recursos não renováveis como combustíveis. Isso consome cerca de 50% do petróleo mundial como mostraram os dados recentes da Administração de Informação da Energia – EIA (2015), conforme Figura 3.

Figura 3. Distribuição Final do Petróleo Mundial (2015)



Fonte: Adaptado de EIA (2015)

## 2.2 A Importância do Transporte público nas cidades

A importância do transporte de massa nas cidades tem duas épocas notáveis com diferentes características que distinguem muito uma da outra. A primeira foi o desenvolvimento de novas tecnologias e da economia, que surgiu em meados do século XIX na França. No ano 1823, na cidade de Nantes, França, o senhor Monsieur Omnes possuía várias carruagens com as quais criaria o que foi o primeiro transporte urbano compartilhado para pessoas. Aquela carruagem com uma maior capacidade que a convencional, com um horário e uma rota estabelecida na cidade, ele chamou de *omnibus* que traduzido do latim é “para todos”. A invenção começou a ser mais bem recebida pelo povo por sua facilidade de deslocamento com

diferentes rotas, em comparação com o único transporte de alta capacidade da época, a ferrovia, que atravessava a cidade de um setor para outro transportando mercadorias ou pessoas que se deslocavam desde outras cidades, com rotas centralizadas, como foram os metrô de Londres ou Nova York (RATP, 2014).

O *omnibus* nessa época era um veículo de tração animal que começou a ter maior importância na cidade para viagens nacionais devido à sua frequência, às rotas de alta capacidade e o conforto, além disso, era financeiramente melhor para as pessoas, tendo pagamento compartilhado de acordo com o número de usuários. No início do século XX, em 1911, os *omnibus* começaram a ser substituídos pelos ônibus que tinham as mesmas políticas, mas com um motor mecânico para sua locomoção (RATP, 2014).

Desde o início do século XX nos Estados Unidos e na Europa, começaram a se construir rapidamente estradas de ferro para o transporte de longas distâncias entre as cidades, e por causa do desenvolvimento deste sistema, começou a implementação dos bondes junto com os ônibus para viagens mais curtas e dentro das cidades. No entanto, após a Segunda Guerra Mundial, as companhias automobilísticas fizeram uma maior inversão e tiveram mais força, o que levou à substituição dos bondes por grandes frotas de ônibus, além do que as pessoas começaram a comprar mais veículos particulares.

Em meados do século XX, nos países desenvolvidos começou o crescimento de veículos particulares exponencialmente e no final do século, em média, a metade das pessoas nos países da Europa já tinha um automóvel, enquanto nos Estados Unidos o valor era de 1,5 pessoas por veículo, o que representa menos pessoas nos serviços de transportes públicos dentro das cidades (KOGAN, 2014).

Com o enorme crescimento dos veículos particulares, nas cidades foram gerados problemas de mobilidade e poluição que trazem a segunda época notável dos transportes em massa. Como medida de contenção, cidades como Londres, começaram a gerar políticas para estimular o transporte público em vez do particular, que não foram representadas só em medidas restritivas, mas também em um grande investimento e execução de nova infraestrutura rodoviária na cidade. No mesmo período, em cidades da América Latina, também começaram a implementar algumas mudanças, como na cidade brasileira de Curitiba, que cria o sistema de BRT (*Bus Rapid Transit*), que prioriza a via para o transporte público com um ônibus articulado com capacidade de mais de 150 pessoas.



Estas alternativas de sistemas massivos começam a ser aplicadas no século XXI rapidamente em todo o mundo. Alguns países preferiram melhorar sua infraestrutura de metrô e ônibus existentes, enquanto outros adotaram novas opções como BRT, VLT ou o teleférico como se apresenta na figura 5, com o grande crescimento do BRT no mundo e sua demanda diária de veículos por continente. O teleférico foi implementado em Medellín, Colômbia, como um sistema de transporte público para as pessoas que vivem nas colinas das cidades, onde as inclinações são muito elevadas e outros sistemas de veículos tornam-se inacessíveis.

Figura 4. BRT e Corredores de Ônibus em 2012



Fonte: BRTdata (2012)

Finalmente, os sistemas de transporte de massa, além de ser uma prioridade para as cidades que querem enfrentar as alterações climáticas ou estão obrigadas a dar uma solução para o tráfego densificado, hoje estão se tornando uma estratégia dos governos para adaptar cidades urbanisticamente. Muitas das novas infraestruturas que são geradas para o sistema de transporte, interferem com as utilizações de solos adjacentes às obras, tal como no caso de Bogotá, onde o BRT foi implementado em mais de 12 grandes autoestradas, mudando o conjunto do setor urbanístico.

### 2.3 Características da acessibilidade ao transporte público

A acessibilidade ao transporte público é entendida em muitas oportunidades simplesmente como o acesso das pessoas com deficiências físicas, fazendo uma interpretação errada da definição que foi concebida por investigações na área de mobilidade, bem como por

leis em nível global ou nacional. A acessibilidade deve ser compreendida como o direito que têm as pessoas, independentemente das suas condições físicas e mentais, do acesso ao espaço da cidade e a todos os serviços que ela oferece, tais como o transporte público e a infraestrutura urbana pública da cidade.

A acessibilidade espacial definida por Liu e Zhu (2004, p. 105) é “a facilidade com que as pessoas podem alcançar uma atividade dentro de um território através do modelo de um percurso determinado”. Entendendo a acessibilidade como um valor, ela dependerá da quantidade de destinos que uma pessoa pode ter desde um ponto de partida, da frequência com que o sistema de transporte pode atender a esse usuário, da distância que deve ser atendida antes de usar o sistema, do tempo de viagem, da capacidade de ter usuários com diferentes características físicas, do tempo que se tem disponível para fazer a viagem e da atividade desejada.

Dado que a análise da acessibilidade territorial abrange tanto os aspectos sociais quanto os econômicos, a avaliação ou determinação dos níveis de acessibilidade dentro de um setor, será mais detalhada, dependendo do número de parâmetros utilizados na definição do índice de acessibilidade. Por outro lado, a coleta dos dados pelos sistemas de transporte público, foi o principal problema segundo Martin et al. (2002), que levou a que os níveis de acessibilidade tenha sido um tema pouco trabalhado, nas décadas passadas, e recentemente começou a evoluir com as ajudas tecnológicas e a melhoria na coleta de informação pelos operadores.

Por isso, a acessibilidade aos transportes públicos é um tema de pesquisa que está começando a ter um grande crescimento devido principalmente a duas características. Em primeiro lugar, o crescimento de incontáveis pesquisas mostra que o aumento dos automóveis e a dependência às viagens nesses veículos, representam grandes problemas ambientais e de saúde humana, sendo o transporte público uma das soluções mais visíveis na maioria dos casos. No entanto, esta mudança de automóvel particular para o transporte público não será gerada em uma escala maior, se as cidades não conseguirem ter melhor acesso ao transporte de massa, no qual as pessoas encontrarão facilidade e o conforto desejado (MAVOAA et al., 2012).

A segunda característica é que a acessibilidade aos transportes públicos está relacionada com os níveis de igualdade e equidade social dentro das cidades. Há certos setores que sempre ficarão ligados com o transporte público. De acordo com Martin et al. (2008), a população com maior necessidade de uma rede de transportes público será composta de

crianças, idosos e marginalizados, que precisam em maior grau deste serviço para atender às suas atividades rotineiras. Uma cidade que não fornece acesso adequado ao transporte público gera rupturas entre setores da população, devido à dificuldade para realizar atividades sociais e econômicas em função da sua idade, sexo e condições físicas, afetando também aqueles que requerem o serviço como um meio de ligação com o seu sistema de saúde (MARTIN et al., 2008; LITMAN, 2008).

#### **2.4 Modelos de referência de outras cidades do mundo**

Na revisão da literatura, em termos de modelos usados em acessibilidade de transporte público, é importante notar que se começou a trabalhar na área de transportes públicos depois das décadas do ano 1970, mas num primeiro momento, foram focados modelos de otimização dos percursos e tempos de viagem e não em um acesso real ao sistema. Depois dos anos 90, os modelos começaram a priorizar o acesso aos serviços, a diminuição de recursos e o direito dos usuários, trazendo as prioridades desde diferentes eixos com modelos cada vez mais completos.

O primeiro trabalho de que se tem registros para identificar a acessibilidade por níveis regionais dentro de uma cidade é o caso PTAL (*Public Transport Accessibility Level*), que foi desenvolvido pelos distritos Hammersmith e Fulham de Londres em 1992. Após passar por uma revisão e avaliação do órgão gestor de trânsito e transporte em Londres, foi replicado em toda a cidade, e ainda hoje, é executado anualmente como diagnóstico para determinar os níveis de acesso ao transporte público desde qualquer lugar da cidade (TRANSPORT FOR LONDON, 2015).

A metodologia implementada buscou conhecer, além do acesso ao transporte, o acesso a diferentes atividades e oportunidades que a população dentro da cidade pode ter, quando utiliza o transporte público. Essa metodologia foi chamada ATOS por suas siglas em inglês (*Access to Opportunities and Services*), que em tradução livre significa *Acesso a Oportunidades e Serviços*, e permitiu também, determinar a importância social e econômica que apresenta ter diferentes níveis de acesso através do transporte à cidade (TRANSPORT FOR LONDON, 2015).

Depois do estudo, o sistema dividiu a cidade em diferentes áreas com valores entre 0-6, dependendo do nível de acesso aos transportes públicos, tendo em conta o tempo e o percurso das pessoas caminhando antes de usar o transporte, além do conforto que fornece o sistema representado basicamente no tempo de deslocamento que emprega (TRANSPORT FOR LONDON, 2015).



Outro trabalho de pesquisa que é importante ressaltar, foi conduzido por Martin et al. (2002), “A crescente sofisticação de medir o acesso em um estudo de saúde rural”, realizado na Universidade de Southampton em Southampton, Reino Unido. O objetivo desse trabalho foi apresentar a relação entre o acesso aos transportes públicos em relação aos serviços de saúde em áreas rurais.

A primeira parte do trabalho foi conduzida para usar um modelo de avaliação da acessibilidade ao transporte com a implementação dos SIG, e depois com informações fornecidas pelos centros médicos da avaliação, foram obtidas algumas relações entre a facilidade apresentada para os usuários dependendo da região onde eles moram.

Dentre os resultados obtidos pelo grupo de pesquisa, se constatou que para os jovens, idosos e marginalizados por circunstâncias econômicas, há uma relação direta entre o acesso ao transporte público e a frequência aos serviços de saúde, o que confirmou que o sistema de transportes de uma cidade é um dos serviços que pode gerar ou reduzir as oportunidades socioeconômicas de uma sociedade.

Do mesmo modo, o trabalho que foi apresentado por Mavoa et al. (2012), em Auckland, Nova Zelândia para a Universidade de Massey, “SIG com base na acessibilidade dos destinos por transporte público e caminhar em Auckland, Nova Zelândia”, tem uma metodologia mais atual, em que as mesmas dinâmicas são utilizadas do principal PTAL. No entanto, faz uso do SIG como uma ferramenta de computador para obter informações mais detalhadas e com melhores resultados. Além disso, o estudo também apresentou os níveis de acessibilidade dos transportes públicos na cidade de Auckland. Para o seu desenvolvimento, utilizou um software SIG, o que permitiu aplicar um modelo de rede de estradas entre os tempos e as rotas, usando tanto o transporte público, como o percurso a pé. Uma grande vantagem dos SIG é que eles podem levar em conta as condições de tráfego que ocorrem nas diferentes vias da cidade, principalmente dependendo da hora e do dia da semana.

Entre os resultados que desse trabalho, foi observada uma visão geral dos níveis de acessibilidade dos transportes públicos e percursos a pé em áreas da cidade. Após análise e fazendo uma comparação com a frequência do sistema de transporte em cada setor, verificou-se que ele deve funcionar mais como um indicador adicional e não como de comparação.

Nos últimos cinco anos, a investigação na área da acessibilidade aos transportes públicos, tem crescido em busca de novos métodos de relacionar o acesso a este tipo de transporte com a igualdade social. No caso de Melbourne, Austrália foi feito um trabalho por

Currie (2010), o qual não foi limitado à obtenção de um valor de acessibilidade para o transporte, mas também para gerar um indicador que determinasse as necessidades sociais da cidade e criar uma divisão por regiões de cada um desses valores. Para a avaliação das necessidades da sociedade se estudaram e classificaram, os salários médios, nível de escolaridade, atividade econômica, idade, sexo, entre muitos outros fatores que permitem concluir a importância do transporte público em cada uma das regiões, além de determinar se a cidade está atingindo os seus deveres de igualdade com a população.

Da mesma forma, Delbosc e Currie (2011), também na cidade de Melbourne, conduziram uma investigação em que o acesso ao transporte foi avaliado por meio da formulação utilizando o coeficiente de Gini (Relacionado à distribuição de renda), com o objetivo de saber se a desigualdade econômica no país tinha relação com o acesso aos transportes públicos, sobrepondo os gráficos dos dois valores. Entre as conclusões do estudo, verificou-se que, quando as pessoas moram mais longe do centro da cidade, o índice de Gini é mais baixo, ao mesmo tempo em que o acesso ao transporte público também é menor, sendo as pessoas que vivem na periferia as de menor renda e com menor acesso às oportunidades dos serviços da cidade.

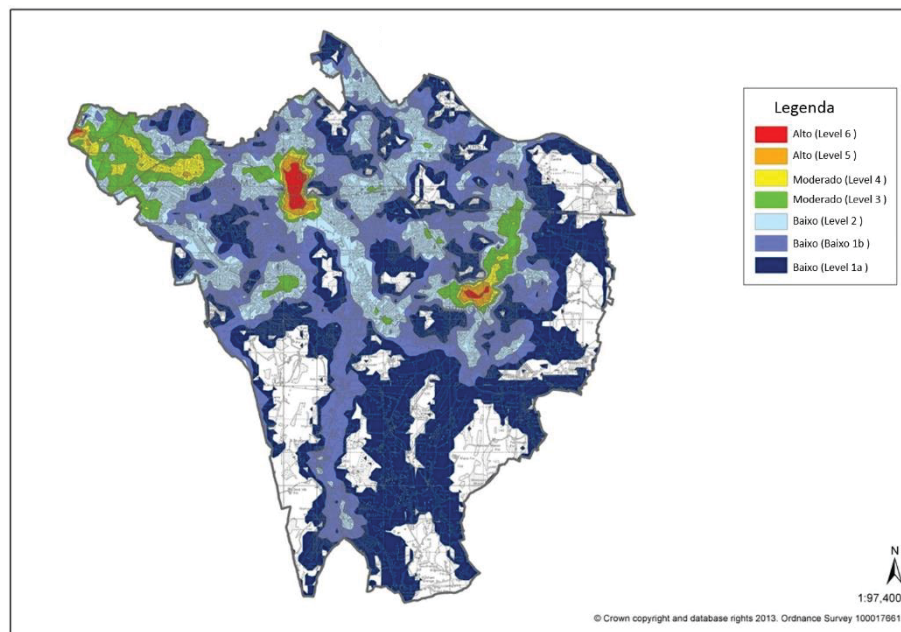
No caso da América Latina, destacam-se dois trabalhos recentes em diferentes cidades da Colômbia: um conduzido na capital, Bogotá, por Muñoz (2010) e outro, realizado por Cahill e Casas (2012), na terceira cidade mais importante, Cali. Ambos têm um trabalho semelhante, em que é avaliada a acessibilidade para um transporte específico, o BRT (*Bus Rapid Transit*) que normalmente é altamente centralizado pelas principais ruas das cidades. Dado que estes sistemas de transporte público estão em implementação e expansão entre bairros e ruas principais, o trabalho tenta verificar como afeta a sua implementação nas diferentes regiões das cidades, além da perda de oportunidades das pessoas que moram mais longe desse sistema de transporte.

#### **2.4.1 Método de análises da Acessibilidade ao transporte público PTAL.**

Os distritos de Londres Hammersmith e Fulham desenvolveram a primeira metodologia para medir a acessibilidade ao transporte público, sendo a mais usada até hoje desde 1992. O Nível de Acessibilidade ao Transporte Público (*Public Transport Accessibility Level-PTAL*, por sua sigla em inglês), foi definido como o modelo mais detalhado e preciso para aprovar a acessibilidade de um ponto a outro do transporte público, tendo em conta o percurso a pé e a prestação desses serviços na cidade de Londres, mapeamento apresentado na

figura 6. O sistema é baseado na soma dos indicadores obtidos a partir de todos os sistemas de transportes públicos da cidade (sistemas de ônibus, metrô, tranvia e comboio). Esses indicadores são comparados com parâmetros definidos que geram o grau ou nível PTAL. Dentro dos cálculos há algumas variáveis tais como distância percorrida a pé, número e frequência de serviços, velocidade de caminhada e confiabilidade do serviço usado. (TRANSPORT FOR LONDON, 2015)

Figura 5. Níveis de Acessibilidade ao Transporte Público Londres (1992)



Fonte: Transport for London (2013)

Na atualidade, o método PTAL tem variações na coleta de informação e a sua aplicação por diferentes pesquisadores no campo, adaptando o desenvolvimento da informática e a inclusão de outras áreas na discussão de modelos, para a mensuração de acessibilidade aos transportes públicos. Na execução do modelo começou-se a usar os SIG, que têm sido muito importantes para os novos modelos de acessibilidade de transportes públicos, dado que estes softwares realizam a adaptação da rede rodoviária vetorial para modelar os tempos de viagens modais, tais como um percurso a pé ou rotas multimodais, o seja, primeiro a pé e em seguida, de ônibus ou outros transportes públicos. Esses softwares são baseados na adição de informações dos horários e frequência dos transportes públicos, paradas e estações georreferenciadas, de tal forma que os resultados se tornam mais precisos e detalhados (GENT; SYMONDS, 2005).

Para obter todos os dados necessários, a fim de dispor os indicadores de acessibilidade aos transportes públicos, são categorizadas quatro grandes medidas de acessibilidade relacionadas com o tempo e o espaço.

a) Acesso às paradas ou estações de trânsito: Os estudos de acessibilidade aos transportes públicos definem-se como a proximidade de um ponto de transporte público a partir de um ponto de partida, que varia de atividade de acordo com o uso do solo predominante, o que pode ser de uma casa, um hospital, uma escola ou outras instalações. (GUTIERREZ; GARCIA, 2008).

O parâmetro de referência geralmente adaptado pelos pesquisadores é de 400 metros, como o percurso médio que as pessoas devem caminhar do seu ponto de partida para a estação de parada de transporte público. No entanto, o estudo apresentado por Mavoaa et al. (2012), traz um comparativo de vários autores, em que os valores de referência variam entre 300 e 600 metros de acordo com o lugar e os cálculos do percurso médio das pessoas em cada região.

b) Duração da viagem no transporte público: Depois de ser medido o percurso que a pessoa gastou desde a sua saída até a parada de transporte público, é necessário saber o destino de viagem para determinar a escolha entre as linhas as rotas de ônibus. Existem diferentes métodos que podem variar de acordo com as ferramentas implementadas, enquanto há um cálculo manual, que determina o tempo de viagem pelo limite de velocidade na estrada ou as velocidades médias que são conhecidas na cidade.

Por outro lado, os sistemas SIG permitem, com a utilização do software, definir o tempo real de viagem, considerando-se variáveis, tais como o tráfego da cidade pelo horário ou um incidente especial em cada seção da estrada. Dos autores contemporâneos que trabalharam na determinação das acessibilidades para diferentes cidades do mundo, a maioria considera que este método é mais adequado porque pode gerar diferentes parâmetros de tempo de viagem, com variáveis, tais como, dias úteis, horários, feriados e outros que possam gerar maior ou menor acessibilidade do transporte público (LEI; CHURCH, 2010).

c) O acesso aos destinos através de transporte público: Essa é uma medida que representa a importância do destino para o usuário em termos da atividade que irá desempenhar ou a mesma oportunidade de acesso a um espaço. Por exemplo, Huang e Wei (2009) consideram o acesso ao transporte através das oportunidades urbanas por meio das empresas e indústrias classificadas em 11 setores, dependendo do ponto de partida, a distância e o tempo necessário para atingir a oportunidade estimada. Outros autores, tais como Yigitcanlar et al. (2007)

desenvolveram um SIG com base no uso da terra e o índice de acessibilidade aos transportes públicos chamado LUPATI. Este sistema determina um valor para as células em uma grade de acordo com o uso da terra, e estes serão os valores que representam a magnitude da acessibilidade, dependendo do destino de chegada.

Silva (2008) gerou por meio do desenvolvimento de uma medida de acessibilidade por região, o modelo SAL (*Structural Accessibility Layer*, por sua sigla em inglês), com o qual criou a caracterização dos valores de acessibilidade para as regiões, simplificando os percursos. Atualmente Curtis e Scheurer (2010) descreveram um modelo de acessibilidade chamado “Análise de planejamento estratégico de redes espaciais dos sistemas de transporte urbano multimodal” (SNAMUTS). Esta ferramenta avalia conectividade e centralidade de cada ponto, em relação a uma variedade de atividades na cidade. O que distingue este modelo de outros, é o uso de nós por atividades, ao invés de destinos.

d) Frequência do transporte público: A frequência pode ser a medida de acessibilidade mais fácil de obter, já que irá depender do tempo médio que leva para passar um ônibus detrás de outro na mesma rota, embora seja compreensível que dependem da pontualidade com que trabalhe o sistema público e em muitos casos, dos mecanismos de logística de execução. Pode-se optar na maioria dos casos, por obter valores a partir de um levantamento de tempos em várias rotas por vários dias, até ter um valor médio. Nesse sistema, devem-se considerar os horários em que o valor será medido, além do dia da semana, uma vez que o número de ônibus presente em uma hora de pico vai mudar com outro horário, do mesmo modo que muda a frequência com os dias úteis em comparação com fins de semana. Por isso, alguns pesquisadores se baseiam em dados de empresas de transportes ou simplesmente medem o valor de um dia da semana, e escolhem o horário mais representativo (MAVOAA et al., 2012).

## 2.5 Legislação brasileira em transporte público

A lei federal 12587 de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, apresenta algumas definições e regulamentações a ter em conta por parte das cidades brasileiras, em relação a transporte (BRASIL, 2012).

Quanto à acessibilidade, na lei ressaltam-se os seguintes artigos:

Art.1º A Política Nacional de Mobilidade Urbana é instrumento da política de desenvolvimento urbano de que tratam o inciso XX do art. 21 e o art. 182 da Constituição Federal, objetivando a integração entre os diferentes modos de transporte

e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do Município.

Art.2º A Política Nacional de Mobilidade Urbana tem por objetivo contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.

Para a sua compreensão a lei define os termos Acessibilidade e Transporte público da seguinte maneira.

Art. 4º Para os fins desta Lei, considera-se:

III – Acessibilidade: facilidade disponibilizada às pessoas que possibilite a todos autonomia nos deslocamentos desejados, respeitando-se a legislação em vigor;

VI – Transporte público coletivo: serviço público de transporte de passageiros acessível a toda a população mediante pagamento individualizado, com itinerários e preços fixados pelo poder público;

Por último, é importante conhecer a prioridade dos transportes públicos sobre o particular segundo a lei:

Art.6º A Política Nacional de Mobilidade Urbana é orientada pelas seguintes diretrizes:

II – Prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado;

Como pode ser visto, a lei federal do Brasil visa à melhoria dos sistemas públicos para gerar acessibilidade aos serviços e atividades que ocorrem nas cidades, além de dar maior prioridade a esses sistemas de transporte. Os sistemas de transporte público e sua acessibilidade, mais que um bem, são um direito que deve ser garantido pela administração local.

Por outro lado, o Estatuto da Cidade é uma lei que entrou em vigor em 10 de julho de 2001, com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sócias da cidade e da propriedade urbana a partir de certas diretrizes para as cidades de mediano e grande porte. Entre as diretrizes está a implementação de um Plano Diretor, no qual além da organização urbanística da cidade, devia-se definir um plano de transporte público segundo o artigo 41 (BRASIL, 2001).

Conforme o exposto anteriormente, a lei de mobilidade urbana, abrangeu os dois conceitos e determinou que todos os municípios com uma população maior de 20 mil habitantes

deveriam fazer um plano de mobilidade urbana (BRASIL, 2012). A cidade de Passo Fundo no cumprimento da lei, elaborou seu plano de mobilidade no ano 2014

O Plano de Mobilidade da cidade de Passo Fundo, conta com dados de transporte motorizado e não motorizado, deslocamentos médios na cidade, veículos privados e coletivos, operadores do transporte público entre outros. Além das boas práticas que deveriam ser feitas na cidade para solucionar os problemas no setor de transporte e mobilidade, tendo em conta, outras áreas como o planejamento urbano, desenvolvimento econômico, inclusão social, saúde e segurança. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2014)

No entanto, o Plano de Mobilidade não contém um valor ou mensuração da acessibilidade ao transporte público, o qual será trabalhado neste projeto. Os valores apresentados por esse plano serão base importante para a compreensão das preferências da população em quanto ao tipo de transporte, horário, rota, locais, operadoras atuais, entre outros dados levantados.

