

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

ELIAS MARTINS DE SOUZA FILHO

**ANÁLISE DA COBERTURA DA REDE DE LINHAS DO TRANSPORTE COLETIVO
URBANO EM SÃO CARLOS**

**SÃO CARLOS
2018**

ELIAS MARTINS DE SOUZA FILHO

ANÁLISE DA COBERTURA DA REDE DE LINHAS DO TRANSPORTE COLETIVO
URBANO EM SÃO CARLOS

Trabalho de Graduação Integrado desenvolvido e orientado dentro do curso de Engenharia Civil com ênfase em Engenharia Urbana, no Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos. Trabalho que visa a obtenção do título formal e legal de bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Orientador: Prof. Dr. Fernando Hideki Hirose.

SÃO CARLOS
2018

RESUMO

O presente trabalho enfatiza a importância que o transporte público tem no cotidiano de vida dos usuários e o impacto direto do mesmo no funcionamento das cidades. O objeto de estudo é a rede de linhas do transporte público coletivo por ônibus da cidade de São Carlos, de responsabilidade, até então, da empresa Suzantur. Através da criação de um mapa exibindo a rede de linhas atualmente funcional no município, foi possível analisar a funcionalidade da rede, como as linhas se dispõem na cidade e, através da determinação de faixas de área que definem a acessibilidade dos usuários ao redor das linhas e mostram as áreas atendidas pelo sistema de transporte público, calcular a parcela da população municipal que tem atendimento satisfatório pela rede de linhas.

O trabalho teve resultados para São Carlos e também há possibilidade de aplicação em outros municípios. Apesar de exibir alguma superposição de linhas, que pode diminuir a eficiência do transporte, o resultado foi positivo, mostrou que o sistema estudado aumentou em abrangência nos últimos anos e agora atende cerca de 97,40% da população municipal com acessibilidade categorizada como “boa”, o que significou, neste caso, toda a população dentro da área em uma faixa de 200 metros em torno das linhas.

Palavras chave: transporte público, rede de linhas, funcionalidade da rede, acessibilidade.

ABSTRACT

This research emphasizes the importance of public transportation on the life of users and on city operation. São Carlos' network of public transport bus lines is the study object, and is run, at the moment, by Suzantur. Through the creation of a network line map of the city, it was possible to analyze the network functionality, disposure and, through the method of determining accessibility area bands around the lines as served areas, calculate the portion of municipal population served by it.

The research showed results for São Carlos, and also the possibility of applying this method on other cities. Although existing some overlapping lines, what may decrease the transportation efficiency, the study showed a positive result, as it revealed, for the last few years, an increase on the analyzed system's coverage, going to 97,40% of the municipal population having accessibility categorized as "good", which means, at this case, all people inside an area of a 200 meter band around the lines.

Key words: public transportation, network line, network functionality, accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação da frota de veículos particulares	15
Figura 2 - Consumo de espaço ônibus/carro particular	16
Figura 3 - Exemplos de matrizes O-D dos desejos de viagens e da rede de linhas.	17
Figura 4 - Tipos de linhas de acordo com o traçado.....	21
Figura 5 - Mapa dos itinerários das linhas do transporte público em São Carlos (sem escala).....	37
Figura 6 - Área do município de São Carlos atendida pelas linhas de ônibus (sem escala).....	38
Figura 7 - Mapa de densidade demográfica de São Carlos (hab/m ²)	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais princípios para o planejamento de rede de linhas.....	18
Tabela 2 - Preocupações dos grupos relacionados ao TPU	19
Tabela 3 - Frota de veículos em São Carlos (2017)	23
Tabela 4 - Linhas do transporte público de São Carlos (Suzantur) (continua)	24
Tabela 5 – Resultados de atendimento do sistema de transporte coletivo em São Carlos	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus (continua)..	32
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo.....	13
1.2 Justificativa	13
2. O TRANSPORTE COLETIVO URBANO	15
2.1 Classificação das linhas das redes.....	20
2.2 O transporte público coletivo e redes em São Carlos.....	23
3. QUALIDADE NO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....	27
3.1 Principais fatores de qualidade no transporte público	28
3.1.1 <i>Acessibilidade</i>	28
3.1.2 <i>Frequência de atendimento</i>	28
3.1.3 <i>Tempo de viagem</i>	28
3.1.4 <i>Lotação</i>	29
3.1.5 <i>Confiabilidade</i>	29
3.1.6 <i>Segurança</i>	29
3.1.7 <i>Características dos veículos</i>	29
3.1.8 <i>Características dos locais de parada</i>	30
3.1.9 <i>Sistema de informações</i>	30
3.1.10 <i>Conectividade</i>	30
3.1.11 <i>Comportamento dos operadores</i>	31
3.1.12 <i>Estado das vias</i>	31
3.2 Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus	31
4. MATERIAIS E MÉTODOS	35
5. RESULTADOS.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNDICE A – MAPA DOS ITINERÁRIOS DAS LINHAS DO TRANSPORTE PÚBLICO EM SÃO CARLOS (SEM ESCALA).....	45
APÊNDICE B – ÁREA ATENDIDA PELAS LINHAS DE ÔNIBUS (SEM ESCALA)..	47