## **2.6 Ferramentas computacionais e sua aplicabilidade ao transporte público**

Existem uma grande variedade de programas computacionais na atualidade para a georreferenciação, análise e obtenção de informação geográfica e abstrata das infraestruturas das cidades. Entre as mais comuns e aplicadas, se encontram as duas ferramentas Google Earth e ArcGis, com as quais foi possível desenvolver o projeto. Enquanto a primeira se caracteriza, por fazer uma localização da infraestrutura por meio de fotografias satélites e a nível da rua em 360°, a segunda é uma ferramenta de análise dos mapas e informações geográficas.

ArcGIS é um conjunto de produtos de software com foco em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), produzidos pela empresa norte-americana ESRI, que pode executar diferentes aplicações, como captura, edição, análise, design e publicações, entre outros, de informações geográficas. Além disso, fornece informações instantâneas nos mapas por diferentes meios, tais como um servidor ou um aplicativo móvel em qualquer hora e lugar.

As ferramentas do software ArcGis utilizadas neste projeto, são duas ferramentas de análise espacial, a primeira chamada de densidade espacial, a qual faz o cálculo da densidade, tendo em conta a malha da cidade com território urbano e a quantidade que um fator se repete sobre ele. A segunda ferramenta é a *natural neighbor* o vizinho natural, o algoritmo utilizado pela interpolação da ferramenta encontra o subconjunto de amostras mais próximos de um



ponto de consulta e aplicam pesos de entrada neles baseados em áreas proporcionadas para interpolar um valor (SIBSON, 1981).

A implementação do ArcGis tem sido global em diferentes áreas, respeito ao transporte e há grandes exemplos como o aplicativo utilizado pelo sistema de ônibus de Madrid de informação georeferenciada que mostra a capacidade atual do sistema e disponibilidade para usuários. Além disso, no caso da aeronáutica espanhola Aena, criou um aplicativo de mapeamento com a cartografia e a infraestrutura da empresa, para definir a informação relevante para os usuários do aeroporto como consultas e assistência que eles precisam.

Em relação ao uso deste programa em projetos de pesquisa para a acessibilidade ao transporte público, há uma variedade de programas usados pelos pesquisadores de acordo com as suas preferências, como o *Accession GIS* ou *GeoMedida*, que além de ter ferramentas diferentes, tem também a função de criar uma rede com velocidade padrão e informações em tempo real.

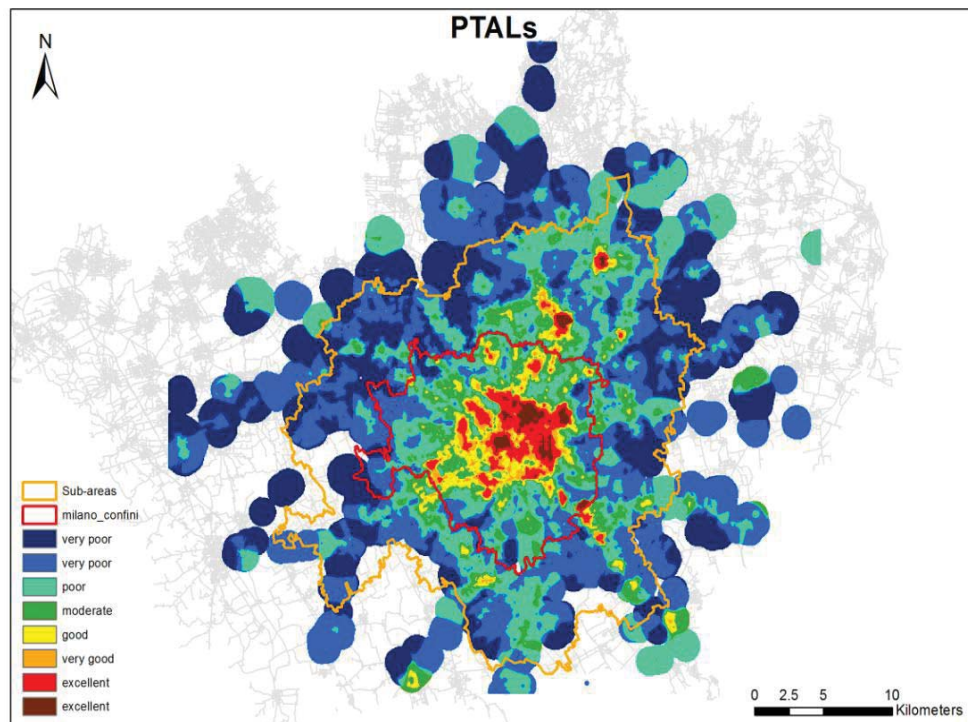
No entanto, os trabalhos que se destacam no uso do ArcGis para a avaliação da acessibilidade ao transporte público, são os de maior número e preferência pelos pesquisadores. Por exemplo, há o caso do trabalho feito na cidade de Auckland, Nova Zelândia realizado por Joyce e Dunn (2009), onde com ArcGis e Microsoft Access analisaram-se os dados de entrada das distintas fontes, o que permitiu ligar indicadores nos pontos de serviço e calcular a acessibilidade de modo automático com a metodologia PTAL.

Da mesma forma, o trabalho para obter o título de Mestrado na Universidade de Lund apresentado por Martino (2014), foi feito na cidade de Milan com a metodologia do PTAL e o uso do software ArcGis. O autor não só avaliou a acessibilidade do transporte público frente às atividades econômicas mais representativas da cidade, mas também, o modelo de paradas para o serviço público, que melhorará a acessibilidade e a mobilidade da cidade em geral. O mapa final, com os níveis de acessibilidade para a cidade de Milan, se apresenta na sequência com a figura 8.

Por outra parte, o trabalho de Benenson et. al (2011) fez uma comparação entre o uso do veículo particular e a acessibilidade ao transporte público, para o qual criou um mapa com diferentes indicadores no software ArcGis para os dois tipos de transportes e avaliou a eficiência de cada um. Além disso, conferiu o baixo nível de acessibilidade ao transporte público com o uso do veículo particular nas diferentes regiões e horários da cidade.



Figura 6. Níveis do PTAL na cidade de Milão.



Fonte: Martino (2014)

Finalmente, o último trabalho que servirá de referência será o apresentado por David Julio (2014), o qual foi um estudo na cidade de Passo Fundo que teve como objetivo principal, a implementação do software ArgGis nas rotas de ônibus da cidade para sua melhoria quanto a percursos e tempos de viagens, fazendo-lhes mais curtos por meio de um mapeamento das ruas da cidade com suas características de tráfego.

Por outro lado, o Google Earth é uma aplicação que permite através de uma ligação à Internet, exibir imagens, modelos digitais do terreno e outras informações espaciais de todo o planeta. O software combina fotos de satélite tomadas nos últimos anos, mapas e uma base de dados abrangente. Entre as principais desvantagens que apresenta o software, estão as diferenças de precisão nas fotos do satélite, dependendo da localização no globo terrestre, além das atualizações das mesmas fotos, já que depende da importância das cidades e em alguns casos superam três anos sem atualizar. (LUQUE, 2011).

Com o seu potencial e suas limitações, o Google Earth tornou-se um instrumento técnico de grande importância para o estudo e a pesquisa geográfica, e outras ciências naturais e sociais. No que se refere aos estudos sobre a cidade, permite-lhe aceder e interpretar imagens em diferentes escalas, o que é de grande interesse para o estudo da morfologia urbana, e até mesmo para a reforma de projetos e para o desenvolvimento territorial (CAPEL, 2007).

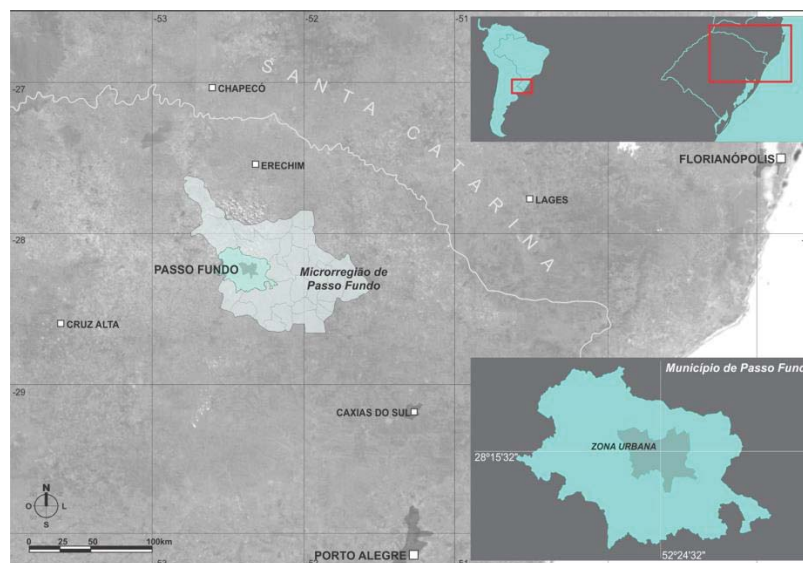
### 3. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Objetivou obter a informação e avaliação da rede de transportes públicos urbanos da cidade, considerando tanto a população fixa, bem como a flutuante. Essa última representativa devido ao número de estudantes da Universidade de Passo Fundo (UPF) que viaja desde as cidades próximas e também usam o transporte público da cidade.

#### 3.1 Local de Pesquisa

O local onde foi conduzido o estudo desse trabalho é apresentado na Figura 9. A população do município segundo o IBGE (2015), é de 196.739 pessoas. A cidade se comporta como uma cidade de mediano porte, a qual tem uma grande população flutuante devido à importância que tem para a região norte do estado a Universidade de Passo Fundo, o setor da saúde e o comércio. Na atualidade a cidade é considerada a principal cidade do norte do estado de Rio Grande do Sul.

Figura 7. Localização geográfica do município de Passo Fundo



Fonte: IBGE, Dados Cartográficos do Google (2013)

Elaboração: Plano Municipal de Saneamento Básico de Passo Fundo

Para fazer uma análise da acessibilidade do transporte público urbano na cidade, foi necessário conhecer a estrutura atual do transporte público na cidade. Passo Fundo na atualidade só tem sistema de ônibus como transporte público, além dos táxis, que por serem transportes de uso individual não foram levado em consideração.

O sistema de transporte por ônibus é prestado por quatro empresas, um operador público, CODEPAS, e três privados, COLEURB, TRANSPASSO e CENSI & GIARETTA Transportes Ltda., sendo que esta última opera apenas duas linhas de atendimento à área rural.

De acordo com o Plano de Mobilidade de Passo Fundo, Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014), a distribuição em porcentagem das distâncias percorridas pela frota de ônibus municipal no município para as empresas COLEURB, CODEPAS E TRANSPASSO são respectivamente iguais a 69%, 23% e 8%. Na Tabela 1 é apresentada a distribuição quantitativa dos serviços entre as empresas do serviço de transporte público, além de um mapeamento na figura 10, que demonstra a distribuição das linhas atuais na cidade e a figura 11, que apresenta a participação das mesmas e a relevância de uma sobre as outras.

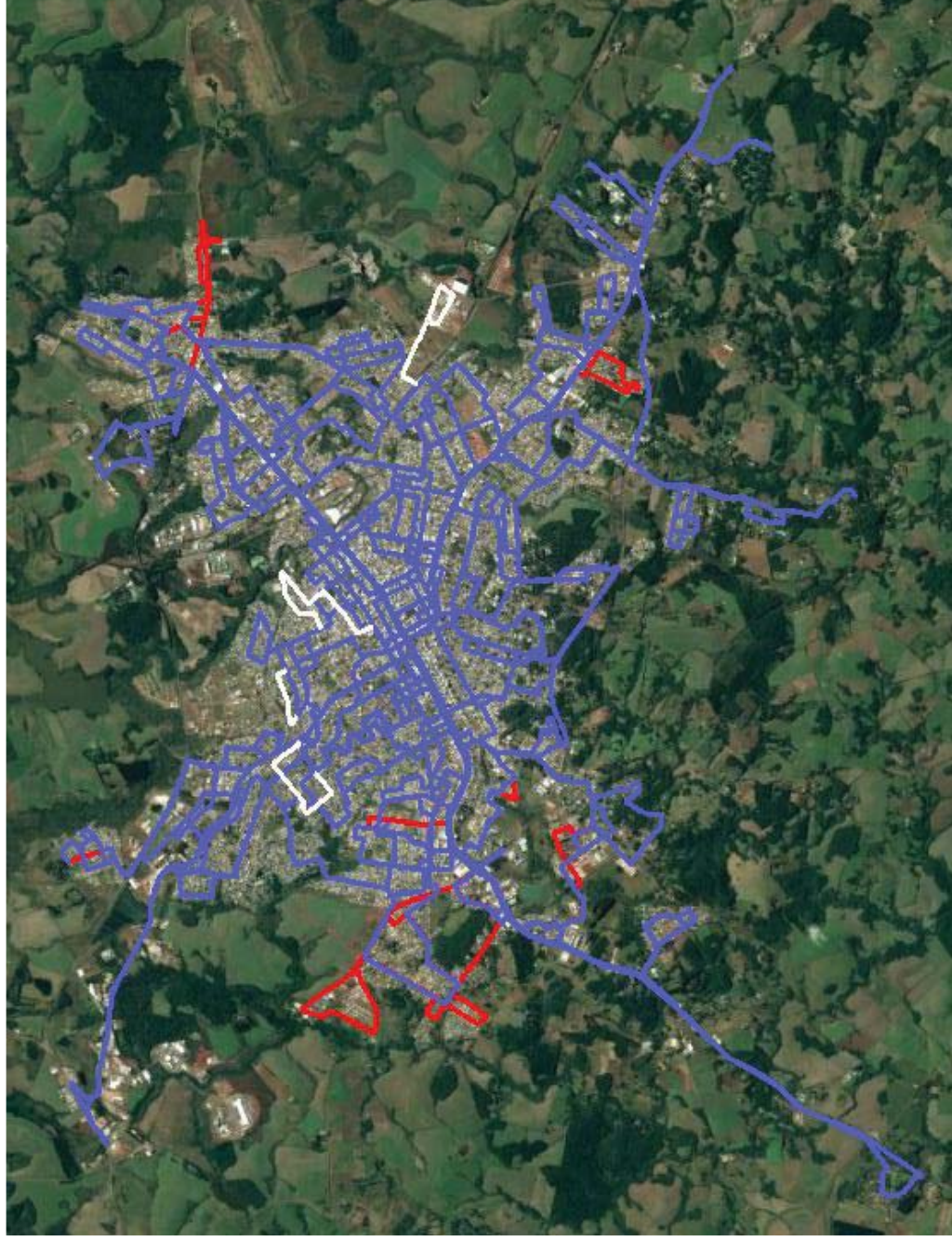
Tabela 1. Distribuição quantitativa dos serviços entre as empresas operadoras.

Empresa	Frota	Linhas	Viagens/ DU	Km/ mês	Pass. /Mês
COLEURB	107	25	995	467.557,4	1.141.540
	70,4%	61,0%	70,6%	68,6%	71,2%
CODEPAS	33	12	299	158.209,3	357.259
	21,1%	29,3%	21,2%	23,2%	22,3%
TRANSPASSO	13	4	116	56.178,9	104.695
	8,6%	9,8%	8,2%	8,2%	6,5%
Total	152	41	1.410	681.945,6	1.603.494
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

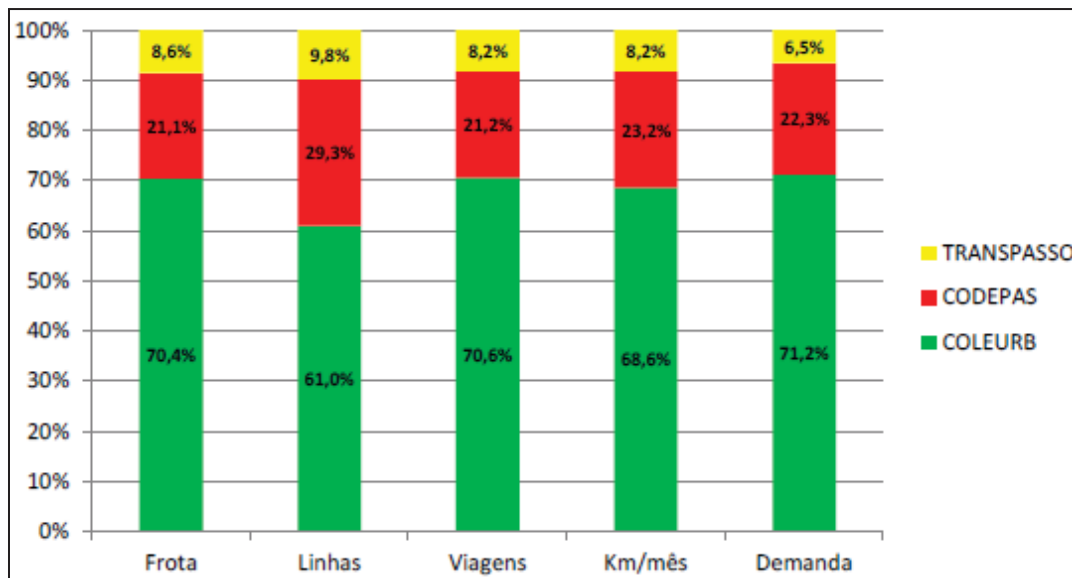


Figura 8. Linhas de transporte público na cidade de Passo Fundo 2014.



Nata: Azul rotas da Coleurb, Vermelho rotas da Codepas onde não atende Coleurb, Branco Rotas da Transpasso onde não atende Coleurb  
Fonte: Próprio autor (2016)

Figura 9. Participação relativa das empresas nos serviços municipais



Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

Pelo exposto na Figura 9, o estudo abrangeu apenas as três empresas que trabalham na zona urbana de Passo Fundo, sendo que estas representam 95% de todas as linhas e 99% de todas as viagens médias da cidade. O estudo trabalhou no total com 41 linhas de transporte e uma frota de 152 ônibus.

### 3.2 Levantamento de dados.

Para desenvolver a metodologia de análise da acessibilidade PTAL, é necessário conhecer o comportamento da população com seu sistema de transporte, além da infraestrutura dos equipamentos urbanos que o sistema de transporte tem fisicamente. Por isso, foi realizado um levantamento de dados que levou em conta a infraestrutura e outro que representou o comportamento da população em termos de demanda. Para os dados de infraestrutura foram reunidas informações referentes aos equipamentos urbanos como as paradas de ônibus na cidade, o número de veículos que trabalham para as empresas de transporte, rotas, horários, frequências, entre outros. Todas estas informações, foram obtidas por meio da empresa Coleurb, do plano de mobilidade e dos programas computacionais de georreferenciamento, Google Earth e ArcGis. Por outro lado, nos dados referentes ao comportamento da população, foram considerados os principais destinos feitos com transporte público na cidade, e suas informações foram extraídas do plano de mobilidade.

### **3.3 Determinação da Acessibilidade na Cidade de Passo Fundo pelo sistema PTAL.**

Para a determinação da acessibilidade ao transporte público na cidade de Passo Fundo, foi escolhido o sistema PTAL. O sistema divide sua metodologia em três processos principais, determinação dos parâmetros tempo-espaciais, determinação dos indicadores e o cálculo da acessibilidade.

Com a informação prévia foi realizado cada um dos processos do sistema PTAL, tendo em conta algumas características próprias da cidade e sua cultura, para fazer o melhor cálculo possível e não ter erros pelas variações urbanas entre cidades de grande porte e a cidade de Passo Fundo.

#### **3.3.1 Parâmetros base tempo-espaciais do PTAL.**

Os parâmetros base permitem fazer a escolha da pesquisa, entre uma acessibilidade por pontos base ou por regiões. Primeiro é uma análise mais detalhada e com implementação de maior tecnologia, permite realizar um estudo com pontos de saída desde cada um dos bairros da cidade, enquanto a acessibilidade por regiões simplifica o trabalho com considerar somente um ponto de saída desde cada região da cidade.

A escolha do tipo de acessibilidade, vai depender da quantidade das informações ou da implementação de softwares para análise de alta quantidade de dados. Por exemplo, enquanto a acessibilidade por pontos base precisa de softwares para otimizar os cálculos que podem superar o milhar de possíveis rotas, a acessibilidade por região precisa de informações estatísticas do comportamento da cidade, para definir as regiões segundo as características da população.

##### **a) Pontos iniciais de saída**

Dependendo da escolha do tipo de acessibilidade a ser implementado, se localizaram-se espacialmente cada um dos pontos de saída para os possíveis começos das rotas. Os pontos iniciais consideram toda a cidade, todos os bairros devem estar representados por um ou vários pontos segundo a divisão do território. Este ponto de saída é também conhecido como ponto de partida e determinará a envergadura do trabalho.

b) Pontos de chegada

Os pontos de chegada estão determinados pela localização dos locais com mais viagens em dias úteis. Estes pontos consideram as informações prévias de demandas de viagens em transporte público anteriormente nomeadas, além de informações referentes aos serviços que se apresentam em cada um dos locais, como centros educacionais, comerciais, de saúde, entre outros.

c) Frequências e velocidade média

O levantamento de dados anterior apresenta as frequências para cada uma das rotas no sistema de transporte público, no qual se tem frequências verificadas com as empresas de transporte diretamente, e frequências levantadas pelo plano de mobilidade da cidade.

A velocidade média foi obtida por meio da metodologia PTAL e os softwares com informações de satélites e georreferenciadas em tipo real.

### **3.3.2 Determinação dos indicadores de acessibilidade do Sistema PTAL.**

Os indicadores de acessibilidade, podem se definir como o cálculo de duas etapas existentes em toda viagem de transporte público, em unidades de tempo. Eles consideram os parâmetros anteriores para determinar um tempo de caminhada até a parada e um tempo de espera do ônibus. (TRANSPOR FOR LONDON, 2015)

a) Tempo de caminhada até a parada. (TC)

Dado que a escolha do sistema de acessibilidade ao transporte público foi por região, o tempo de caminhada será a distância média entre as paradas de embarque e desembarque dos ônibus em cada uma das zonas da cidade. Esta distância entre as paradas representará o dobro do percurso médio que deverão caminhar todas as pessoas para ter acesso ao transporte público.

b) Tempo médio de espera (TME).

Em relação ao Tempo Médio de Espera, o sistema faz um cálculo a partir do tempo programado de espera do transporte e um fator de confiabilidade segundo o tipo de transporte. O tempo programado de espera será o intervalo entre os ônibus, mas só se estima a metade porque é a probabilidade maior que tem um usuário em termos de espera. O tempo programado

de espera (TPE) será calculado com a Equação 1, onde  $Fr$  é a frequência do serviço na rota em minutos:

$$TPE = 0,5 \frac{60}{Fr} \quad (1)$$

Para obter o valor final de Tempo Médio de Espera (TME), o sistema soma um fator de confiabilidade ao TPE, segundo o transporte público na avaliação, sendo o serviço de ônibus o serviço com maior valor de correção, 2 minutos, em relação a serviços ferroviários 0,75 minutos.

### 3.3.3 Cálculo da acessibilidade ao Transporte Público

Com os dois tempos, calcula-se uma somatória que tem como resultado o tempo total de acesso (TTA) em minutos, equação 2. Este valor servirá para conhecer a Frequência Equivalente de Umbral (FEU) por cada viagem, equação 3, sendo 30, o valor aceitável de minutos para ter acesso ao transporte público.

$$TTA = TC + TME \quad (2)$$

$$FEU = \frac{30}{TTA} \quad (3)$$









Cada rota desde os principais pontos de saída, que podem ser um ponto central por cada quarteirão ou pontos aleatórios por bairros aos diferentes destinos escolhidos como os de preferência pela população de Passo Fundo, gerará um FEU, e a média ponderada de todos eles, finalmente terá como resultado o valor de acessibilidade para esse ponto ( $Ap$ ), equação 4. A ponderação corresponde a atribuir o valor de (1) para a frequência maior e (0,5) para as frequências restantes.

$$Ap = FEU_{max} + 0,5 \sum (FEU_1 + FEU_2 + FEU_3 + \dots + FEU_n) \quad (4)$$

Com o valor de acessibilidade, se executou um mapa da cidade em que o nível de acesso ao transporte público é representado com uma escala de referência com base no PTAL, que tem valores de 1 a 6, sendo 1 o mínimo de acesso e 6 o máximo, apresentado no quadro 1.



Quadro 1. Níveis de acessibilidade ao Transporte Público conforme PTAL

PTAL	Intervalo de Ap	Cor no Mapa	Descrição
1a (Baixo)	0,01 - 2,50		Escasso
1b	2,51 - 5,00		Muito pobre
2	5,01 - 10,00		Pobre
3	10,01 - 15,00		Moderado
4	15,01 - 20,00		Bom
5	20,01 - 25,00		Muito bom
6a	25,01 - 40,00		Ótimo
6b	40,01 +		Excelente

Fonte: Adaptado de Transport for London (2015)

### 3.3.4 Mapeamento e análise da acessibilidade com a metodologia do sistema PTAL.

O mapeamento da acessibilidade foi feito no programa ArcGis, já que esse programa permite gerar análises estatísticas referentes às distribuições gráficas apresentadas. Cada uma das zonas terá seu nível de acessibilidade, no entanto, a cidade de maneira geral, apresentará um valor da acessibilidade que poderá ser comparado com outras cidades já avaliadas pelo mesmo sistema.

Após o mapeamento, se realizará a análise para identificar as deficiências ou não do atual sistema de transporte público os locais que apresentem classificação abaixo de 2, deverão ser identificados como zonas de baixa oportunidade aos serviços da cidade por meio do transporte público.

### 3.4 Diretrizes para uma futura melhoria da infraestrutura de transporte público.

Considerando que a cidade precisará de uma nova estruturação de seu sistema de transporte público, como é apresentado no Plano de Mobilidade de Passo Fundo, Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014), o trabalho gerou um relatório com diretrizes que possam ser implementados na cidade para melhorar a infraestrutura atual

O mapeamento de acessibilidade ao transporte público, forneceu as considerações segundo as regiões delimitadas por nível de acessibilidade, visando uma futura otimização nesse local, das rotas e infraestrutura do sistema de transporte público, além de fazer uma ligação entre plano de mobilidade atual e este trabalho.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentam-se os resultados da pesquisa com base nos objetivos propostos no capítulo 1. Assim, o capítulo está dividido em quatro partes. A primeira parte dos resultados apresentados, refere-se ao levantamento da infraestrutura de transporte público na cidade de Passo Fundo. A segunda parte dos resultados, proporciona os parâmetros principais tempo espaciais necessários para realizar o cálculo da acessibilidade que se determinou na terceira parte. Por fim, a quarta etapa de resultados referiu-se às recomendações e diretrizes para a melhoria do sistema de transporte, baseando-se no diagnóstico do índice de acessibilidade ao transporte público em Passo Fundo e seu plano de mobilidade.

### 4.1 Diagnóstico das empresas do sistema de transporte público

As diversas informações relativas à frota foram obtidas com as diferentes empresas que fornecem o transporte público, oriundas do plano de mobilidade da cidade do ano 2014 em sua grande maioria. Além disso, a colaboração da empresa Coleurb, permitiu verificar os dados com a realidade atual da empresa e a infraestrutura de transporte geral na cidade:

#### a) Número de ônibus

Quantidade de ônibus que prestam o serviço de transporte público na cidade e suas operadoras na região urbana, para dias e horários laborais. Os dados são do ano 2016 segundo as informações das empresas de transporte. Na tabela 2, também se apresenta a porcentagem da frota das empresas na cidade, o qual mostra, a importante representatividade que tem a empresa Coleurb sobre as outras duas.

Tabela 2. Distribuição da frota de ônibus na cidade de Passo Fundo

Empresa	Frota (Número de ônibus)	Porcentagem
COLEURB	108	70,58%
CODEPAS	33	20,91%
TRANSPASSO	13	8,49%
Total	152	100,00%

Fonte: Elaboração do próprio autor com base em informações das empresas (2016)

#### b) Capacidade dos ônibus

Os ônibus urbanos têm uma capacidade média de 34 passageiros sentados mais 14 pessoas em pé. Segundo o plano de mobilidade da Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014), só 6% das viagens que ocorrem na cidade superam a ocupação das poltronas dos ônibus, e menos do 1% apresenta superlotação que não permitiria acessar ao ônibus. A taxa chega até 21% considerando apenas as linhas com destino à Universidade de Passo Fundo em horários de pico.

Segundo o estudo de mobilidade, o incremento de demanda com lotação, apresenta-se nas rotas com destino à universidade, e em um intervalo de tempo não superior a 30 minutos. Porquanto o problema de superlotação é localizado e temporal, e pode-se considerar que a capacidade dos ônibus na cidade de Passo Fundo em termos gerais está de acordo com sua população.

#### c) Frequência entre ônibus e número de ônibus por rota

Por meio do plano de mobilidade da cidade de Passo Fundo do ano 2014, obteve-se o intervalo entre os veículos ou a frequência de atendimento. No 2016 as frequências continuaram com os mesmos tempos segundo a verificação com as empresas fornecedoras do serviço, uma vez que não houve um aumento dos serviços prestados no último ano. No anexo 1, também se apresenta o número de veículos que trabalham cada uma das linhas e o número de viagens que fazem.

Segundo as diretrizes da metodologia PTAL, as frequências para ser avaliadas, devem ser em tempos da semana representativos e de maior atendimento pelo sistema de transporte. Nesse caso, segundo a Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014), os dias entre a segunda-feira e sexta-feira, são os dias com maior demanda do sistema notoriamente, tendo os sábados uma redução do 41% da demanda com respeito aos dias úteis, e nos domingos uma redução de até 66%.

#### d) Rotas

Do mapeamento das 41 rotas que tem atualmente a cidade de Passo Fundo, se mapeou individualmente as 25 rotas da empresa Coleurb com informações atuais da empresa, considerando os seus sentidos de viagem e as rotas de reforço no programa Google Earth. Para as 16 rotas restantes das empresas Codepas e Transpasso, foram desenhadas no Google Earth, as rotas onde a Coleurb não tem atendimento e sim aquelas duas empresas, através do “Mapa -

Linhas de Transportes Coletivos Urbanos” feito pela Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2013) para seu plano municipal de saneamento básico. O mapa pode mostrar qual é a empresa que trabalha em cada uma das paradas, e no caso das paradas que trabalha Coleurb, as linhas de forma individual.

Em caso de ter um ponto de embarque e desembarque que seja requerido para a análise, em que a Coleurb mais uma ou duas empresas prestem o serviço de transporte público, se terá em consideração a frequência das linhas da empresa Coleurb, já que é a informação por rotas mais precisa, por seu levantamento individual de cada uma das linhas da empresa.

e) Horários

As três empresas prestam o serviço entre as 6 horas da manhã até 22:30 a noite. Tendo reforços no horário pico das 7 horas com destino à Universidade de Passo Fundo. Os horários das rotas e suas frequências têm variação no dia sábado e no dia domingo. No entanto, o estudo da acessibilidade ao transporte público por meio da metodologia PTAL, leva em consideração unicamente os horários laborais sem fins de semana, devido a sua importância como serviço para fins de deslocamento ao setor econômico, social e cultural mais amplo.

f) Localização das paradas de ônibus utilizadas por cada rota

A localização dos pontos de embarque e desembarque para o transporte público foram fornecidos em cerca de 89% pela empresa Coleurb com as coordenadas UTM em um arquivo Excel. A empresa trabalha com 1028 pontos de paradas para embarque e desembarque de pessoas, entre estas paradas algumas são compartilhadas com mais uma ou duas empresas da cidade.

Por outro lado, obteve-se a localização das paradas onde as outras duas empresas trabalham sem atendimento da Coleurb. Para o levantamento dessas 127 paradas que as empresas Codepas e Transpasso trabalham individualmente, utilizou-se o sistema *Street View* do software Google Earth, conhecendo previamente as rotas daquelas empresas com o “Mapa - Linhas de Transportes Coletivos Urbanos” que apresenta as linhas por empresas na cidade. Considerando que o último levantamento feito pelo Google Earth na cidade de Passo Fundo, foi em março do 2015, se determinou que as informações podem ser consideradas atuais e representam a infraestrutura atual dessas empresas.

Em 2016, a cidade conta com 1155 paradas para embarque e desembarque do transporte público, não são padronizadas e em alguns casos não prestam o conforto para os

cidadãos já que não tem estrutura de proteção contra chuva, sol ou vento, como se mostra na figura 12. Segundo o Plano de mobilidade da cidade para o ano 2014, havia 897 pontos de parada de ônibus cadastrados pela Secretaria de Transportes e Serviços Gerais o que é um valor muito menor que o levantado neste estudo.

Figura 10. Variedade dos equipamentos de paradas nos diferentes bairros.



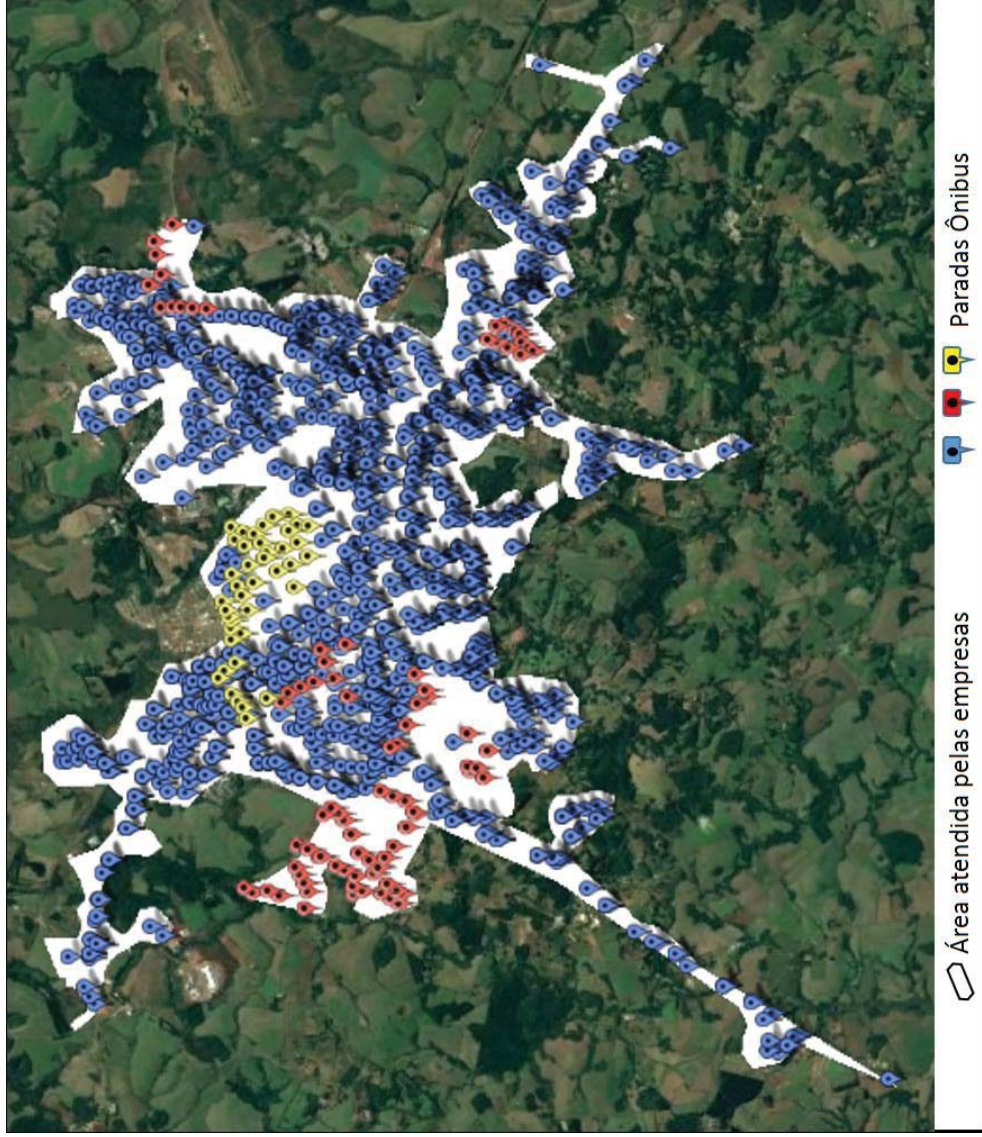
Fonte: Próprio autor (2016)

Segundo a Secretaria de Transportes e Serviços Gerais de Passo Fundo, cerca de 74% dos pontos de paradas de ônibus contam com abrigo na cidade, os pontos mais afastados da área central são os que têm menores condições de segurança e conforto para o usuário (PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2014).

A área de atendimento desses pontos foi calculada por meio do sistema de georreferenciação Google Earth, figura 13. Aproximadamente, 59,9 km<sup>2</sup> de Passo Fundo estão garantidos na atualidade pelo sistema de transporte público, cobrindo todos os bairros da cidade e a área urbana em quase sua totalidade com as três empresas, essa área representa 94% da área urbanizada da cidade.



Figura 11. Área atendida pelas três empresas de transporte público em Passo Fundo



Fonte: Próprio autor (2016)

## **4.2 Determinação dos parâmetros base tempo-espaciais.**

A partir de toda a informação recolhida das empresas de transporte público e da infraestrutura da cidade, foram definidos os quatro parâmetros iniciais da metodologia PTAL necessários para determinação do indicador de acessibilidade. Os parâmetros determinam as informações necessárias em um percurso, como ponto de início, ponto de chegada, distância, frequência e velocidade de serviço.

Além disso, os parâmetros foram importantes para definir o tipo de estudo a ser avaliado, entre a acessibilidade ao transporte por ponto base ou por região. A acessibilidade por pontos base estuda toda a área com pontos de saída desde cada quarteirão da cidade. Por outro lado, a acessibilidade por região agrupa vários quarteirões com características similares e define um ponto de saída central. Para esse trabalho, se optou por fazer uma avaliação da acessibilidade ao transporte público por região, dado que já se tem um estudo prévio da prefeitura, no qual a cidade foi agrupada por zonas, caracterizando as regiões pelos padrões de comportamento homogêneos no transporte, como se tem no plano municipal de mobilidade da cidade.

Os parâmetros iniciais a serem definidos segundo a metodologia PTAL são: Pontos iniciais de saída para qualquer viagem, pontos de chegada para os serviços da cidade, frequência e velocidade média do transporte e distância de viagem.

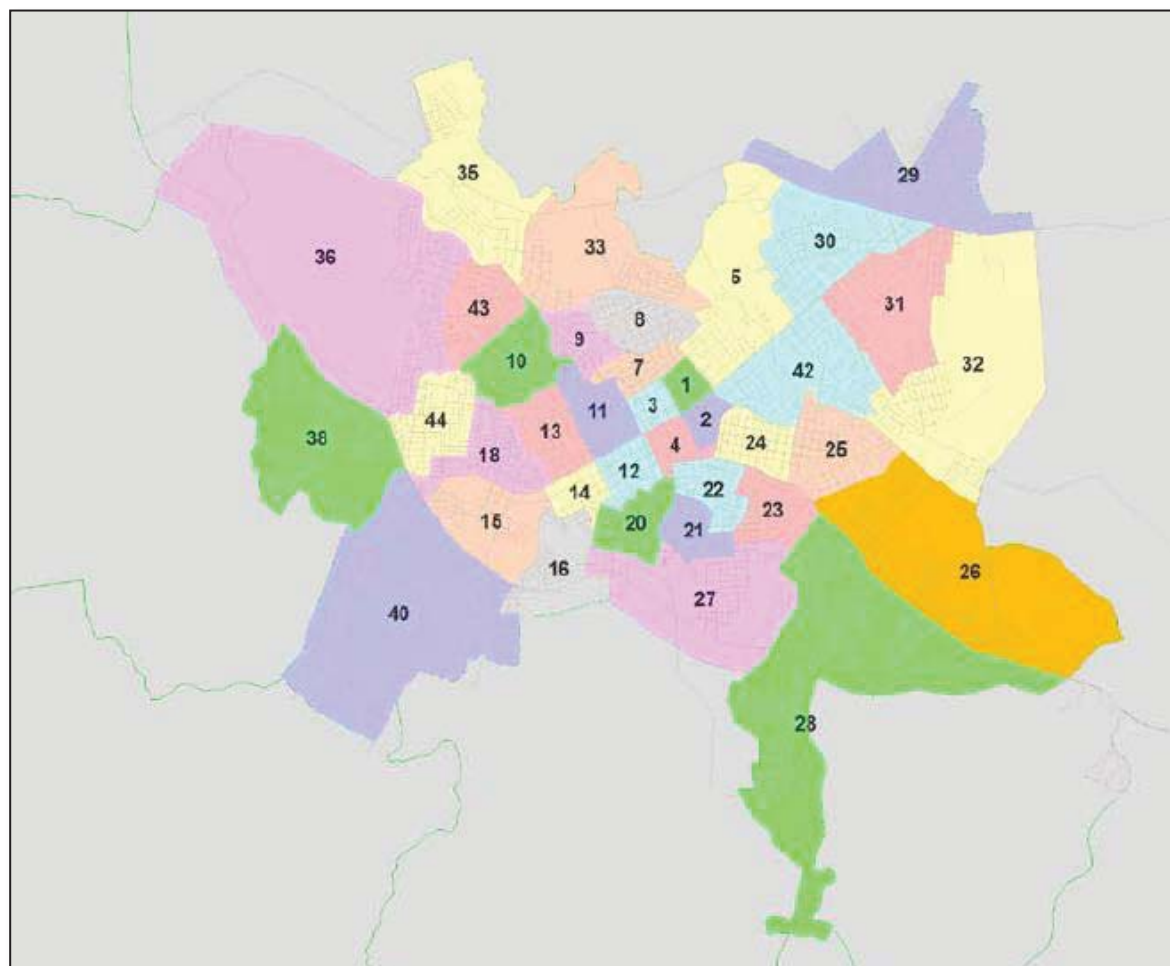
### **4.2.1 Principais destinos feitos com o transporte público**

Através do plano de mobilidade de Passo Fundo elaborado no ano 2014, realizou-se uma análise dos deslocamentos mais frequentes na cidade, de acordo com as características de produção e atração de viagens de transporte coletivo que se apresentam no plano por regiões. Por outro lado, se realizou a caracterização das viagens que são atraídas pela localização espacial das principais infraestruturas da cidade, que atendem os seguintes seis âmbitos socioeconômicos:

- a) Educacional;
- b) Financeiro;
- c) Saúde;
- d) Comercial;
- e) Industrial;
- f) Social / Lazer.

O plano de mobilidade conta com a estimativa da demanda para veículos particulares e transporte público do ano 2014. Nesse estudo se realizou uma divisão de Passo Fundo em 37 zonas, como se mostra na figura 14, agrupando as 270 pequenas regiões censitárias do município. Este zoneamento foi necessário para fazer um agrupamento dos setores segundo suas características homogêneas em relação ao sistema de transporte.

Figura 12. Zoneamento de tráfego adotado em Passo Fundo.



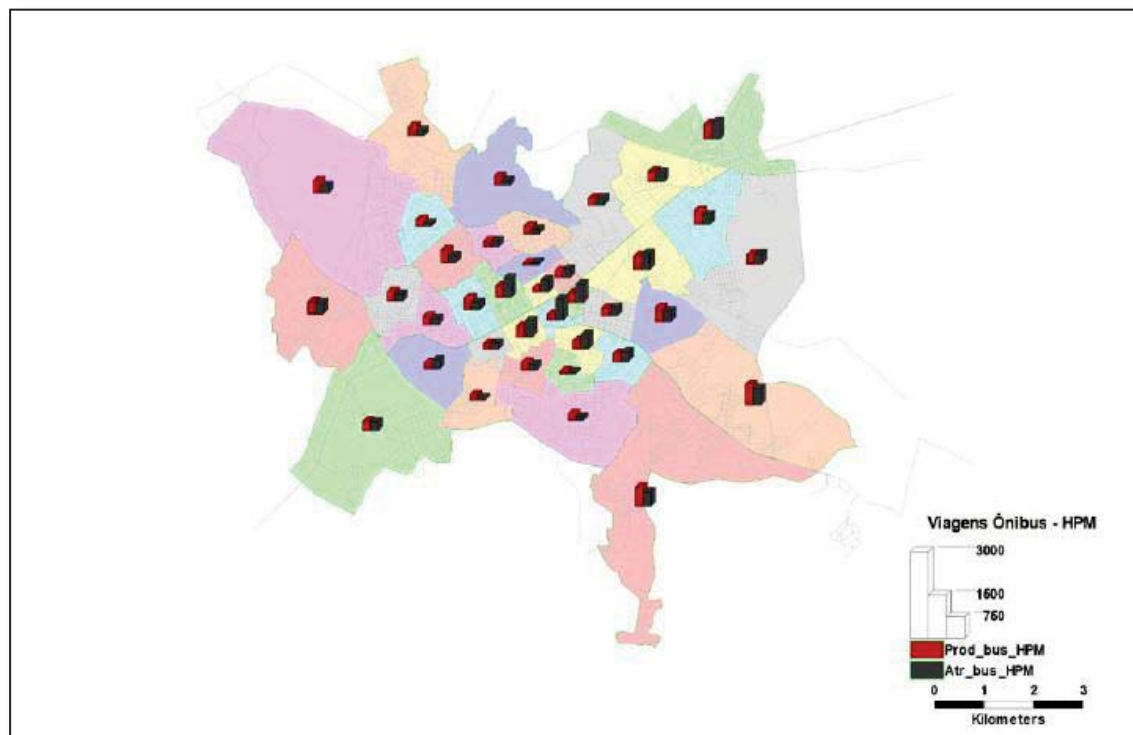
Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)



A demanda do transporte coletivo na cidade foi qualificada em duas condições durante os dois horários mais representativo do dia, produção e atração de viagens. A produção se refere ao número de viagens que começam seu percurso naquela zona, enquanto a atração de viagens é o número de viagens que têm como destino um determinado local em outra zona.

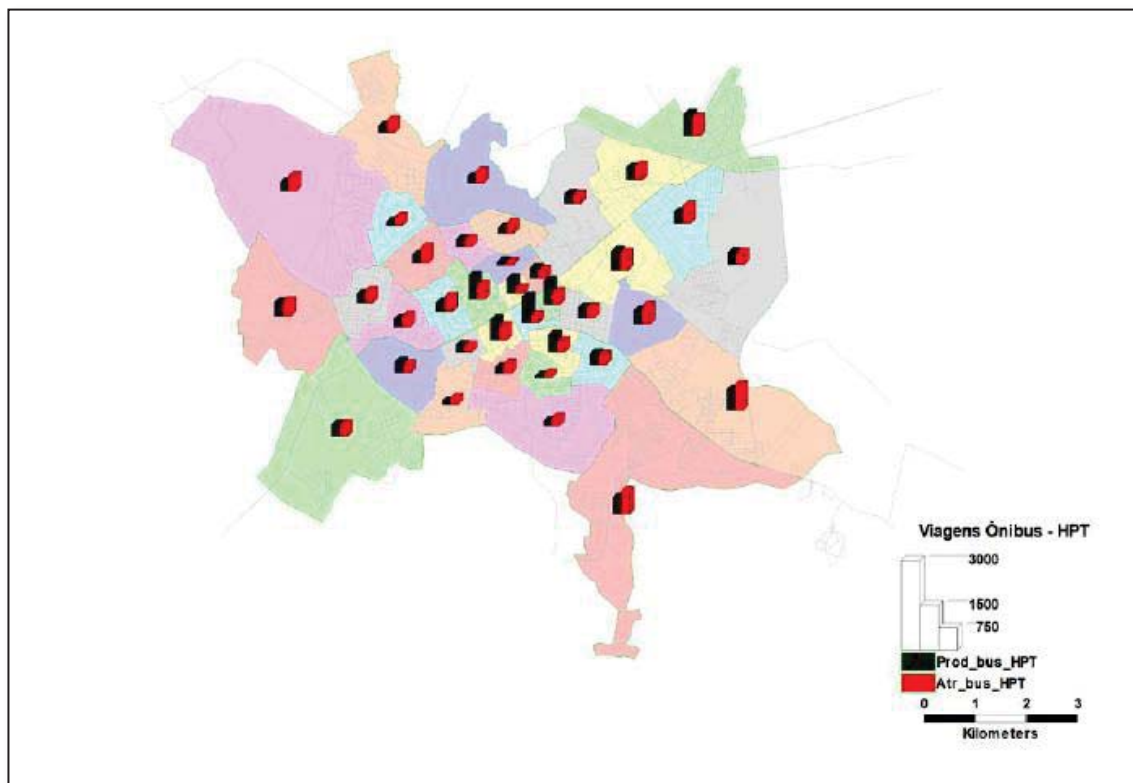
Para conhecer os principais destinos feitos com transporte público, foram reconhecidas as zonas com maior demanda no destino final do usuário de transporte público, segundo o plano de mobilidade, além dos serviços que estas zonas prestam. Segundo o plano de mobilidade (2014), os destinos principais do usuário no horário da manhã são as zonas onde se encontram os empregos e atividades educacionais. Enquanto o horário da tarde tem uma demanda maior para as zonas com alto uso residencial, como é mostrado nas figuras 15 e 16.

Figura 13. Zoneamento de tráfego adotado Hora pico manhã.



Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

Figura 14. Zoneamento de tráfego adotado Hora Pico Tarde.



Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

Os horários de manhã representam a maior demanda de transporte público, devido à dinâmica social que apresenta a cidade nesse período de tempo, no qual as pessoas se deslocam para seus trabalhos, centros educacionais, de saúde ou outros. Por isso, foi escolhido este horário, como o que apresenta os destinos de maior importância para a cidade, e com o levantamento de demanda feito pela prefeitura, se encontraram as zonas que representam as viagens superiores à média em Passo Fundo, como se apresenta na tabela 3 e a figura 17.

A numeração que se apresenta para as 37 zonas de Passo Fundo, não tem uma sequência numérica no Plano de Mobilidade da cidade, sendo que falam os números 6, 17, 19, 34, 37, 39, 41. Para este estudo se fara uma renumeração das zonas, mas as áreas seguiram correspondendo com o mapa do plano de mobilidade.

Tabela 3. Demanda de viagens em transporte público horário de manhã e tarde.

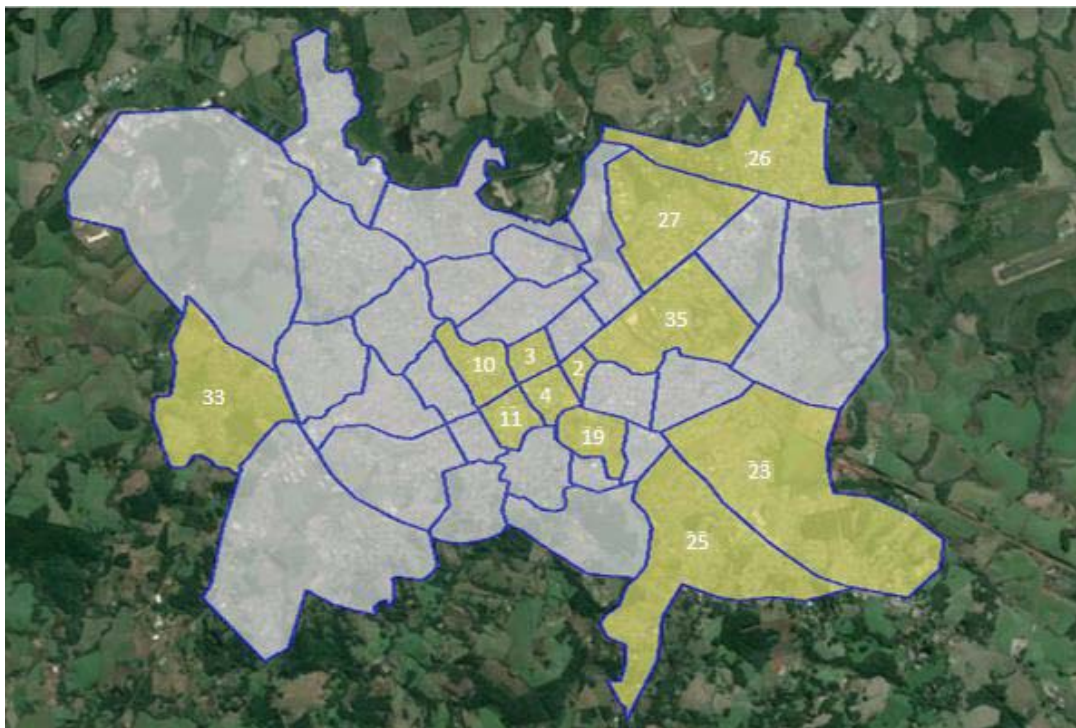
Zonas	Demanda M (vg)	Demanda T (vg)	Zonas	Demanda M (vg)	Demanda T (vg)
1	333	392	20	333	417
<b>2</b>	<b>1033</b>	<b>533</b>	21	283	433
<b>3</b>	<b>933</b>	<b>283</b>	22	400	758
<b>4</b>	<b>825</b>	<b>292</b>	<b>23</b>	<b>642</b>	<b>1025</b>
5	308	400	24	150	400
6	100	150	<b>25</b>	<b>575</b>	<b>1092</b>
7	183	400	<b>26</b>	<b>783</b>	<b>875</b>
8	233	375	<b>27</b>	<b>408</b>	<b>567</b>
9	250	617	28	308	700
<b>10</b>	<b>892</b>	<b>567</b>	29	400	533
<b>11</b>	<b>733</b>	<b>575</b>	30	250	508
12	258	617	31	267	475
13	200	258	33	242	592
14	342	383	<b>33</b>	<b>425</b>	<b>617</b>
15	133	333	34	400	525
16	275	433	<b>35</b>	<b>642</b>	<b>683</b>
17	183	425	36	150	408
18	92	250	37	275	575
<b>19</b>	<b>617</b>	<b>425</b>			
			<b>Média</b>	<b>402</b>	<b>511</b>

Vg= Viagens; As zonas com negrito fazem referência a uma demanda de viagens maior do que a média da cidade.

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

Segundo a quantificação de demanda registrada pela prefeitura no ano 2014, tem-se 12 zonas com valores de destino de viagem, acima da média global da cidade. Estas zonas estão ligadas à localização espacial dos locais que prestam maiores serviços para a comunidade, nos cinco âmbitos socioeconômicos mencionados anteriormente. No quadro 2, se caracterizou-se cada zona com os bairros e os locais ou serviços que atraem as viagens majoritariamente na cidade. Algumas informações foram extraídas da publicação feita por Ferretto (2012), onde se apresentam os polos comerciais, industriais e de saúde na cidade de Passo Fundo.

Figura 15. Zonas de destino com maior demanda.



Fonte: Próprio autor (2016)

Quadro 2. Âmbitos Socioeconômicos por cada Zona.

(continua)

Zonas	Setor/Bairro	Prédios representativos	Âmbitos Socioeconômicos atendidos
2	Centro	Escola Protásio Alves, Polo comercial, Cafés e Restaurantes	Educação, Comercial, Lazer
3	Centro	Hospital ProntoClínica, Hospital da Cidade, Colégio Marista Conceição, Colégio Garra, Polo comercial centro, Escola de Ensino Fundamental St. Patrick	Saúde, Educação, Comercial
4	Centro	Autoescola CFC, ITEPA, Faculdade João Paulo II, UNOPAR Virtual, Banco Itaú, Banco Bradesco, Caixa Econômica Federal, Banco BRDE, HSBC, Polo comercial centro, Shopping Bella Citta, polo de bares e cafés	Educação, Financeiro, Comercial, Lazer

Quadro 2. Âmbitos Socioeconômicos por cada Zona.

(continuação)

Zonas	Setor/Bairro	Prédios representativos	Âmbitos Socioeconômicos atendidos
10	Centro	Hospital São Vicente de Paulo, Escola Estadual Nicolau de Araújo Vergueiro, Escola Círculo Operário, Faculdade Federal da Fronteira Sul, Banco Santander, Polo comercial centro	Saúde, Educação, Financeiro, Comercial
13	Centro	Colégio Notre Dame, Polo Comercial centro	Educação, Comercial
19	Lucas Araújo	IMED, Igaí centro de eventos	Educação, Lazer
23	São Cristóvão Vila Mattos	Polo comercial São Cristóvão, Distrito Industrial	Comercial, Industrial
25	São Cristóvão Roselândia Planaltina	Polo comercial São Cristóvão, Distrito Industrial	Comercial, Industrial
26	São José	Universidade de Passo Fundo	Educação, Lazer
27	Petrópolis	Instituto Cardeal Arcoverde, Faculdade IDEAU, Polo comercial, Stok Center, Distrito Industrial, Cafés e Restaurantes	Educação, Comercial, Industrial, Lazer
33	Integração	Polo comercial Boqueirão, Distrito Industrial	Comercial, Industrial
35	Petrópolis São Luiz Gonzaga	Hospital Municipal, Colégio Bom Conselho, Polo comercial, Shopping e Supermercado Bourbon, cafés e restaurantes	Saúde, Educação, Comercial, Lazer

Fonte: Próprio autor (2016)

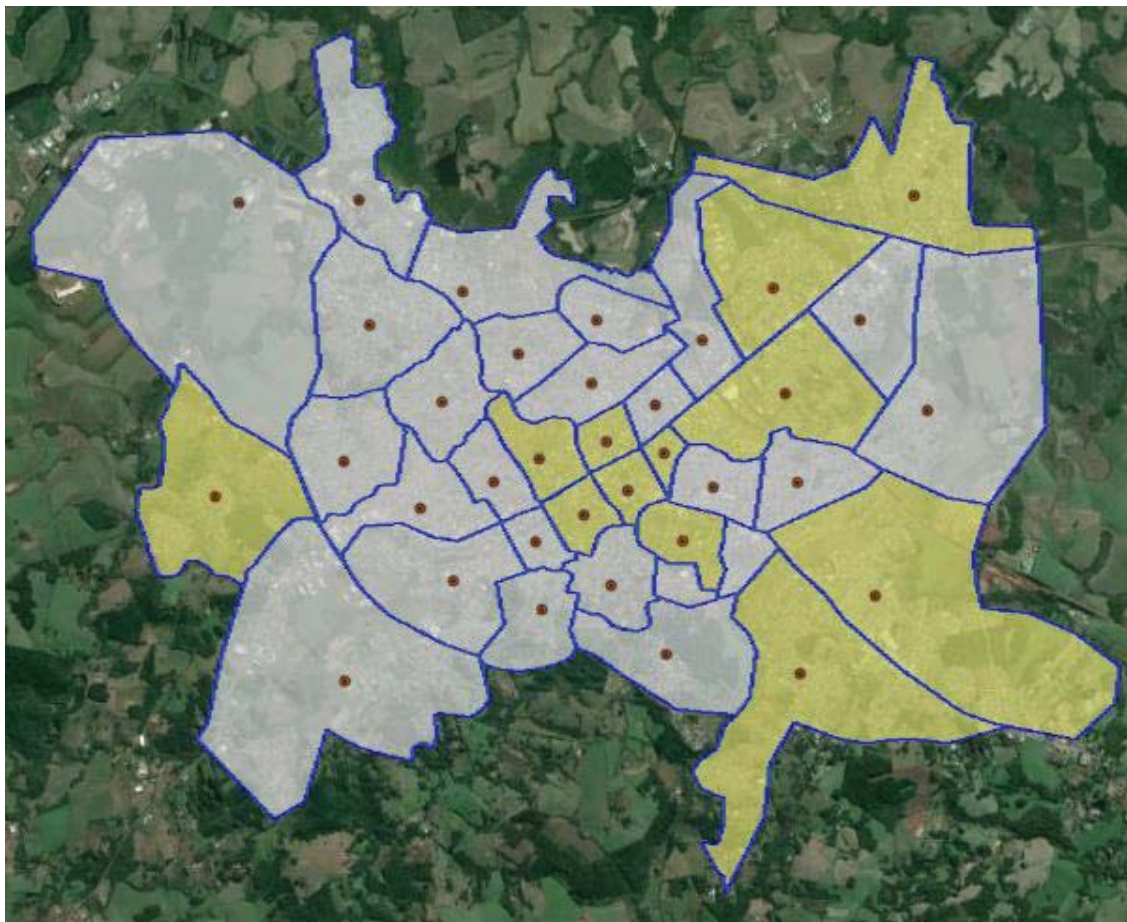
#### 4.2.2 Pontos iniciais de saída para qualquer viagem

Os pontos de saída para qualquer viagem são determinados pela localização de cada quarteirão. No entanto, para o estudo da acessibilidade por região, se agrupam todos aqueles pontos em um ponto central geometricamente. Esse ponto central representará o ponto de partida para as viagens desde esta região, para cada um dos pontos de serviço na cidade. Assim teremos 37 pontos de saída, já que a divisão da cidade segundo o plano de mobilidade da cidade de Passo Fundo contém 37 zonas como se apresentou na figura 13.



Para a localização do ponto central de cada zona, se fez o cálculo como um centro de massa, onde se tem dois tipos de massa na cidade. A primeira massa, representa a área construída com valor 1, e a segunda massa, áreas sem construção com valor 0. Este cálculo se realizou, para levar em conta apenas a área construída de cada zona, já que esta representa, onde há possíveis usuários de ônibus. Na figura 18, são apresentados os 37 pontos de partida da cidade, nas respectivas zonas do plano de mobilidade.

Figura 16. Pontos iniciais de saída por cada zona em Passo Fundo.



Fonte: Próprio autor (2016)

#### 4.2.3 Pontos de chegada para os serviços da cidade

Os pontos de chegada das viagens da população foram determinados com duas caracterizações obtidas anteriormente. A primeira é a preferência de viagem obtida do plano de mobilidade, e a segunda é a localização das infraestruturas para os serviços de educação,

econômicos, sociais e da saúde. Tais informações geraram um ponto de chegada nas zonas de alta demanda de viagens por ônibus, o qual é o centro geométrico entre as infraestruturas mais representativas, como se apresenta na figura 19.

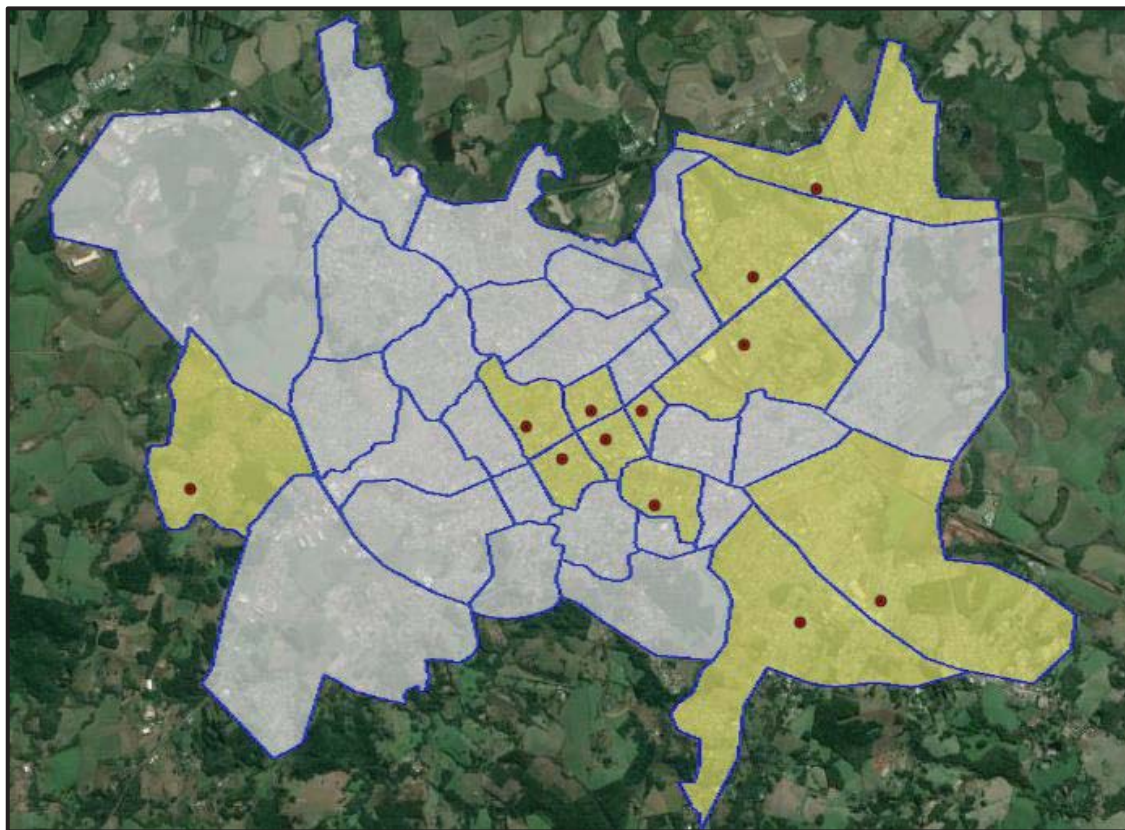
Figura 17. Exemplo de localização de ponto de chegada na zona 2.



Fonte: Próprio autor (2016)

Na cidade de Passo Fundo, foram identificados um total de 12 pontos principais de chegada. Sua localização como se apresentou anteriormente, é o centro geométrico entre os prédios de maior representatividade dentro das 12 zonas que segundo o plano de mobilidade, têm a maior demanda de viagens em ônibus. Os 12 pontos, serão a chegada final dos percursos supostos desde cada uma das 37 zonas da cidade. Na figura 20, são representados os pontos de chegada no mapa da cidade.

Figura 18. Pontos de chegada nas zonas de maior demanda.



Fonte: Próprio autor (2016)

#### 4.2.4 Frequência e velocidade média do transporte

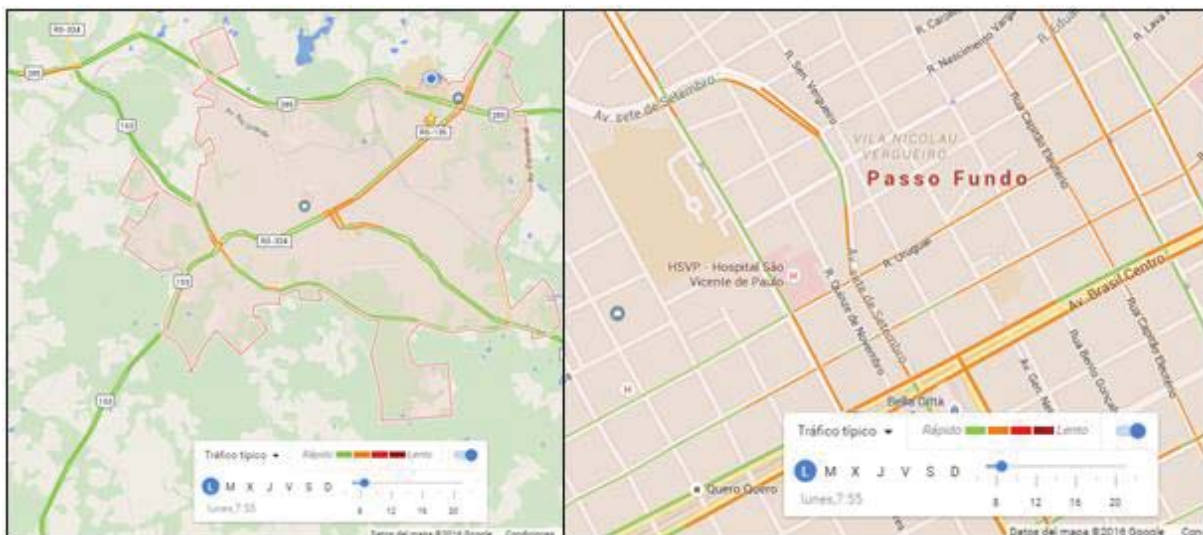
O valor de frequência das rotas foi obtido através do plano de mobilidade da cidade de Passo Fundo (2014), o qual identificou valores independentes para cada uma das rotas que trabalham na cidade, como é apresentado no Anexo 1. As informações da empresa Coleurb, verificadas com a própria empresa, o que representa uma maior confiabilidade dos dados para os cálculos próximos.

Para determinar a velocidade do transporte público, foram utilizados os valores de tráfego da cidade por meio da ferramenta, *serviço de tráfego de Google Maps*. Essa ferramenta é na atualidade, uma das ferramentas mais precisas para conhecer o tráfego típico de uma cidade ou o tráfego atual. Segundo o estudo realizado por Wu et al (2015), os sistemas de informações georreferenciadas com aplicativos celulares GPS ou de obtenção de informação instantânea,



representam tráfegos com cerca de 90% de assertividade. A ferramenta utiliza os valores de velocidade dos usuários de Google em tempo real, através dos aparelhos que têm seus aplicativos, e várias informações de antenas e satélites em quase todos os países. Esse valor de velocidade é comparado com os limites da velocidade que se têm em cada avenida na cidade. Se os valores são maiores do que 75% ou iguais à velocidade permitida na rua, no mapa se mostrará o percurso de cor verde, para velocidades menores de 75% laranja, menores de 50% vermelho e menores de 25% marrom. Na figura 21 se apresentam as condições de tráfego na cidade de Passo Fundo em horários da manhã, em dias úteis.

Figura 19. Tráfego típico em Passo Fundo



Fonte: Google Maps (2016)

#### 4.2.5 Distâncias de viagem

Todos os valores de distância são obtidos pelo software, fazendo a adequada localização das rotas e paradas de ônibus no mapa de Google Earth. Para cada um dos 37 possíveis pontos de saída na cidade, se relacionaram os 12 pontos de chegada, o que gerará um total de 444 viagens na cidade. As viagens deverão ter os mesmos percursos dos ônibus, começando e terminando nas paradas de ônibus mais próximas aos pontos de saída e chegada.

As viagens que não superam a distância máxima de percurso a pé, segundo a metodologia PTAL, foram avaliadas eventualmente, como percursos a pé desde o ponto de

saída até o de chegada. Essas viagens levaram em conta a caminhada, como um sistema de deslocamento na cidade.

### 4.3 Indicadores de acessibilidade

Tendo os quatro parâmetros iniciais de acessibilidade pelo software de georreferenciamento e as informações das empresas, a metodologia do sistema PTAL define os três indicadores de tempo de acesso ao serviço. Os indicadores de tempo podem ser definidos como três momentos indispensáveis em qualquer e cada um dos percursos de ônibus: tempo de caminhada até a parada, tempo médio de espera e tempo de serviço.

#### 4.3.1 Tempo de caminhada até a parada (TC)

Para determinar o Tempo de Caminhada (TC), desde um ponto inicial até a parada do transporte público, se deve saber que nem sempre o usuário opta por utilizar a parada que fica mais perto de sua origem. Por outro lado, os percursos na maior parte das vezes não serão na menor distância possível em retas perfeitas e em algumas ocasiões terão obstáculos na rua.

Devido às condições anteriormente nomeadas, o sistema PTAL criou alguns parâmetros que podem ser ajustados segundo as características próprias da cidade, apresentados na tabela 4. Eles determinam a distância máxima que pode ser percorrida por um usuário desde um ponto inicial até as possíveis paradas do transporte público por meio de um deslocamento a pé. Para este estudo, se mantiveram os parâmetros trabalhados pelo sistema original PTAL, na cidade de Londres, os quais foram determinados por meio de pesquisas estatísticas.

Tabela 4. Parâmetros do Modelo

Parâmetro	Unidade	Valor
Velocidade de deslocamento a pé.	Metros/minutos	80
Tempo máximo de deslocamento a pé	Minutos	8
Distância máxima de deslocamento a pé	Metros	640

Fonte: Adaptado de Transport for London (2015)

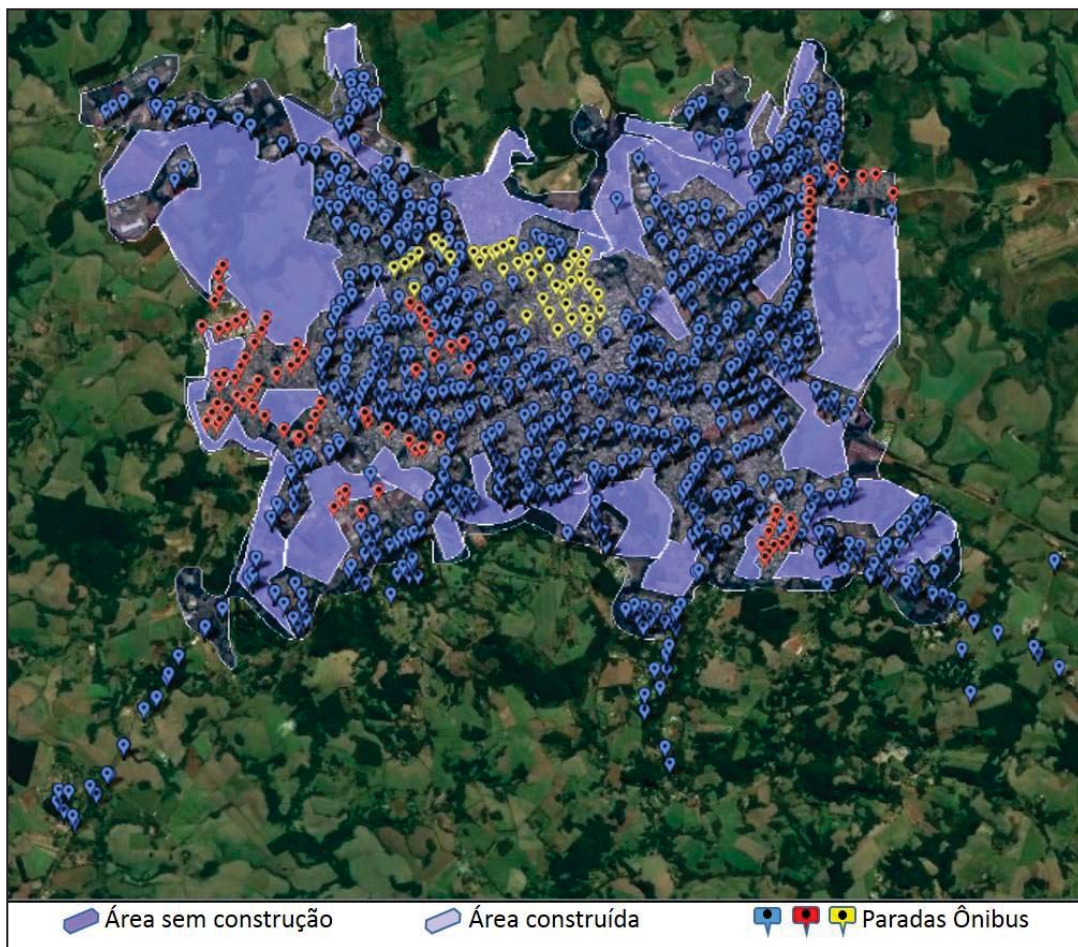
Além dos parâmetros apresentados na tabela anterior, para as distâncias percorridas a pé pelos usuários, foi implementado um fator de correção de distância que também foi utilizado pelo sistema original, no qual se assume que as pessoas não fazem percursos totalmente em linha reta e seus percursos têm um aumento médio de 20%.

O estudo de acessibilidade por região determina um valor médio das Distâncias Entre as Paradas (DEP) dos ônibus em cada uma das regiões, como o valor máximo de deslocamento

a pé em cada zona. Este valor leva em consideração o Número de Paradas (NP) e a área construída em cada região (A), como se mostra na equação 5. Para conseguir calcular a acessibilidade por regiões em uma cidade, esse valor não pode superar o valor de *distância máxima de deslocamento a pé*, mostrado na tabela 4, caso contrário, o método de acessibilidade que se deve utilizar é de pontos base.

$$DEP = \sqrt{2A/Np} \quad (5)$$

Figura 20. Áreas sem construção e paradas



Fonte: Próprio autor (2016)

O valor de distâncias entre paradas foi calculado em cada uma das 37 zonas de estudo, tabela 5. Para conhecer as áreas não construídas na cidade, foram utilizadas as imagens de satélite do software Google Earth com data de 28 de novembro do 2015, como se apresenta na figura 22.

Tabela 5. Distância entre paradas por cada zona

Zonas	Área Total (m <sup>2</sup> )	Área não construída (m <sup>2</sup> )	Nº de Paradas	DEP (m)	Zonas	Área Total	Área não construída (m <sup>2</sup> )	Nº de Paradas	DEP (m)
1	429734	N.D	7	350,40	20	382152	N.D	17	212,04
2	216293	N.D	3	379,73	21	741163	N.D	29	226,09
3	386500	N.D	10	278,03	22	1042474	N.D	33	251,36
4	443784	N.D	14	251,79	23	6008124	2125558	72	338,40
5	1369885	841282	5	459,83	24	1926857	1257162	28	218,71
6	1088658	N.D	23	307,68	25	4350446	1121862	92	264,93
7	773337	185879	11	336,82	26	3137219	776035	62	275,98
8	920714	N.D	29	251,99	27	2460555	805022	39	291,37
9	1194103	N.D	48	223,06	28	1497196	271524	60	202,13
10	776926	N.D	26	244,47	29	4630317	2917936	53	254,20
11	504108	N.D	20	224,52	30	2120519	1431570	28	221,83
12	671960	N.D	25	231,86	31	2033629	582442	43	259,80
13	387550	N.D	10	278,41	33	8291788	6024965	33	370,65
14	2119876	336800	48	272,57	33	2989974	1052637	39	315,20
15	1010818	403914	24	224,89	34	6193841	2380150	71	337,76
16	1209839	N.D	56	207,87	35	2422913	241473	61	267,44
17	916604	80145	28	244,43	36	2203192	N.D	63	264,47
18	271660	N.D	10	233,09	37	1497810	N.D	36	288,46
19	708781	N.D	18	280,63					
<b>Total</b>						69331299	22836356	1155	283,74

DEP: Distância entre Paradas – N.D: Não Disponível

Fonte: Próprio Autor (2016)

Com a obtenção do espaço médio entre cada uma das paradas (DEP), determina-se o percurso médio que um usuário de transporte público pode gastar dependendo de sua localização na cidade, sendo este percurso, a metade do espaçamento entre as paradas.

Com o conhecimento da quantidade de paradas por zonas, é possível determinar a densidade de paradas de ônibus. Na atualidade, a cidade de maneira global, tem uma distância entre paradas de 283,74 metros. As zonas com distâncias menores são a 18 e 31, com valores de 207,09 metros e 202,13 metros respectivamente, enquanto, as zonas com maiores distâncias são as 2 e 5, com valores de 379,73 e 459,83 metros respectivamente. Na figura 23, se fez uma representação gráfica da densidade de paradas segundo a zona na cidade.

O espaçamento para as paradas de ônibus nos países da Europa, segundo Translink (2005) nas diretrizes contidas no *Bus Stop Design Guide*, por conforto do usuário e eficiência para a empresa de ônibus, deve ser 400 metros. Por outro lado, Walker (2010) apresenta as diferenças que se tem segundo as culturas e características urbanísticas das cidades, para definir

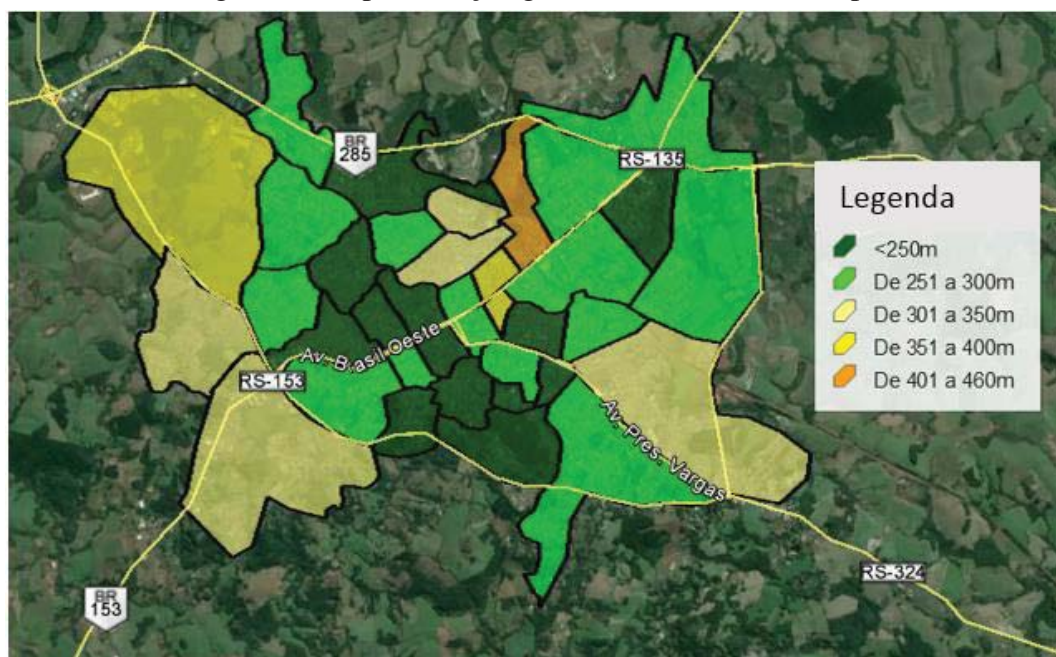


um espaçamento das paradas. Enquanto nas cidades dos Estados Unidos, por falta de estudos e para cumprir com as exigências da população, chegaram a ter paradas de ônibus cada 100 metros, na Europa se tem espaçamento de no mínimo 350 metros como política local.

Pelo resultado obtido, a cidade de Passo Fundo conta com uma quantidade de paradas acima dos parâmetros que se propõe na Europa. Enquanto se gera um alto conforto nos usuários na hora de acessar ao ônibus, a velocidade das frotas se vê reduzida, além do maior custo que se gera para as empresas de transporte.

Utilizando a equação 5 e conhecendo a área construída da cidade, foi calculado o número de paradas que deveria ter Passo Fundo segundo as referências europeias de 400 metros entre cada uma das paradas. Dando como resultado 571 paradas, o que seria quase a metade do número de paradas atuais na cidade. Considerando-se, que a Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014), contempla uma futura melhoria dos equipamentos para o transporte público, deve começar por fazer uma reorganização das paradas, para tornar mais eficiente o sistema.

Figura 21. Representação gráfica da distância entre paradas.



Fonte: Próprio Autor (2016)

Os valores finais de tempo de percurso a pé pelos usuários em cada uma das zonas são representados na tabela 6. Eles consideraram os fatores de correção nomeados na metodologia, as distâncias DEP e a velocidade média das pessoas ao caminhar.

Tabela 6. Tempo de percurso em cada zona.

<b>Zonas</b>	Distância de percurso (metros)	Tempo de percurso (minutos)	<b>Zonas</b>	Distância de percurso (metros)	Tempo de percurso (minutos)
<b>1</b>	175,20	2,63	<b>20</b>	106,02	1,59
<b>2</b>	189,87	2,85	<b>21</b>	113,04	1,70
<b>3</b>	139,01	2,09	<b>22</b>	125,68	1,89
<b>4</b>	125,89	1,89	<b>23</b>	164,20	2,46
<b>5</b>	229,91	3,45	<b>24</b>	109,36	1,64
<b>6</b>	153,84	2,31	<b>25</b>	133,46	1,99
<b>7</b>	163,41	2,45	<b>26</b>	137,99	2,07
<b>8</b>	125,99	1,89	<b>27</b>	145,69	2,19
<b>9</b>	111,53	1,67	<b>28</b>	101,06	1,52
<b>10</b>	122,23	1,83	<b>29</b>	127,10	1,91
<b>11</b>	112,26	1,68	<b>30</b>	110,92	1,66
<b>12</b>	115,93	1,74	<b>31</b>	129,90	1,95
<b>13</b>	139,20	2,09	<b>33</b>	185,33	2,78
<b>14</b>	136,29	2,04	<b>33</b>	157,60	2,36
<b>15</b>	112,44	1,69	<b>34</b>	163,88	2,46
<b>16</b>	103,93	1,56	<b>35</b>	133,72	2,01
<b>17</b>	122,22	1,83	<b>36</b>	133,23	1,98
<b>18</b>	116,55	1,75	<b>37</b>	144,23	2,16
<b>19</b>	140,33	2,10			

Fonte: Próprio Autor (2016)

#### 4.3.2 Tempo médio de espera (TME)

A determinação do tempo médio de espera (TME) está diretamente relacionado com a frequência do serviço no ponto de embarque. A metodologia PTAL leva em conta além da frequência, outros fatores como a confiabilidade que se pode ter no serviço, que para cada um dos diferentes sistemas de transporte público é diferente. A equação (6) apresenta o cálculo segundo a metodologia PTAL.

$$TME = TPE + FC \quad (6)$$

Onde:

TME: Tempo médio de espera

TPE: Tempo programado de espera

FC: Fator de confiabilidade.

O tempo programado de espera (TPE) representa os valores do serviço de transporte calculado sem nenhum contratempo ou imprevisto no sistema que possa fazer uma variação no sistema, enquanto que o valor de fator de confiabilidade (FC), considera os possíveis imprevistos e segundo o tipo de transporte público, tem uma quantidade de minutos de tempo a mais. No caso do transporte público em ônibus, se deve somar dois minutos ao tempo de espera programado.

Para os casos onde a distância entre o ponto inicial de saída e o de chegada é menor que 640 metros, foi considerado um TME de 0, já que não há necessidade de se ter um transporte motorizado para chegar ao destino. O valor de 640 metros, foi determinado na metodologia PTAL, como a distância máxima que as pessoas estão dispostas a caminhar sem utilizar um ônibus ou qualquer outro tipo de transporte motorizado.

A equação para determinar o tempo programado de espera (TPE), foi apresentada na metodologia como equação (1), e os resultados de cada uma das 433 viagens possíveis se apresenta como o apêndice A, folha de cálculo do Tempo Médio de Espera para a cidade de Passo Fundo.

#### **4.3.3 Cálculo da acessibilidade do transporte público.**

O cálculo da acessibilidade pela metodologia PTAL, compreende a soma de duas variáveis em termos de tempo, que têm todas as viagens no sistema público de transporte, chamada de tempo total de acesso (TTA). O primeiro é o tempo que gasta o usuário desde sua posição até o ponto de abordagem, tempo de caminhada (TC) e o segundo é a frequência com que o serviço atende ao usuário, tempo médio de espera (TME).

$$TTA = TC + TME \quad (2)$$

O tempo total de acesso gera a Frequência Equivalente de Umbral (FEU), que consegue comparar os benefícios oferecidos por cada percurso em diferentes distâncias. A FEU refere-se assim ao tempo de acesso relativo, como um tempo médio conceitual esperado para cada ponto escolhido.

$$FEU = \frac{30}{TTA} \quad (3)$$

Com a frequência equivalente de umbral considera logo uma ponderação, que atribui um peso de 1 à rota com maior frequência e 0,5 para todas as rotas restantes. Desta forma, a Umbral de Frequência Equivalente (UFE) pela ponderação correspondente, gerará o valor de acessibilidade para esse ponto ( $A_p$ ).

$$A_p = FEU_{max} + 0,5 \sum (FEU_1 + FEU_2 + FEU_3 + \dots + FEU_n) \quad (4)$$

O cálculo dos 37 setores foi realizado por meio de uma planilha de Excel, com todas as possíveis viagens que poderia ter uma pessoa na cidade desde sua localização. Os valores encontrados estiveram entre a faixa de 5,01 e 28,03 nos níveis de acessibilidade, segundo a metodologia PTAL, como mostra o quadro 3.

Quadro 3. Níveis de acessibilidade em cada setor de Passo Fundo.

Setor	IA	Cor	Setor	IA	Cor
1	17,73	Amarelo	20	15,75	Amarelo
2	20,97	Laranja	21	15,82	Amarelo
3	26,04	Vermelho	22	16,45	Amarelo
4	28,03	Vermelho	23	13,37	Verde
5	12,09	Verde	24	11,58	Verde
6	10,65	Verde	25	13,53	Verde
7	5,01	Azul	26	16,61	Amarelo
8	13,72	Verde	27	15,27	Amarelo
9	15,56	Amarelo	28	14,10	Verde
10	20,65	Laranja	29	11,25	Verde
11	21,72	Laranja	30	11,69	Verde
12	23,76	Laranja	31	11,20	Verde
13	15,29	Amarelo	33	6,21	Azul
14	13,95	Verde	33	12,61	Verde
15	11,43	Verde	34	8,73	Azul
16	16,18	Amarelo	35	16,15	Amarelo
17	14,16	Verde	36	14,15	Verde
18	12,03	Verde	37	15,60	Amarelo
19	16,73	Amarelo	<b>Media</b>	15,02	Amarelo

Nível PTAL	Cor
Pobre	Azul
Moderado	Verde
Bom	Amarelo
Muito Bom	Laranja
Ótimo	Vermelho

Fonte: Próprio Autor (2016)

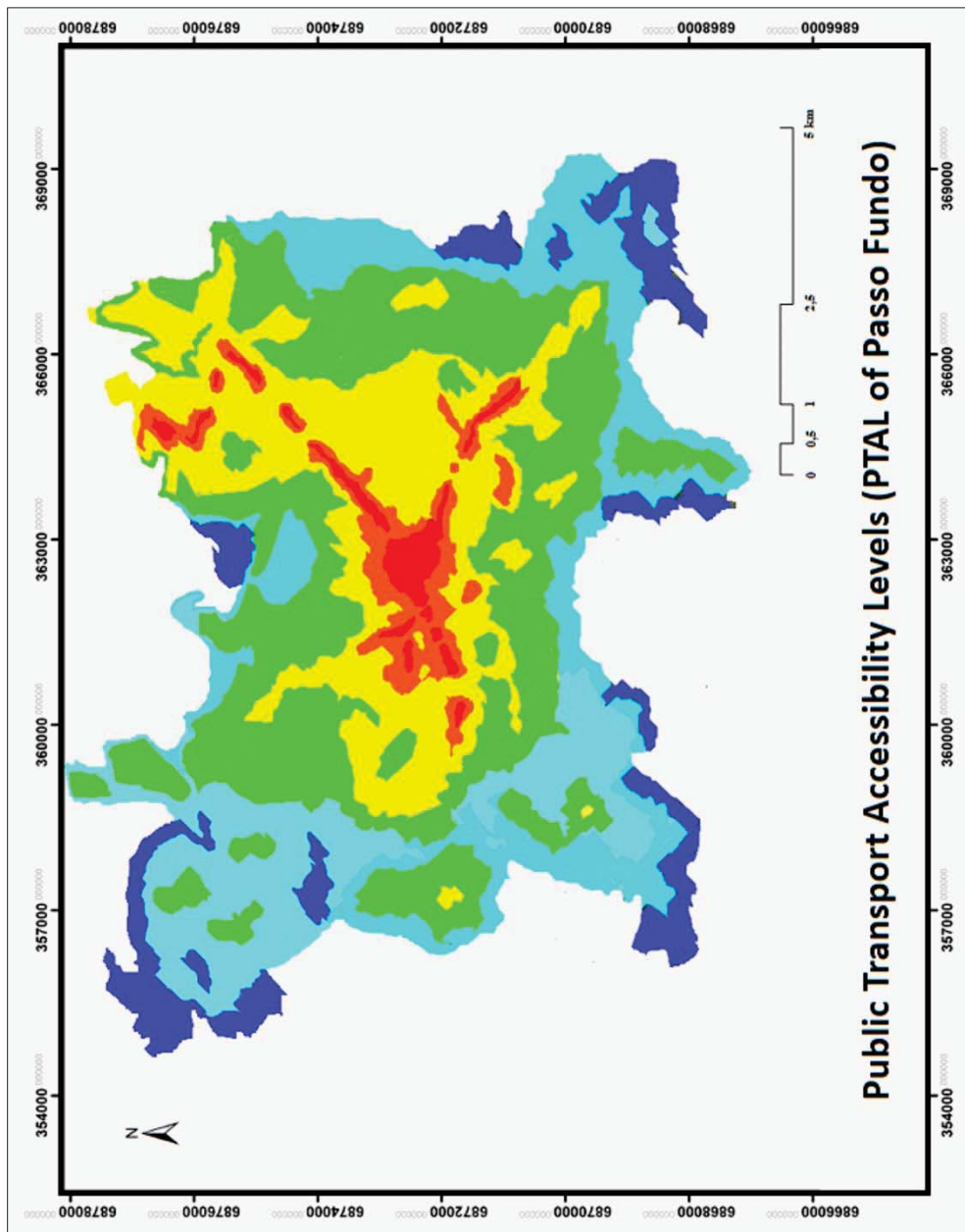


#### **4.3.4 Mapeamento e análise da acessibilidade pela metodologia PTAL.**

Para realizar o mapeamento, foi utilizado o software ArcGis com os dados calculados da acessibilidade por setores. O ArcGis digitalizou a interpolação dos valores tendo em conta o território, por meio do módulo de função *natural neighbor* da análise espacial de ArcGIS 10.3. A figura 24 mostra o nível de acessibilidade ao transporte público, através da utilização da metodologia PTAL.

O mapa de acessibilidade mostra uma variação nos valores do acesso ao transporte público, no qual o centro da cidade apresenta as melhores cifras da cidade, com uma valoração de excelente, e nas periferias da cidade cai para valores de pobre ou muito pobre. A tendência a ser um sistema centralista é normal, considerando a comparação com o resto das cidades onde o PTAL foi aplicado anteriormente.

Figura 22. Acessibilidade ao transporte público em Passo Fundo.



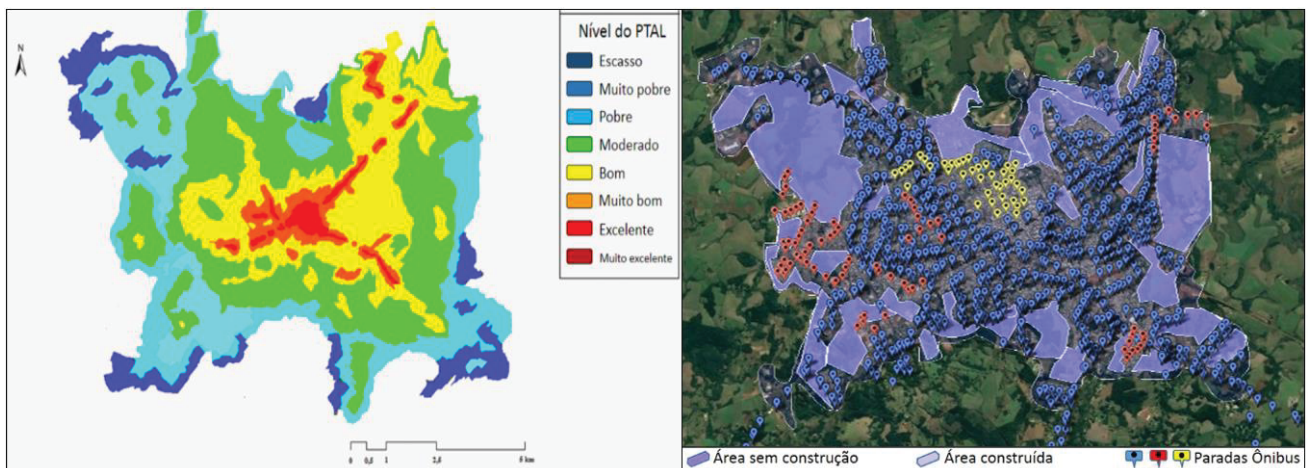
Fonte: Próprio Autor (2016)

Para fazer a análise do mapa PTAL de acessibilidade ao transporte público é preciso conhecer vários fatores próprios da cidade, como as zonas construídas e não construídas, densidade das paradas dos ônibus, localização dos serviços principais (Hospitais, centros de estudo, centros comerciais, centros produtivos, entre outros), e renda média por setores ou bairros da cidade. A partir destas informações, é possível conhecer o verdadeiro atendimento do sistema de transporte público na cidade.

a) Zonas vazias ou construídas de Passo Fundo.

A primeira análise que se apresentará neste trabalho da correlação entre a acessibilidade e as características urbanísticas e sociais da cidade, refere-se ao espaço construído na cidade, sendo de importância conhecer a localização da população dentro do território como se apresenta na figura 25.

Figura 23. Acessibilidade ao transporte público versus zonas vazias.



Fonte: Próprio Autor (2016)

Passo Fundo concentra sua população em maior quantidade no centro da cidade, enquanto suas periferias no noroeste, sudoeste e leste, apresentam zonas sem construir. Essas zonas sem construir, também apresentam os valores mais baixos dentro da avaliação da acessibilidade, como se observa na figura 25.

Assim, pode-se considerar que a população de Passo Fundo tem um acesso ao transporte público entre moderado e excelente quase na sua totalidade especialmente nas regiões mais ocupadas. No entanto, as zonas periféricas da cidade onde tem áreas vazias ou pequenos assentamentos ainda não muito bem conformados, o acesso é pobre ou muito pobre.

Para conhecer a distribuição porcentual da acessibilidade no território de Passo Fundo, foram quantificados o número de setores em cada um dos níveis calculados, e a área construída que eles compreendem, como mostram a tabela 7 e a figura 26. No entanto, os valores da área com um certo nível de acessibilidade, não conseguem ser diretamente proporcionais ao número de pessoas, já que nem todos os setores de Passo Fundo apresentam a mesma densidade populacional.

Tabela 7. Distribuição dos níveis da acessibilidade ao transporte público por setores e área na cidade de Passo Fundo.

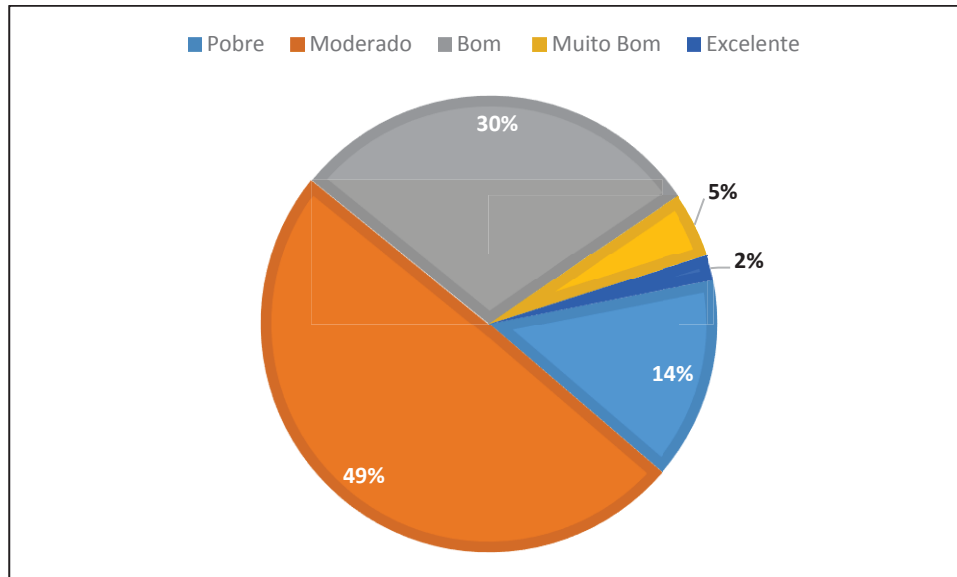
Níveis ATP	N de Setores	Área (m <sup>2</sup> )
Pobre	3	6.667.972,00
Moderado	16	23.035.637,00
Bom	12	13.791.763,00
Muito Bom	4	2.169.287,00
Excelente	2	830.284,00

Fonte: Próprio Autor (2016)

Segundo a tabela apresentada anteriormente, dos 37 setores em que foi dividido Passo Fundo no seu plano de mobilidade, 28 setores se encontram entre os níveis de *bom* e *moderado*, enquanto os 9 restantes, estão com níveis de *pobre*, *muito bom* e *excelente*. Essa distribuição, indica que aproximadamente 75% dos bairros ou setores de Passo Fundo se encontram entre os valores de acessibilidade ao transporte público *moderado* e *bom* segundo a metodologia PTAL.

Por outro lado, levando em conta que os setores em que foi dividida a cidade pelo plano de mobilidade não têm uma divisão homogênea no território, também se considerou a distribuição dos níveis diretamente com a área construída da cidade. Assim, foi determinado que quase 80% das edificações tem acesso ao transporte público entre *bom* e *moderado*, enquanto 14% estão com valores de acesso *pobre*, 5% de *muito bom* e só 2% *excelente*.

Figura 24. Distribuição da área construída pelo nível de acesso ao transporte público.



Fonte: Próprio Autor (2016)

As porcentagens das áreas construídas certamente podem-se considerar como edificações ou moradias dentro da análise, no entanto, esses valores não podem ser diretamente correlacionados como o valor da população que tem acesso ao transporte público, já que as densidades da população são diferentes em cada uns dos setores da cidade.

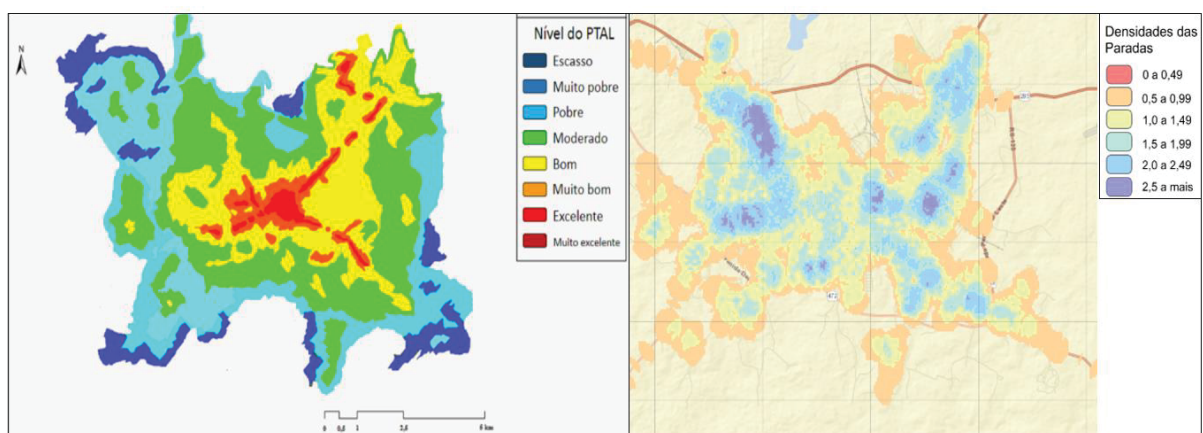
b) Densidade das paradas dos ônibus.

Uma parte do valor da acessibilidade é diretamente relacionada com a quantidade das paradas que se tem nas cidades, além de seu espaçamento, que definem quanto tempo deverá gastar uma pessoa em chegar no serviço público de transporte. É por isso, que conhecer a densidade das paradas na cidade, foi preciso para avaliar, o quanto elas interferem no valor final do acesso ao transporte público.

Para fazer o cálculo da densidade das paradas foi utilizado o software ArgGis com sua ferramenta de análise da densidade. A densidade que se estabeleceu como unitária, foram de duas paradas na área de um raio de 200 metros, como é sugerido pela Translink (2005), na guia europeia para desenho das paradas de ônibus, *Bus Stop Design Guide*.

O mapa de densidade das paradas apresentado no apêndice B, demonstrou que a cidade conta com uma quantidade de paradas superior aos parâmetros internacionais na maioria de seu território. Esses valores em termos de acessibilidade são demasiados bons. Porém, esta quantidade elevada de paradas resulta na redução da velocidade do serviço, e afeta na economia das empresas na manutenção e troca de pneus dos ônibus.

Figura 25. Acessibilidade ao transporte público versus densidade das paradas.



Fonte: Próprio Autor (2016)

Fazendo uma comparação dos mapas apresentados na figura 27, de acessibilidade ao transporte público em comparativo com o mapa de densidade das paradas dos ônibus, se pode observar que neste caso o nível de densidade não reflete diretamente no nível da acessibilidade ao transporte público. Por exemplo, as zonas com maiores densidades de paradas de ônibus, não são sempre as regiões com maior acesso na cidade, devido as baixas frequências nesses locais.

Atualmente a cidade apresenta uma quantidade ampla de paradas de ônibus que atendem todo seu território e não apresenta grandes regiões com carência desse mobiliário urbano, excetuando uma pequena faixa no setor oeste da cidade nos bairros Integração e Santa Marta, que também é uma das regiões mais novas e em crescimento da cidade.

Isto poderia demonstrar, que em Passo Fundo os níveis de acesso ao transporte público, estão mais vinculadas às frequências do serviço e não à carência de mobiliário público. Lembrando que a acessibilidade ao transporte público, é a avaliação do tempo que um usuário gasta chegando até uma parada do serviço público, mais o tempo que esse serviço demora em chegar.



c) Localização dos serviços

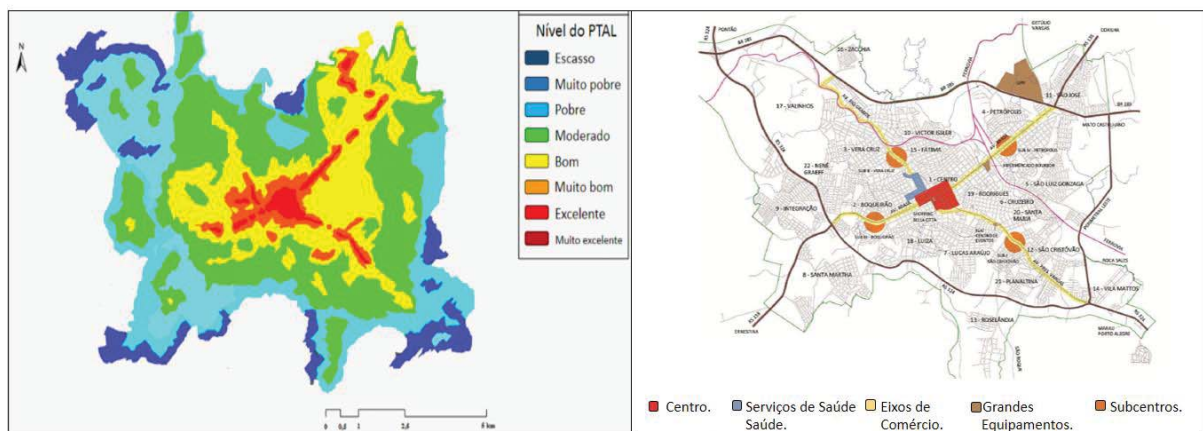
Segundo a Organização da Saúde (2014), uma das metas que todos os governos deveriam atingir para os próximos anos, é conseguir prestar serviços de transporte público de maneira mais democrática e eficiente nas cidades, implementando maior infraestrutura para os sistemas públicos em massa, que diminuam a poluição do ar e o gasto de recursos naturais não renováveis.

Além disso, pesquisadores como Sanchez (2004), conseguiram demonstrar a relação que tem o acesso ao transporte público com a força de trabalho das cidades. Os estudos em diferentes cidades e épocas diferentes em cada uma delas, demonstrou que a população que é mais afetada pelo sistema de transporte, são as pessoas com menores recursos, perdendo diariamente tempo e oportunidades frente ao resto da população.

Por outro lado, autores como Joyce e Dunn (2009), apresentam que o serviço de transporte público, é o serviço fundamental que ajuda a adquirir o resto dos serviços como saúde, educação, lazer entre outro. Por isso, a cidade deve procurar ter um transporte público eficiente, principalmente nos locais onde estes serviços são prestados.

Para conseguir fazer uma avaliação da acessibilidade ao transporte público, nos locais onde se tem os principais serviços da cidade, utilizou-se o mapa de centralidade feito pelo Ferreto (2012). No mapa se apresenta a localização das regiões com o atendimento mais representativo no setor da saúde, educativo, os grandes equipamentos, além dos eixos do comercio da cidade.

Figura 26. Acessibilidade ao transporte público versus serviços da cidade.



Fonte: Esquerda, Próprio Autor (2016); direita, Ferreto (2012).



Na cidade de Passo Fundo, onde se encontram localizados os serviços da cidade como saúde, educação, comércio e lazer, se tem os maiores níveis de acesso ao transporte público como se apresenta na figura 28. O resultado gera um alto nível de acesso aos serviços da cidade, determinando que os moradores de Passo Fundo, quase na sua totalidade, poderão aceder a um sistema de transporte público, desde qualquer local até estes serviços, em tempos menores que 30 minutos segundo o cálculo da metodologia PTAL.

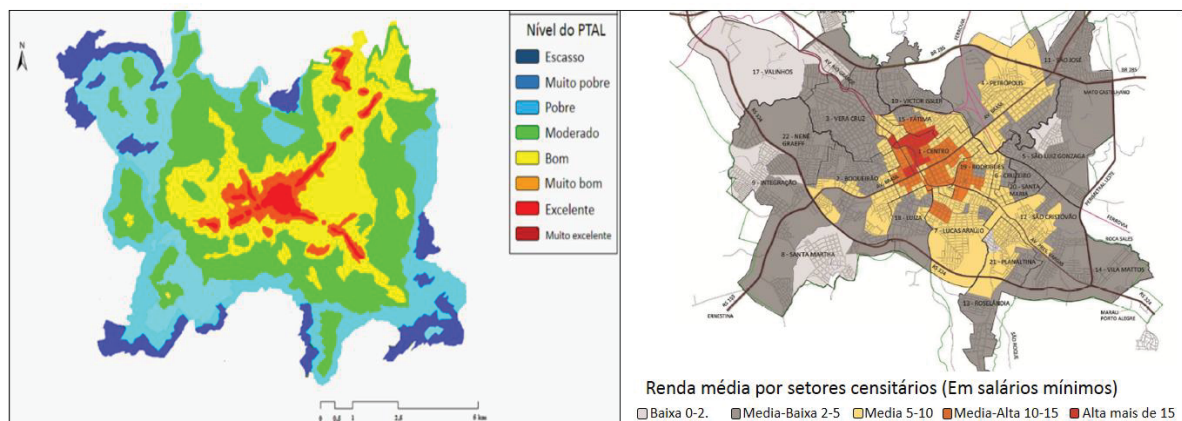
Deste modo, a cidade apresenta uma organização da sua infraestrutura de transporte público adequada, em relação com seus principais equipamentos de serviços públicos. Isso representa, que as rotas das linhas de ônibus atuais, estão atendendo as necessidades mais importante dos cidadãos de Passo Fundo.

#### d) Renda média

A última análise de tipo regional a ser avaliada frente à acessibilidade foi a renda média da população, como se mostra na figura 29, dados levantados pelo Ferreto (2012) na sua caracterização da cidade de Passo Fundo. Este fator apresenta a visão social do acesso ao transporte público, onde se avaliam as oportunidades que deixa de ter alguma parte da sociedade segundo seu local de moradia.

Segundo a pesquisa de Joyce e Dunn (2009), onde mais alto é o nível de acesso ao transporte público, maiores são as oportunidades de acesso aos serviços da cidade, onde os setores com menores recursos econômicos deveriam ter um ótimo serviço público de transporte. No entanto, eles consideram que características como tempo e distância de viagem, que são diferentes segundo o porte da cidade, têm também uma alta importância nesta avaliação.

Figura 27. Acessibilidade ao transporte público versus renda da cidade.



Fonte: Esquerda, Próprio Autor (2016); direita, Ferreto (2012).

A renda média na cidade de Passo Fundo, tem os maiores valores nos bairros do centro da cidade, e conforme se separa dessa localização, baixam até valores de renda média e média-baixa, na maior parte da cidade. Os setores que apresentam os valores de renda mais baixa na cidade, são as vilas novas na periferia oeste da cidade, e uma ocupação urbana no bairro São Luiz Gonzaga.

Devido ao fato de que as pessoas de níveis de rendas maiores se agrupam no centro da cidade, onde se tem os principais serviços, eles têm na atualidade o melhor acesso ao transporte público. Os setores com rendas médias e médio-baixa, conta com níveis de acessibilidade ao transporte público entre bom e moderado, o que representa uma grande parte da população de Passo Fundo.

Enquanto os setores de menor renda estão divididos em dois grupos, o primeiro são os que se localizam dentro de bairros já consolidados, como o caso da ocupação no bairro São Luiz Gonzaga, e os segundos, são as novas vilas que se começaram a formar na periferia oeste da cidade. O primeiro grupo tem um acesso ao transporte entre moderado e bom, e o segundo, tem um acesso pobre nas vilas do sudoeste e noroeste da cidade.

Pelo anterior, considera-se que o nível de acesso ao transporte público, não depende diretamente dos níveis de renda da população, e sim, do tempo de consolidação ou tradição que tem um bairro dentro da cidade. Ainda, esses locais na atualidade são mais afetados pela frequência do serviço que chega até seus setores, do que pela infraestrutura de mobiliário urbano como são as paradas de ônibus.

e) Comparação do PTAL Passo Fundo frente a outras análises PTAL.

Como foi descrito no item 2.4.1, a metodologia PTAL é hoje umas das avaliações mais implementadas para a análise do acesso ao transporte público, não obstante, as referências apresentarem cidades da União Europeia na sua grande maioria. O Brasil como quase toda a América Latina, não apresenta referências de avaliações de sua acessibilidade ao transporte público na atualidade. As primeiras referências que se começaram a ter na região, são por parte do Chile em algumas de suas cidades desde o ano 2015.

A análise anterior é importante para encontrar referências de comparação adequadas, segundo o relatório da Comissão Europeia, “Medição do acesso ao transporte público nas cidades Europeias” apresentado por Poelman e Dijkstra (2015), a comparação dos níveis de acessibilidade entre cidade, só se podem considerar quando as cidades contam com três aspectos

em comum, área geográfica, número de habitantes e desenvolvimento da cidade com sua infraestrutura.

Assim, para conseguir fazer uma comparação do PTAL de Passo Fundo com o PTAL de outras cidades, é necessário que essas cidades tenham aproximadamente, 200.000 habitantes, uma área urbana de 459,4 km<sup>2</sup>, uma infraestrutura de transporte público baseada só frotas de ônibus e preferivelmente na região de América Latina.

Por consequência, as referências atuais não permitem uma comparação com cidades do mesmo porte, uma vez que as cidades onde foi replicado o PTAL na América Latina até agora são Concepción, Valparaiso e Santiago de Chile no Chile, cidades capitais com áreas e populações mais numerosas, além de sistemas de transporte público multimodais, com metrô, BRT e frota de ônibus (PARRA, 2016).

#### **4.4 Recomendações e diretrizes para a infraestrutura atual e futura da cidade.**

Com o trabalho realizado, foi possível aplicar uma metodologia de avaliação do acesso ao transporte público na cidade de Passo Fundo. Além disso, a análise da metodologia implementada permitiu, com outras informações tanto físicas, como sociais, entender os aspectos positivos da infraestrutura do transporte público e algumas de suas deficiências.

Neste item, se busca expor algumas recomendações ou diretrizes, para a melhoria da infraestrutura do sistema público de transporte na cidade de Passo Fundo, considerando a análise de acessibilidade ao transporte público PTAL já desenvolvido, e as propostas feitas pelo Plano de Mobilidade para esta infraestrutura, no ano 2014

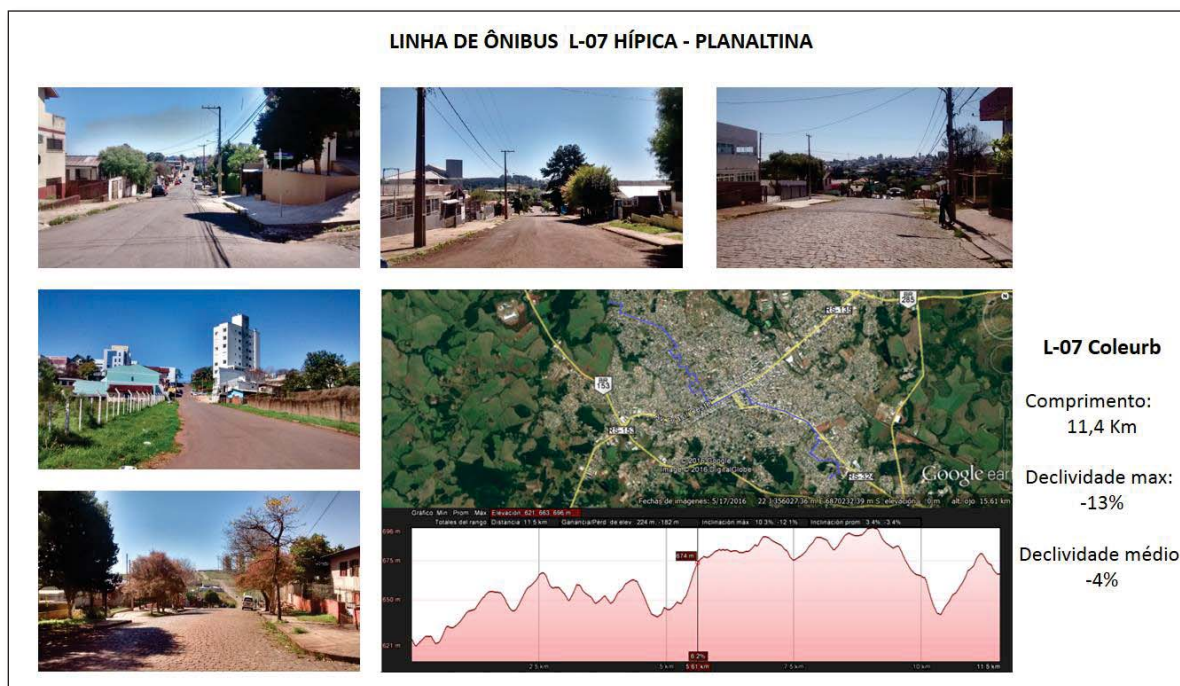
- a) Revisar densidade dos pontos de embarque e desembarque (paradas).

Como foi determinado no item 4.3.1 e identificado no mapa do apêndice B, Passo Fundo conta com uma quantidade de paradas de ônibus muito superior aos valores que recomendam algumas entidades da União Europeia ou os Estados Unidos. As paradas atuais, são quase o dobro das necessárias, por isso, a prefeitura deveria fazer uma revisão e possível reorganização das paradas no território, assim como a qualificação das mesas.

Entre as consequências de ter uma quantidade de paradas superior as recomendáveis, segundo Translink (ANO), estão as baixas velocidades no sistema de transporte e um gasto maior das empresas prestadoras do serviço. Enquanto aos valores de acesso, não sofreriam uma modificação relevante, se o espaço entre paradas não supera os 400 metros.

Por isso, se fez uma visita nos bairros Vera Cruz, Boqueirão e Rodrigues, os quais têm uma densidade de paradas de ônibus maior, em comparação à média. A principal característica registrada nestas regiões, foi que as ruas por onde transita o transporte público, tem grandes declividades, além de que nem todas têm uma calçada na melhor qualidade. Na figura 30, se apresenta uma série de fotos do bairro Vera Cruz, por onde a linha L-07 da empresa Coleurb faz a viagem. Para conhecer as declividades no percurso, se utilizou a ferramenta do Google Earth, expondo declividades máximas de 13% e médias de 4%.

Figura 28. Caracterização do bairro Vera Cruz, linha de ônibus L-07.



Fonte: Próprio Autor (2016).

É importante resgatar, que para a seleção das paradas que deveriam ser realocadas ou retiradas, deve ter em conta também o conforto do cidadão. Na visita ao local se observou que algumas dessas paradas estão localizadas em espaçamentos menores que 200 metros, têm a função de reduzir ao máximo possível o percurso a pé até a parada, já que se tem uma topografia com grandes declividades ou não se tem uma calçada adequada para os pedestres como também foi já observado por Roche (2016), na pesquisa de conforto nas calçadas da cidade.

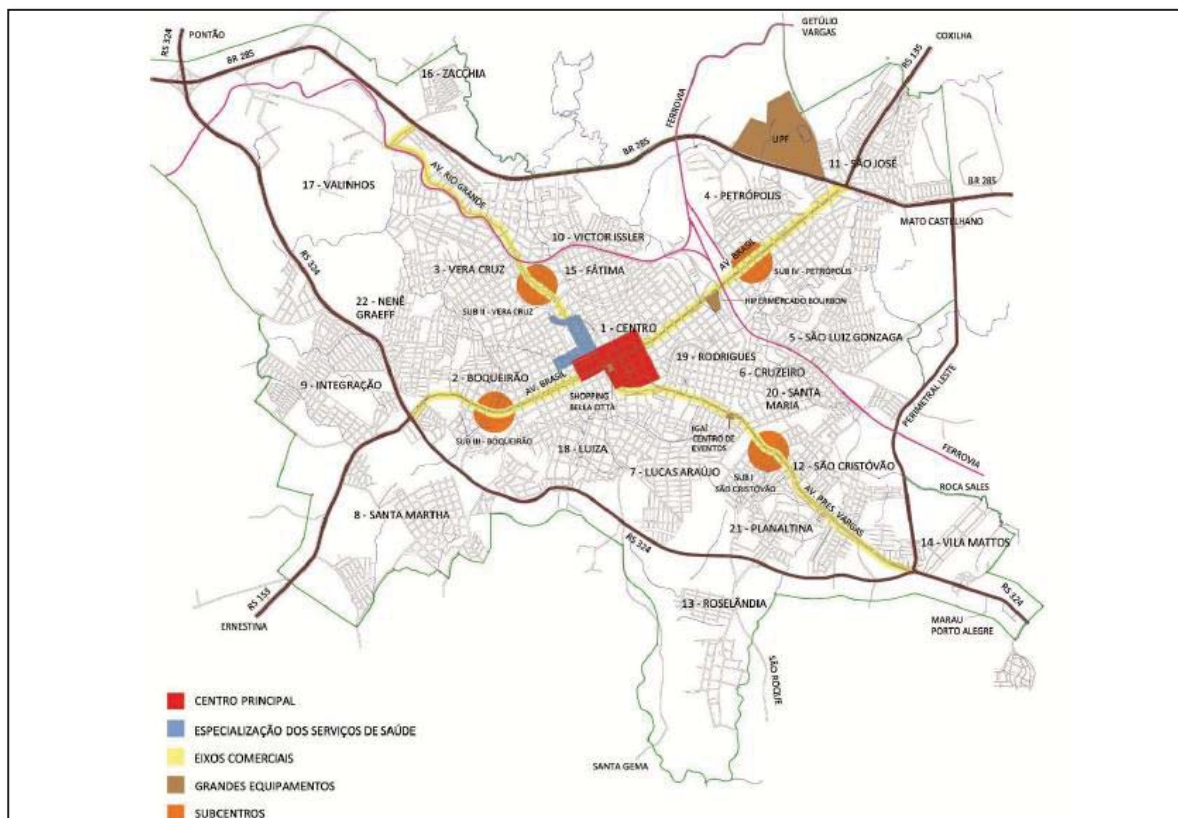
Por isso, também é possível avaliar uma reestruturação das rotas que param em cada uma das paradas, assim não seriam retiradas as paradas, mas sim os ônibus não parariam em todas as paradas existentes em suas rotas, melhorando a velocidade média do ônibus e fazendo menos cargas e descargas no trajeto.



- b) Implementar corredores exclusivos de priorização do sistema público de transporte na infraestrutura viária da cidade.

A cidade de Passo Fundo concentra o comércio e os serviços em três avenidas, a Av. Brasil, a Av. Rio Grande e a Av. Presidente Vargas, sendo as duas últimas um só eixo perpendicular da Av. Brasil com forma de xis. A interseção dessas avenidas, tem o centro comercial e de serviços mais forte da cidade, como é caracterizado pelo Ferreto (2012), figura 31, além das maiores demandas de transporte público na cidade segundo o plano de mobilidade de Passo Fundo.

Figura 29. Caracterização de Passo Fundo, eixos e centros principais.



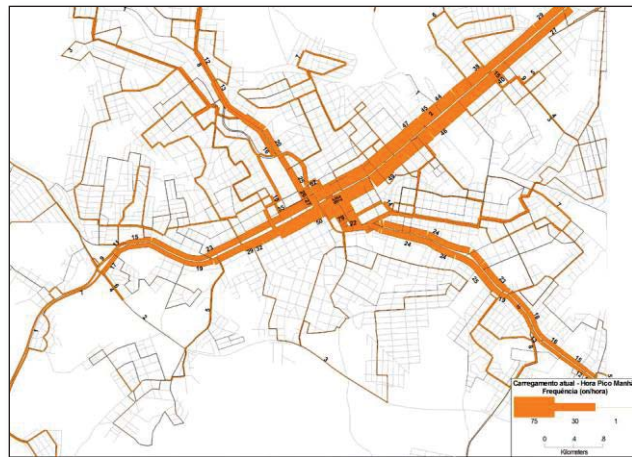
Fonte: Ferreto (2012)

Considerando o anterior, e a lei federal 12587 de 3 de janeiro de 2012, onde se recomenda às cidades brasileiras priorizar a infraestrutura viária em função do transporte público, estas três avenidas, seriam as mais adequadas para implementar corredores exclusivos para ônibus, que melhorem as frequências e velocidades da maioria dos usuários que tem na atualidade o sistema público de transporte.

Dentro do plano de mobilidade da cidade, também se tem em conta esta diretriz, já que todas as linhas passam pela Av. Brasil, exceto duas que fazem um atendimento perimetral, com

três viagens por dia como se apresenta na figura 33. Esta condição, cria um carregamento viário que dificulta a mobilidade da cidade e não se prevalece as vantagens do sistema público sobre o privado, que deveria por lei a cidade fornecer. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2014).

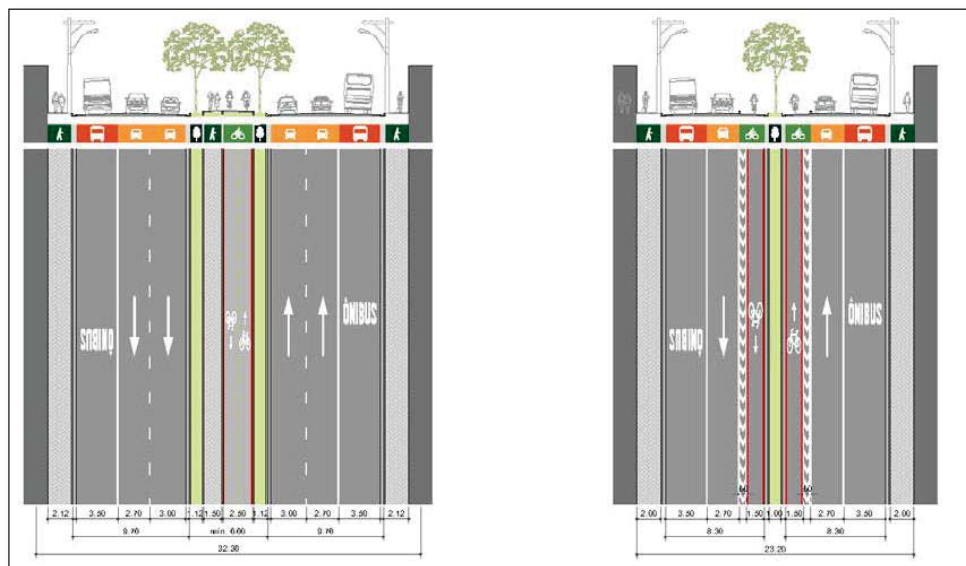
Figura 30. Carregamento (ônibus/hora) no horário de pico da manhã em dias úteis



Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

Por isso, o plano propõe uma tipologia de via que tem uma faixa preferencial para o ônibus, como se mostra na figura 33, com as dimensões da Av. Brasil. Esta poderia também, ser replicada nas avenidas Av. Rio Grande e a Av. Presidente Vargas, devido a sua demanda.

Figura 31. Tipologia para vias principais.



Fonte: Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)

c) Criação de um sistema inteligente de pagamento.

Como se determinou na análise da acessibilidade, a causa pela qual as regiões perimetrais contam com os níveis de acessibilidade mais baixos, é devido às frequências das linhas que atendem até essas partes da cidade, visto que a cidade em geral, tem uma quantidade de paradas de ônibus adequada em todos os bairros.

Para conseguir melhorar as frequências, se deve considerar que as empresas fornecedoras do transporte público, não podem simplesmente aumentar o número de ônibus para essas linhas, para melhorar as frequências, já que as demandas de usuários não são proporcionais e geraria um custo altíssimo.

Devido a essa questão, que nas diferentes cidades do mundo, começou-se a utilizar o sistema de pagamento inteligente, que além de funcionar com cartões inteligentes mais cômodos e seguros, permite que os usuários façam transferência dentro todo o sistema de transporte público sem fazer mais de um pagamento.

Figura 32. Sistema inteligente de pagamento



Fonte: Tecnoblog (2014)

Assim, os usuários não estarão sujeitos a uma única rota, senão também, conseguem sair de seus bairros em um primeiro ônibus até as avenidas principais, para depois trocar de ônibus até seu destino, sem pagar uma segunda passagem e melhorando os tempos de espera. O sistema é conhecido como passe livre nas cidades brasileiras onde já foi implementado.

d) Organização institucional público e privada.

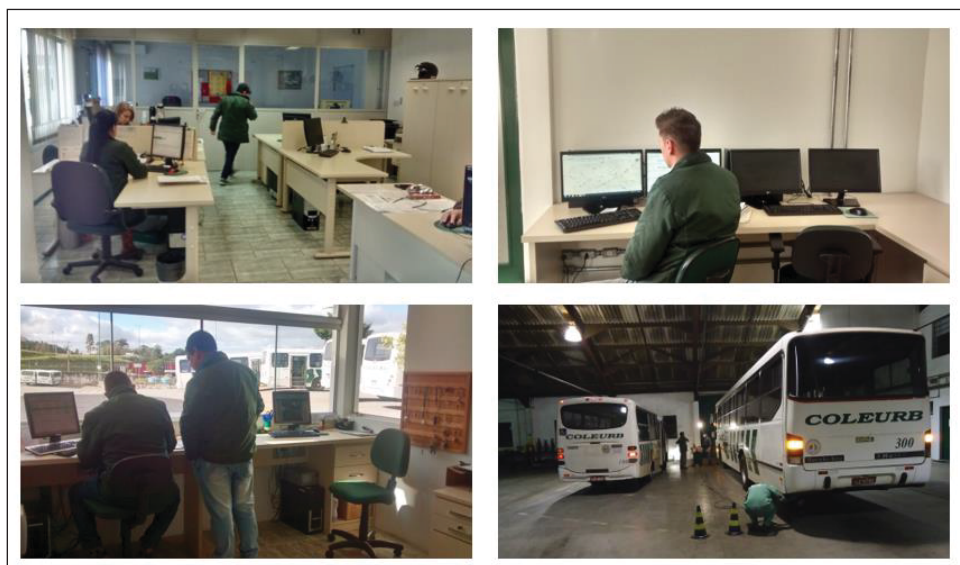
Com a realização deste trabalho e a procura de informações referentes ao sistema público de transporte, se encontrou que a maioria de dados da infraestrutura de mobiliário urbano de paradas da cidade e das empresas de transporte, está a cargo das empresas prestadoras



do serviço e não da prefeitura, o que dificulta a análise e estudo do sistema de transporte na cidade.

Isso deve-se a que, das três empresas que se tem hoje na cidade, só a Coleurb conta com uma infraestrutura de informação digital, que trabalha com uma base de dados organizada de suas linhas e frotas correspondentes, além da localização por GPS das paradas que atendem e a localização de seus ônibus. Por meio do trabalho se conheceu o centro de controle, da área operacional e digital da empresa, figura 35.

Figura 33. Centro de controle da Coleurb.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Por último, o sistema de transporte deve ser atualizado com a tecnologia atual, sistemas informatizados e GPS. É necessário que se faça uma reestruturação desde a prefeitura e as empresas, onde se tenham todas informações atuais e digitalizadas para informação da população. Com isso e com a execução das diretrizes anteriores, se conseguirá fazer rotas rápidas pelos eixos, com transferência entre ônibus que gerará um nível de acessibilidade mais abrangente. O plano de mobilidade propõe licitar o sistema de transporte público para uma única empresa, e assim conseguir aplicar mais fácil um sistema de operações único.

As diretrizes anteriores estão baseadas na análise da acessibilidade ao transporte público e na busca de uma sincronia com as diretrizes do plano de mobilidade atual da cidade, a seguir se apresentam as diretrizes do plano de mobilidade, para ver a conexão que elas têm com as diretrizes deste trabalho na tabela 8 (PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2014).

Tabela 8. Diretrizes do plano de mobilidade e diretrizes deste trabalho.

Diretrizes do Plano de mobilidade	Diretrizes deste trabalho			
	Revisar a densidade dos pontos de embarque e desembarque (paradas).	Implementar corredores exclusivos de priorização do sistema público de transporte na infraestrutura viária da cidade.	Criação de um sistema inteligente de pagamento.	Organização institucional pública e privada.
Melhoria das condições de gerenciamento público sobre o transporte coletivo, com estruturação e capacitação da STSG e utilização de recursos tecnológicos para controle da oferta (GPS) e de oferta (bilhetagem eletrônica).			X	X
Realização do processo licitatório para delegação de concessão para exploração dos serviços municipais de transporte coletivo tendo como projeto básico a configuração atual da rede de linhas e estabelecendo para o(s) futuro(s) concessionário(s) a obrigação de desenvolver, no prazo máximo de 12 meses, um projeto de reestruturação a partir das diretrizes do Plano de Mobilidade.				X
Aumento da atratividade dos serviços de transporte coletivo com reestruturação da rede de linhas, implantação de integração tarifária temporal, melhoria do desempenho em decorrência de adoção de medidas de priorização aos ônibus no sistema viário e adequação da oferta à demanda.	X	X		
Racionalização das linhas com troncalização da rede e implantação de integração tarifária temporal.		X		
Implantação de medidas de prioridade para a circulação dos ônibus nos principais corredores.		X		
Implantação de sistema de bilhetagem eletrônica como instrumento de controle gerencial e para permitir a integração tarifária temporal.			X	
Adequação da tipologia da frota especificada às necessidades de demanda das linhas.				X
Adequação da frota em operação às exigências de acessibilidade universal.				X
Melhoria do atendimento à população combinando aumento de oferta, nos eixos com maior demanda, e informação aos usuários, nas linhas de baixa demanda.	X	X	X	X

Fonte: Próprio Autor (2016).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando os propósitos do início do trabalho, acredita-se ter alcançado os objetivos propostos pela pesquisa. Evidencia-se que a obtenção da informação referente à infraestrutura de um sistema de transporte é uma das etapas mais importantes neste tipo de pesquisa, onde se objetiva fazer uma análise de seu funcionamento. Se bem que a prefeitura de Passo Fundo não conta com a base de dados da informação ampla referente ao transporte público, as informações da empresa Coleurb e as ferramentas digitais auxiliaram ao desenvolvimento desta pesquisa.

Por outro lado, o estudo prévio feito pela Prefeitura Municipal da Cidade, para o plano de mobilidade, foi importante para a identificação das características sociais que apresentam os cidadãos com seu transporte público. Toda a informação de demanda e locais de maior número de viagens, foi baseada nesse estudo, o que deu maior confiabilidade nos dados e cálculos feitos para a pesquisa.

A determinação da totalidade dos parâmetros base para calcular a acessibilidade ao transporte público, foi executada por meio das informações prévias, todas elas permitirão localizar a interação da população com seus serviços e representar o comportamento da população. Das 37 zonas em que foi dividida a cidade, se determinou que 12 delas representam os principais destinos de viagens da população diariamente, e estas, estão localizadas nas duas principais avenidas da cidade, a Av. Brasil e a Av. Presidente Vargas.

Com a implementação da metodologia PTAL, gerou-se o cálculo de acessibilidade ao transporte público para cada uma das 37 zonas da cidade de Passo Fundo, os níveis calculados por cada uma destas, deixam uma avaliação positiva da cidade em termos gerais. Em apenas três zonas que registraram valores pobres de acessibilidade ao transporte público. É importante ressaltar, que não se encontrou entre a bibliografia cidades de porte médio como Passo Fundo, com avaliações PTAL, o que gera uma referência nova para as análises de transporte no mundo.

O mapeamento da acessibilidade por meio da ferramenta ArcGis, facilitou a análise socioeconômica e espacial dos valores, através da comparação com outros aspectos do comportamento e organização da cidade, como são a densidade das paradas, zonas construídas, ubiquação dos serviços e renda média. Assim, conseguiu-se determinar, que as pessoas do centro da cidade têm os valores maiores de rendas, oferta de serviços e acesso ao transporte público, enquanto as zonas perimetrais apresentam valores inversos. Também foi possível determinar, as possíveis causas da baixa acessibilidade nas zonas perimetrais da cidade, como foram a data de fundação dos bairros e/ou a legalidade dos mesmos.

Por último, das quatro diretrizes que este trabalho apresentou, pode-se perceber que todas se adaptariam às diretrizes que já propõe o plano de mobilidade da cidade, o que permitiria uma mais fácil aplicação e aproveitamento dessa pesquisa. Por outro lado, este trabalho serve como um complemento acadêmico para o plano de mobilidade, e a reestruturação do sistema de transporte que propõe.

Perspectivas para futuros trabalhos:

- a) Comparação com futuras análises PTAL em cidades de América Latina;
- b) Reajuste dos valores de acessibilidade, sempre que se encontre uma modificação do comportamento do sistema de transporte público;
- c) Realização de pesquisa PTAL por pontos bases para a comparação com esta análise por região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AICHNER, T.; COLETTI, P. Customers' online shopping preferences in mass customization. **Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice**, v.15, p. 20–35. 2013.

BENENSON, I. et al. Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. **The Annals of Regional Science**. V. 47, p. 499-515, jun. 2011.

BRASIL. Lei nº 12.857, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, edição federal, Brasília, 2012.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, edição federal, Brasília, 2001.

BRTdata. **BRT e Corredores de Ônibus no 2012**. 2012. 1 Ilustração, color. 17 cm X 49 cm. Disponível em: < <http://brtdata.org/panorama/country>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

BUSCH, Andreas. **Die Geschichtedes Autobahnbaus in Deutschland bis 1945**. Bad Langensalza: Verlag Rockstuhl, 2002.

CAHILL, E; CASAS, I. Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia. **Transport Policy**, Canterbury, UK, v. 20, p. 36-46, set. 2012.

CAPEL, El Uso De Google Earth Para El Estudio De La Morfología De Las Ciudades I, Alcances Y Limitaciones. **Aracne**. Barcelona, V 100, p, 0–38. 2007.

CARVALHO, A. **Viaduto Engenheiro Freyssinet**. 2010. 1 fotografia, color.17 cm x 55 cm. Disponível em: < <https://www.flickr.com/photos/alexcarvalho/14958101260>>. Acesso em: 14 jun 2015.

CEBOLLADA, A; MIRALLES, C. Mobility and Urban Transport in Metropolitan Barcelona: Accessibility versus Exclusion. **Ethologia Europea**, Copenhagen, v. 34, p. 19-30, oct. 2005.

CURRIE, G. Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs. **Journal of Transport Geography**, Manchester, v. 18, p. 31-41, jan. 2010.

CURTIS, C; SCHEURER, J. Planning for sustainable accessibility: developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in planning**. v. 74, p. 53–106, ago. 2010.

DELBOSC, A; CURRIE, G. Using Lorenz curves to assess public transport equity. **Journal of Transport Geography**, Manchester, v. 19, p. 1252-1259, nov. 2011.

DETRAN. Frota do RS. **DETRAN**, sep. 2015. Disponível em: <<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27453/frota-do-rs>>. Acesso em: 02 out. 2015.

DURANTON, G; TURNER, M. The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from U.S. Cities. **American Economic Review**, v. 101, p. 2616-2652, oct. 2011.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – EIA. **Petroleum and other liquids**. EIA. 2015. Disponível em: <[http://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_cons\\_psup\\_dc\\_nus\\_mdbl\\_m.htm](http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_cons_psup_dc_nus_mdbl_m.htm)>. Acesso em: 14 jun 2015.

FERRETO, Diego. **PASSO FUNDO, Estruturação Urbana de uma Cidade Média Gaúcha**. São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo. 2012. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2012.

GENT, C; SYMONDS, G. Advances in public transport accessibility assessments for development control a proposed methodology. **The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine**, Washington, p. 1-22, mar. 2005.

GUTIERREZ, J; GARCIA, J. Distance-Measure Impacts on the Calculation of Transport Service Areas Using GIS. **Environment and Planning B**, Madrid, v. 35, p. 480-503, jun. 2008.

HENSHER, D. **Urban Transport Economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.

HUANG, R; WEI, Y. Analyzing Neighborhood Accessibility via Transit in a GIS Environment. **Geographic Information Sciences**, v. 8, p. 39-47, ago. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 14 jun 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA EM PASSO FUNDO (Agência IBGE 0773373). **Dados cedidos pelo Sr. Jorge Benhur Bilhar, Chefe da Agência Regional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em Passo Fundo**. Passo Fundo, 2013.

JULIO, David. **Utilização de uma plataforma SIG para a concepção de rotas de transporte coletivo**. Passo Fundo, Brasil: Universidade de Passo Fundo. 2014. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Passo Fundo, 2014.

KOGAN, E. Cuántos vehículos hay en el mundo, quienes los fabrican y que se espera para el futuro. **HuffPost Voces**, New York, 2014. Disponível em: <[http://voces.huffingtonpost.com/enrique-kogan/numero-de-vehiculos-en-el-mundo\\_b\\_6237052.html](http://voces.huffingtonpost.com/enrique-kogan/numero-de-vehiculos-en-el-mundo_b_6237052.html)>. Acesso em: 27 set. 2015.

JACOBS, Jane. **The Death and Life of Great American Cities**. Nueva York: Vintage, 1961.

JOYCE, M; DUNN, R. A proposed methodology for measuring public transport accessibility to employment sites in the Auckland CBD. In: AUSTRALASIAN TRANSPORT RESEARCH FORUM, 33 , 2009, Nova Zelândia. **Anais eletrônicos...** Nova Zelândia: ATRF, 2009. Disponível em: <[http://www.patrec.org/web\\_docs/atrf/papers/2009/1835\\_paper172-Joyce.pdf](http://www.patrec.org/web_docs/atrf/papers/2009/1835_paper172-Joyce.pdf)>. Acesso em 7 out. 2015.



LEI, T; CHURCH, R. Mapping transit-based access: Integrating GIS, routes and schedules. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 24, p, 283-304, feb. 2010.  
LITMAN, T. Evaluating Accessibility for Transportation Planning. **Victoria Transport Policy Institute**, Victoria, Canada, v. 18, p. 103- 108, set. 2008

LIU, S; ZHU, X. Accessibility analyst: an integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. **Environment and Planning B**. Singapore, v. 31, p. 105-124, feb. 2004.

LUQUE, R. El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico en la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a Google Earth. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**. Madrid, v. 55, p. 183-210, 2011.

MARTIN, D. et al. Increasing the sophistication of access measurement in a rural healthcare study. **Health & Place**, v. 8, p. 03-13, mar. 2002.

MARTIN, D. et al. Taking the bus: Incorporating public transport timetable data into health care accessibility modelling. **Environment and Planning A**, Rotherham, v. 40, p. 2510-2525, mar. 2008.

MARTINO, Alessandro. **Geographic Accessibility Analysis and Evaluation of Potential Changes to the Public Transportation System**. Lund, Suécia: Universidade de Lund. 2014. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Lund, 2014.

MAVOAA, S. et al. GIS Based Destination Accessibility via Public Transit and Walking in Auckland, New Zealand. **Journal of Transport Geography**, Manchester, v. 20, p. 15-22, jan. 2012.

MUÑOZ, R. Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. **Transport Policy**, Canterbury, UK, v. 17, p. 72-87, set. 2010.  
MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE – MUS. **Hacia Una Estrategia Nacional Integral De Movilidad Urbana**. ITDP, 2013. Disponível em: <[http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Movilidad-Urbana-Sustentable-MUS\\_.pdf](http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Movilidad-Urbana-Sustentable-MUS_.pdf)> Acesso em: 14 ago. 2015.

NOLAND, R; LEM, L. Induced Travel: A Review of Recent Literature and the Implications for Transportation and Environmental Policy. **Centre for transport studies**. 2000. Disponível em: <<http://www.cts.cv.ic.ac.uk/documents/publications/iccts00029.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OECD. **Cities in Europe the New OECD-EC Definition**. 2012. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/focus/2012\\_01\\_city.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAUDE – OMS. **Calidad del aire (exterior) y salud**. 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE CONSTRUCTORES DE AUTOMÓVILES - OICA. 2015 Q2 Production Statistics. OICA, 2015. Disponível em: <<http://www.oica.net/category/production-statistics/>>. Acesso em: 18 oct. 2015.

OÑA, J. et al. Perceived service quality in bus transit service: A structural equation approach. **Transport Policy**, Canterbury, UK, v. 29, p. 219-227, set. 2013.

PARRA, J. La nueva política habitacional en Chile, una mirada desde el acceso al transporte público. **Revista CIS**, Santiago de Chile, v. 20, p. 49-85, jun. 2016.

POELMAN, H; DIJKSTRA, L. Measuring access to public transport in European cities. **European Commission**. 2015

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. **Plano Diretor de mobilidade de Passo Fundo**. 2014. Passo Fundo.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Passo Fundo: Relatório 2, Diagnóstico**. 2014.

RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS - RATP. **Histoire générale des transports**. 2014. Disponível em: <[http://www.amtuir.org/03\\_htu\\_generale/htu\\_4\\_1900\\_1913/htu\\_4.htm](http://www.amtuir.org/03_htu_generale/htu_4_1900_1913/htu_4.htm)>. Acesso em: 18 set. 2015.

ROCHA, V. **Indicadores De Planejamento Urbano Sustentável Para O Rio Grande Do Sul: Foco Na Acessibilidade**. Passo Fundo. Originalmente apresentada como dissertação de mestre. Universidade de Passo Fundo. 2016.

SALVIA, A. et al. **Projeto Presust-Rs: Pré-Requisitos Para A Sustentabilidade Dos Municípios Do Rio Grande Do Sul**. Passo Fundo. 2015. *Enurb*. 2, p 302-310, nov. 2015.

SILVA, C. **Comparative Accessibility for Mobility Management: The Structural Accessibility Layer**. Oporto: University of Oporto. 2008. Originalmente apresentada como tese de Ph.D., Universidade de Oporto, 2008.

SANCHEZ, T. The Connection Between Public Transit and Employment. **Journal of The American Planning Association**, Washington, v. 65, p. 284-296, jan. 2004.

SIBSON, R. "A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation", capítulo 2 de *Interpolating Multivariate Data*. **John Wiley & Sons**: Nueva York, 1981, 21–36.

SOUSANIS, JOHN. World Vehicle Population Tops 1 Billion Unit. **WARDSAUTO**. ago. 2011. Disponível em: <[http://wardsauto.com/ar/world\\_vehicle\\_population\\_110815](http://wardsauto.com/ar/world_vehicle_population_110815)>. Acesso em: 10 out. 2015.

THE INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY – ITDP; EMBARQ. **Vida y muerte de las autopistas urbanas**. Washington: EMBARQUE, 2012.

TRANSLINK, **Bus Stop Design Guide**. London. Roads Service Transportation Unit, London, 2005.

TRANSPORT FOR LONDON. PTAL. **London Datastore**. feb. 2015. Disponível em: <<http://data.london.gov.uk/dataset/public-transport-accessibility-levels>>. Acesso em: 19 out. 2015.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCC. **Protocolo de Kyoto**. 2015. Disponível em: <[http://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/protocolo\\_de\\_kyoto/items/6215.php](http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php)>. Acesso em: 23 set. 2015.

WU, C., et al. (2015). Cellpath: fusion of cellular and traffic sensor data for route flow estimation via convex optimization. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 59, 111-128.

WALKER, J. **Human Transit: How Clearer Thinking about Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives**, San Francisco: Island Press. 2010

YIGITCANLAR, N. et al. A GIS-based land use and public transport accessibility indexing model. **Australian Planner**, v. 44, p. 30-37, dec. 2007.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Frequência entre ônibus e número de ônibus por linha.

<b>Código Linha</b>	<b>Numeração Empresas</b>	<b>Denominação</b>	<b>Empresa</b>	<b>Frota DU</b>	<b>Viagens DU</b>	<b>Intervalo PM/DU</b>
CD-011	11	Operária - São Cristóvão II	CODEPAS	2	28	00:34
CD-016	16	Valinhos - Universidade, via Veranópolis	CODEPAS	4	49	00:20
CD-018	18	Jaboticabal - São Luiz	CODEPAS	1	14	01:20
CD-018 R	18R	Reforço Jaboticabal	CODEPAS	1	1	01:20
CD-019	19	São José - Secchi	CODEPAS	3	39	00:25
CD-019 R	19R	Reforço São José - Secchi	CODEPAS	1	1	00:25
CD-024	24	Zachia - Universidade	CODEPAS	2	22	00:38
CD-024 R	24R	Reforço Zachia - Universidade	CODEPAS	0	0	00:38
CD-025 A	25A	Santo Antônio - Donária, via Nino Machado	CODEPAS	1	15	01:14
CD-025 B	25B	Santo Antônio - Donária, via Sagrada Família	CODEPAS	1	13	01:13
CD-028	28	Morada do Sol - São Luiz	CODEPAS	2	23	00:44
CD-030	30	Integração - Universidade	CODEPAS	2	19	00:45
CD-031	31	Parque Industrial - Universidade, via Italac	CODEPAS	2	19	00:43
CD-031 R	31R	Reforço Parque Industrial	CODEPAS	1	1	00:43
CD-033	33	Morada do Sol - Planaltina, via Jerônimo Coelho	CODEPAS	2	19	00:41
CD-033	33	Jerônimo Coelho - Prefeitura, via Manoel Portela	CODEPAS	1	13	01:00
<b>Subtotal CODEPAS</b>				<b>26</b>	<b>276</b>	
CL-001	1	Vera Cruz - São Cristóvão	COLEURB	5	63	00:16
CL-001 TA	TA1	São José - Seminário	COLEURB	1	13	01:23
CL-002 TA	TA2	Vera Cruz - São Cristóvão	COLEURB	1	15	01:06
CL-003	3	Edmundo Trein - São José	COLEURB	4	70	00:14
CL-003 TA	TA3	Vila Fátima - Lucas Araújo	COLEURB	1	16	01:00
CL-004	4	Jerônimo Coelho - Universidade, via Jardim América	COLEURB	6	72	00:14
CL-004 TA	TA4	Vila Rodrigues - Nenê Graeff	COLEURB	1	16	01:00
CL-005	5	Operária - Petrópolis	COLEURB	4	48	00:18

<b>Código Linha</b>	<b>Numeração Empresas</b>	<b>Denominação</b>	<b>Empresa</b>	<b>Frota DU</b>	<b>Viagens DU</b>	<b>Intervalo PM/DU</b>
CL-006	6	Universidade - Vila Luiza	COLEURB	3	43	00:23
CL-007	7	Hípica – Planaltina	COLEURB	6	66	00:15
CL-008	8	Loteamento Umbú - Bom Recreio, via Vila Isabel	COLEURB	2	20	00:48
CL-009	9	Praça Tamandaré - São João	COLEURB	1	18	00:52
CL-010	10	Vila Ricci – Garden Club	COLEURB	3	38	00:26
CL-012	12	Santa Marta - Entre Rios	COLEURB	3	38	00:25
CL-013	13	Lucas Araújo - Parque Farroupilha	COLEURB	4	45	00:20
CL-014	14	BR 285 - São Luiz	COLEURB	2	22	00:45
CL-015	15	São Luiz – Zachia	COLEURB	4	45	00:22
CL-017	17	São Cristovão – Universidade	COLEURB	1	3	01:00
CL-020	20	Petrópolis – Nenê Graeff	COLEURB	5	64	00:14
CL-022	22	Centro – Maggi	COLEURB	1	27	00:30
CL-023	23	Planaltina - Universidade	COLEURB	1	3	01:00
CL-025	25	São José - São Cristovão	COLEURB	3	37	00:28
CL-026	26	Centro – Roselândia	COLEURB	2	33	00:28
CL-027	27	Leonardo Ilha - Vera Cruz	COLEURB	2	25	00:38
CL-031	31	Menino Deus – Prefeitura, via Rodoviária	COLEURB	1	21	00:55
<b>Reforços COLEURB</b>				25	95	
<b>Subtotal COLEURB</b>				92	956	
TP-002	2	Santa Maria - Vila Fátima	TRANSPASSO	5	62	00:15
TP-022	22	Vila Nova - Vila Fátima	TRANSPASSO	2	27	00:35
TP-022 A	22A	Semeato 1 - Vera Cruz	TRANSPASSO	2	21	00:37
TP-022 B	22B	Cidade Nova - Santa Maria 2	TRANSPASSO	1	7	01:09
<b>Subtotal TRANSPASSO</b>				10	117	
<b>Total do sistema municipal</b>				128	1,349	

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2014)



## APÊNDICES

### Apêndice A. Folha de cálculo do Tempo Médio de Espera para a cidade de Passo Fundo.

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
1	1	2	2,63	m.d.m.d.p (548m)	0	0,00
	1	3	2,63	16	8,00	10,00
	1	4	2,63	16	8,00	10,00
	1	10	2,63	14	7,00	9,00
	1	11	2,63	23	11,50	13,50
	1	19	2,63	60	30,00	33,00
	1	23	2,63	30	15,00	17,00
	1	25	2,63	24	12,00	14,00
	1	26	2,63	14	7,00	9,00
	1	27	2,63	14	7,00	9,00
	1	33	2,63	20	10,00	12,00
1	35	2,63	14	7,00	9,00	
2	2	3	2,85	m.d.m.d.p (630m)	0	0,00
	2	4	2,85	m.d.m.d.p (600m)	0	0,00
	2	10	2,85	14	7,00	9,00
	2	11	2,85	14	7,00	9,00
	2	19	2,85	20	10,00	12,00
	2	23	2,85	28	14,00	16,00
	2	25	2,85	28	14,00	16,00
	2	26	2,85	14	7,00	9,00
	2	27	2,85	14	7,00	9,00
	2	33	2,85	30	15,00	17,00
	2	35	2,85	14	7,00	9,00
3	3	2	2,09	m.d.m.d.p (627m)	0	0,00
	3	4	2,09	m.d.m.d.p (503m)	0	0,00
	3	10	2,09	14	7,00	9,00
	3	11	2,09	14	7,00	9,00
	3	19	2,09	20	10,00	12,00
	3	23	2,09	24	12,00	14,00
	3	25	2,09	24	12,00	14,00
	3	26	2,09	14	7,00	9,00
	3	27	2,09	14	7,00	9,00
	3	33	2,09	20	10,00	12,00
	3	35	2,09	14	7,00	9,00
4	4	2	1,89	14	7,00	9,00
	4	3	1,89	m.d.m.d.p (538m)	0	0,00
	4	10	1,89	14	7,00	9,00
	4	11	1,89	m.d.m.d.p (621m)	0,00	0,00
	4	19	1,89	12	6,00	8,00

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	4	23	1,89	24	12,00	14,00
	4	25	1,89	27	13,50	15,50
	4	26	1,89	14	7,00	9,00
	4	27	1,89	14	7,00	9,00
	4	33	1,89	20	10,00	12,00
	4	35	1,89	14	7,00	9,00
5	5	2	3,45	20	10,00	12,00
	5	3	3,45	16	8,00	10,00
	5	4	3,45	16	8,00	10,00
	5	10	3,45	14	7,00	9,00
	5	11	3,45	19	9,50	11,50
	5	19	3,45	60	30,00	32,00
	5	23	3,45	30	15,00	17,00
	5	25	3,45	24	12,00	14,00
	5	26	3,45	14	7,00	9,00
	5	27	3,45	14	7,00	9,00
	5	33	3,45	20	10,00	12,00
	5	35	3,45	24	12,00	14,00
6	6	2	2,31	30	15,00	17,00
	6	3	2,31	30	15,00	17,00
	6	4	2,31	30	15,00	17,00
	6	10	2,31	60	30,00	32,00
	6	11	2,31	60	30,00	32,00
	6	19	2,31	60	30,00	32,00
	6	23	2,31	14	7,00	9,00
	6	25	2,31	14	7,00	9,00
	6	26	2,31	18	9,00	11,00
	6	27	2,31	18	9,00	11,00
	6	33	2,31	40	20,00	22,00
	6	35	2,31	20	10,00	12,00
7	7	2	2,45	70	35,00	37,00
	7	3	2,45	60	30,00	32,00
	7	4	2,45	60	30,00	32,00
	7	10	2,45	60	30,00	32,00
	7	11	2,45	60	30,00	32,00
	7	19	2,45	74	37,00	39,00
	7	23	2,45	74	37,00	39,00
	7	25	2,45	74	37,00	39,00
	7	26	2,45	73	36,50	38,50
	7	27	2,45	73	36,50	38,50
	7	33	2,45	77	38,50	40,50

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	7	35	2,45	74	37,00	39,00
8	8	2	1,89	34	17,00	19,00
	8	3	1,89	16	8,00	10,00
	8	4	1,89	16	8,00	10,00
	8	10	1,89	16	8,00	10,00
	8	11	1,89	16	8,00	10,00
	8	19	1,89	16	8,00	10,00
	8	23	1,89	16	8,00	10,00
	8	25	1,89	16	8,00	10,00
	8	26	1,89	34	17,00	19,00
	8	27	1,89	34	17,00	19,00
	8	33	1,89	32	16,00	18,00
	8	35	1,89	34	17,00	19,00
9	9	2	1,67	18	9,00	11,00
	9	3	1,67	15	7,50	9,50
	9	4	1,67	15	7,50	9,50
	9	10	1,67	15	7,50	9,50
	9	11	1,67	15	7,50	9,50
	9	19	1,67	15	7,50	9,50
	9	23	1,67	15	7,50	9,50
	9	25	1,67	24	12,00	14,00
	9	26	1,67	24	12,00	14,00
	9	27	1,67	32	16,00	18,00
	9	33	1,67	24	12,00	14,00
	9	35	1,67	24	12,00	14,00
10	10	2	1,83	14	7,00	9,00
	10	3	1,83	14	7,00	9,00
	10	4	1,83	14	7,00	9,00
	10	11	1,83	m.d.m.d.p (635m)	0,00	0,00
	10	19	1,83	22	11,00	13,00
	10	23	1,83	28	14,00	16,00
	10	25	1,83	28	14,00	16,00
	10	26	1,83	18	9,00	11,00
	10	27	1,83	18	9,00	11,00
	10	33	1,83	20	10,00	12,00
	10	35	1,83	18	9,00	11,00
11	11	2	1,68	14	7,00	9,00
	11	3	1,68	14	7,00	9,00
	11	4	1,68	14	7,00	9,00
	11	10	1,68	m.d.m.d.p (630m)	1,00	0,00
	11	19	1,68	22	11,00	13,00

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	11	23	1,68	24	12,00	14,00
	11	25	1,68	24	12,00	14,00
	11	26	1,68	18	9,00	11,00
	11	27	1,68	18	9,00	11,00
	11	33	1,68	20	10,00	12,00
	11	35	1,68	18	9,00	11,00
12	12	2	1,74	18	9,00	11,00
	12	3	1,74	15	7,50	9,50
	12	4	1,74	15	7,50	9,50
	12	10	1,74	m.d.m.d.p (553m)	0,00	0,00
	12	11	1,74	15	7,50	9,50
	12	19	1,74	15	7,50	9,50
	12	23	1,74	15	7,50	9,50
	12	25	1,74	15	7,50	9,50
	12	26	1,74	18	9,00	11,00
	12	27	1,74	18	9,00	11,00
	12	33	1,74	20	10,00	12,00
	12	35	1,74	18	9,00	11,00
13	13	2	2,09	14	7,00	9,00
	13	3	2,09	14	7,00	9,00
	13	4	2,09	14	7,00	9,00
	13	10	2,09	14	7,00	9,00
	13	11	2,09	14	7,00	9,00
	13	19	2,09	19	9,50	11,50
	13	23	2,09	19	9,50	11,50
	13	25	2,09	20	10,00	12,00
	13	26	2,09	21	10,50	12,50
	13	27	2,09	21	10,50	12,50
	13	33	2,09	20	10,00	12,00
	13	35	2,09	21	10,50	12,50
14	14	2	2,04	14	7,00	9,00
	14	3	2,04	14	7,00	9,00
	14	4	2,04	14	7,00	9,00
	14	10	2,04	14	7,00	9,00
	14	11	2,04	14	7,00	9,00
	14	19	2,04	20	10,00	12,00
	14	23	2,04	28	14,00	16,00
	14	25	2,04	28	14,00	16,00
	14	26	2,04	28	14,00	16,00
	14	27	2,04	28	14,00	16,00
	14	33	2,04	30	15,00	17,00

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	14	35	2,04	25	12,50	14,50
15	15	2	1,69	23	11,50	13,50
	15	3	1,69	23	11,50	13,50
	15	4	1,69	23	11,50	13,50
	15	10	1,69	23	11,50	13,50
	15	11	1,69	23	11,50	13,50
	15	19	1,69	34	17,00	19,00
	15	23	1,69	34	17,00	19,00
	15	25	1,69	34	17,00	19,00
	15	26	1,69	23	11,50	13,50
	15	27	1,69	23	11,50	13,50
	15	33	1,69	40	20,00	22,00
	15	35	1,69	23	11,50	13,50
16	16	2	1,56	14	7,00	9,00
	16	3	1,56	14	7,00	9,00
	16	4	1,56	14	7,00	9,00
	16	10	1,56	14	7,00	9,00
	16	11	1,56	14	7,00	9,00
	16	19	1,56	26	13,00	15,00
	16	23	1,56	26	13,00	15,00
	16	25	1,56	37	18,50	20,50
	16	26	1,56	14	7,00	9,00
	16	27	1,56	14	7,00	9,00
	16	33	1,56	14	7,00	9,00
	16	35	1,56	14	7,00	9,00
17	17	2	1,83	20	10,00	12,00
	17	3	1,83	14	7,00	9,00
	17	4	1,83	14	7,00	9,00
	17	10	1,83	14	7,00	9,00
	17	11	1,83	14	7,00	9,00
	17	19	1,83	20	10,00	12,00
	17	23	1,83	34	17,00	19,00
	17	25	1,83	34	17,00	19,00
	17	26	1,83	20	10,00	12,00
	17	27	1,83	20	10,00	12,00
	17	33	1,83	37	18,50	20,50
	17	35	1,83	20	10,00	12,00
18	18	2	1,75	20	10,00	12,00
	18	3	1,75	20	10,00	12,00
	18	4	1,75	20	10,00	12,00
	18	10	1,75	32	16,00	18,00



Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	18	11	1,75	32	16,00	18,00
	18	19	1,75	20	10,00	12,00
	18	23	1,75	32	16,00	18,00
	18	25	1,75	32	16,00	18,00
	18	26	1,75	34	17,00	19,00
	18	27	1,75	20	10,00	12,00
	18	33	1,75	40	20,00	22,00
	18	35	1,75	20	10,00	12,00
19	19	2	2,10	14	7,00	9,00
	19	3	2,10	14	7,00	9,00
	19	4	2,10	14	7,00	9,00
	19	10	2,10	20	0,00	2,00
	19	11	2,10	20	10,00	12,00
	19	23	2,10	14	7,00	9,00
	19	25	2,10	14	7,00	9,00
	19	26	2,10	14	7,00	9,00
	19	27	2,10	20	10,00	12,00
	19	33	2,10	34	17,00	19,00
	19	35	2,10	20	10,00	12,00
20	20	2	1,75	16	8,00	10,00
	20	3	1,75	16	8,00	10,00
	20	4	1,75	16	8,00	10,00
	20	10	1,75	22	11,00	13,00
	20	11	1,75	22	11,00	13,00
	20	19	1,75	14	7,00	9,00
	20	23	1,75	10	5,00	7,00
	20	25	1,75	16	8,00	10,00
	20	26	1,75	16	8,00	10,00
	20	27	1,75	22	11,00	13,00
	20	33	1,75	34	17,00	19,00
	20	35	1,75	20	10,00	12,00
21	21	2	1,75	15	7,50	9,50
	21	3	1,75	15	7,50	9,50
	21	4	1,75	15	7,50	9,50
	21	10	1,75	21	10,50	12,50
	21	11	1,75	21	10,50	12,50
	21	19	1,75	14	7,00	9,00
	21	23	1,75	14	7,00	9,00
	21	25	1,75	15	7,50	9,50
	21	26	1,75	15	7,50	9,50
	21	27	1,75	21	10,50	12,50

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	21	33	1,75	34	17,00	19,00
	21	35	1,75	20	10,00	12,00
22	22	2	1,75	14	7,00	9,00
	22	3	1,75	14	7,00	9,00
	22	4	1,75	16	8,00	10,00
	22	10	1,75	20	10,00	12,00
	22	11	1,75	20	10,00	12,00
	22	19	1,75	14	7,00	9,00
	22	23	1,75	10	5,00	7,00
	22	25	1,75	14	7,00	9,00
	22	26	1,75	14	7,00	9,00
	22	27	1,75	20	10,00	12,00
	22	33	1,75	34	17,00	19,00
	22	35	1,75	20	10,00	12,00
23	23	2	2,46	28	14,00	16,00
	23	3	2,46	22	11,00	13,00
	23	4	2,46	22	11,00	13,00
	23	10	2,46	22	0,00	2,00
	23	11	2,46	22	11,00	13,00
	23	19	2,46	22	11,00	13,00
	23	25	2,46	16	8,00	10,00
	23	26	2,46	28	14,00	16,00
	23	27	2,46	28	14,00	16,00
	23	33	2,46	34	17,00	19,00
	23	35	2,46	28	14,00	16,00
24	24	2	1,64	23	11,50	13,50
	24	3	1,64	23	11,50	13,50
	24	4	1,64	23	11,50	13,50
	24	10	1,64	23	11,50	13,50
	24	11	1,64	23	11,50	13,50
	24	19	1,64	28	14,00	16,00
	24	23	1,64	37	18,50	20,50
	24	25	1,64	37	18,50	20,50
	24	26	1,64	23	11,50	13,50
	24	27	1,64	23	11,50	13,50
	24	33	1,64	43	21,50	23,50
	24	35	1,64	23	11,50	13,50
25	25	2	1,99	30	15,00	17,00
	25	3	1,99	24	12,00	14,00
	25	4	1,99	24	12,00	14,00
	25	10	1,99	24	0,00	2,00

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	25	11	1,99	24	12,00	14,00
	25	19	1,99	24	12,00	14,00
	25	23	1,99	20	10,00	12,00
	25	26	1,99	28	14,00	16,00
	25	27	1,99	28	14,00	16,00
	25	33	1,99	34	17,00	19,00
	25	35	1,99	28	14,00	16,00
26	26	2	2,07	14	7,00	9,00
	26	3	2,07	14	7,00	9,00
	26	4	2,07	14	7,00	9,00
	26	10	2,07	14	0,00	2,00
	26	11	2,07	14	7,00	9,00
	26	19	2,07	20	10,00	12,00
	26	23	2,07	28	14,00	16,00
	26	25	2,07	28	14,00	16,00
	26	27	2,07	14	7,00	9,00
	26	33	2,07	34	17,00	19,00
	26	35	2,07	14	7,00	9,00
27	27	2	2,19	17	8,50	10,50
	27	3	2,19	17	8,50	10,50
	27	4	2,19	17	8,50	10,50
	27	10	2,19	17	0,00	2,00
	27	11	2,19	17	8,50	10,50
	27	19	2,19	20	10,00	12,00
	27	23	2,19	28	14,00	16,00
	27	25	2,19	28	14,00	16,00
	27	27	2,19	17	8,50	10,50
	27	33	2,19	34	17,00	19,00
	27	35	2,19	17	8,50	10,50
28	28	2	1,52	17	8,50	10,50
	28	3	1,52	20	10,00	12,00
	28	4	1,52	20	10,00	12,00
	28	10	1,52	20	10,00	12,00
	28	11	1,52	20	10,00	12,00
	28	19	1,52	20	10,00	12,00
	28	23	1,52	34	17,00	19,00
	28	25	1,52	34	17,00	19,00
	28	26	1,52	17	8,50	10,50
	28	27	1,52	14	7,00	9,00
	28	33	1,52	40	20,00	22,00
	28	35	1,52	14	7,00	9,00

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
29	29	2	1,91	26	13,00	15,00
	29	3	1,91	26	13,00	15,00
	29	4	1,91	26	13,00	15,00
	29	10	1,91	26	13,00	15,00
	29	11	1,91	26	13,00	15,00
	29	19	1,91	20	10,00	12,00
	29	23	1,91	44	22,00	24,00
	29	25	1,91	44	22,00	24,00
	29	26	1,91	34	17,00	19,00
	29	27	1,91	20	10,00	12,00
	29	33	1,91	40	20,00	22,00
	29	35	1,91	20	10,00	12,00
30	30	2	1,66	38	19,00	21,00
	30	3	1,66	22	11,00	13,00
	30	4	1,66	22	11,00	13,00
	30	10	1,66	22	11,00	13,00
	30	11	1,66	22	11,00	13,00
	30	19	1,66	20	10,00	12,00
	30	23	1,66	20	10,00	12,00
	30	25	1,66	20	10,00	12,00
	30	26	1,66	38	19,00	21,00
	30	27	1,66	44	22,00	24,00
	30	33	1,66	40	20,00	22,00
	30	35	1,66	38	19,00	21,00
31	31	2	1,95	40	20,00	22,00
	31	3	1,95	24	12,00	14,00
	31	4	1,95	24	12,00	14,00
	31	10	1,95	24	12,00	14,00
	31	11	1,95	24	12,00	14,00
	31	19	1,95	20	10,00	12,00
	31	23	1,95	20	10,00	12,00
	31	25	1,95	20	10,00	12,00
	31	26	1,95	38	19,00	21,00
	31	27	1,95	44	22,00	24,00
	31	33	1,95	40	20,00	22,00
	31	35	1,95	38	19,00	21,00
32	32	2	2,78	45	22,50	24,50
	32	3	2,78	45	22,50	24,50
	32	4	2,78	45	22,50	24,50
	32	10	2,78	45	22,50	24,50
	32	11	2,78	45	22,50	24,50

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
	32	19	2,78	59	29,50	31,50
	32	23	2,78	59	29,50	31,50
	32	25	2,78	59	29,50	31,50
	32	26	2,78	59	29,50	31,50
	32	27	2,78	59	29,50	31,50
	32	33	2,78	65	32,50	34,50
	32	35	2,78	59	29,50	31,50
33	33	2	2,36	30	15,00	17,00
	33	3	2,36	20	10,00	12,00
	33	4	2,36	20	10,00	12,00
	33	10	2,36	20	0,00	2,00
	33	11	2,36	20	10,00	12,00
	33	19	2,36	34	17,00	19,00
	33	23	2,36	34	17,00	19,00
	33	25	2,36	34	17,00	19,00
	33	26	2,36	34	17,00	19,00
	33	27	2,36	34	17,00	19,00
	33	35	2,36	34	17,00	19,00
34	34	2	2,46	34	17,00	19,00
	34	3	2,46	34	17,00	19,00
	34	4	2,46	34	17,00	19,00
	34	10	2,46	34	17,00	19,00
	34	11	2,46	34	17,00	19,00
	34	19	2,46	37	18,50	20,50
	34	23	2,46	37	18,50	20,50
	34	25	2,46	37	18,50	20,50
	34	26	2,46	40	20,00	22,00
	34	27	2,46	34	17,00	19,00
	34	33	2,46	40	20,00	22,00
	34	35	2,46	34	17,00	19,00
35	35	2	2,01	14	7,00	9,00
	35	3	2,01	14	7,00	9,00
	35	4	2,01	14	7,00	9,00
	35	10	2,01	18	0,00	2,00
	35	11	2,01	18	9,00	11,00
	35	19	2,01	20	10,00	12,00
	35	23	2,01	28	14,00	16,00
	35	25	2,01	28	14,00	16,00
	35	26	2,01	14	7,00	9,00
	35	27	2,01	17	8,50	10,50
	35	33	2,01	34	17,00	19,00

Setor	Ponto de saída	Ponto de chegada	TC (min)	Frequência (min)	TPE (min)	TME (min)
36	36	2	1,98	45	22,50	24,50
	36	3	1,98	15	7,50	9,50
	36	4	1,98	15	7,50	9,50
	36	10	1,98	15	7,50	9,50
	36	11	1,98	15	7,50	9,50
	36	19	1,98	15	7,50	9,50
	36	23	1,98	15	7,50	9,50
	36	25	1,98	15	7,50	9,50
	36	26	1,98	29	14,50	16,50
	36	27	1,98	29	14,50	16,50
	36	33	1,98	35	17,50	19,50
	36	35	1,98	29	14,50	16,50
37	37	2	2,16	14	7,00	9,00
	37	3	2,16	14	7,00	9,00
	37	4	2,16	14	7,00	9,00
	37	10	2,16	14	7,00	9,00
	37	11	2,16	14	7,00	9,00
	37	19	2,16	14	7,00	9,00
	37	23	2,16	28	14,00	16,00
	37	25	2,16	40	20,00	22,00
	37	26	2,16	14	7,00	9,00
	37	27	2,16	14	7,00	9,00
	37	33	2,16	34	17,00	19,00
	37	35	2,16	14	7,00	9,00

m.d.m.d.p = menor que distância máxima de deslocamento a pê (Distancias em metros < 650).



**Apêndice B. Mapa de densidade das paradas de ônibus em Passo Fundo.**