1. INTRODUÇÃO

O transporte coletivo urbano por ônibus exerce grande influência no funcionamento de um centro urbano, pois é um importante meio de integração entre as áreas de uma cidade e é uma opção alternativa ao transporte particular, visto que o excesso de uso de modos de transporte individuais mostra-se insustentável, com geração de congestionamentos e poluição ambiental.

O meio urbano evolui de forma que se criam alguns corredores de circulação mais utilizados para atender à demanda de transporte da população. Para um transporte público de boa qualidade, é necessário que estes corredores façam parte das linhas de rede de trânsito do modo coletivo e que conectem e sirvam as áreas de maiores demandas de forma rápida, com frequência adequada e capacidade suficiente para toda a população que usará estas linhas.

Em vista da importância do transporte público, é então necessário um bom planejamento das redes de trânsito, além de constante análise da efetividade destas redes, para garantir o funcionamento do serviço e facilidade e utilidade ao usuário.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar a área e população atendidas pelo traçado das atuais redes e linhas de circulação do transporte coletivo urbano na cidade de São Carlos e propor possíveis melhorias a partir dos resultados obtidos, além de mostrar a aplicabilidade do estudo para outros municípios. O objeto de estudo para este trabalho foi o conjunto de linhas de circulação do transporte coletivo urbano por ônibus que operam atualmente no município.

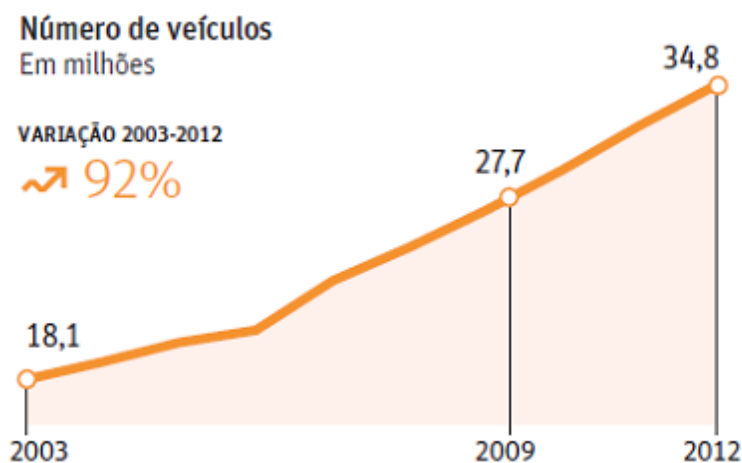
1.2 Justificativa

O funcionamento do transporte coletivo urbano é um direito garantido pela Constituição Federal, desde 1988, reconhecido como caráter essencial dos municípios, tem grande importância na atualidade e a tecnologia está sempre inovando este sistema. Ainda há necessidade de melhoria, para garantir a funcionalidade dinâmica do sistema viário das cidades. A cidade de São Carlos possui grande demanda por este serviço e há disponibilidade de pesquisa com usuários, visto que o transporte público é muito utilizado na cidade.

2. O TRANSPORTE COLETIVO URBANO

O transporte coletivo urbano é de grande importância para a garantia da qualidade de vida e desenvolvimento das cidades contemporâneas. A maioria das cidades desenvolvidas não funciona bem sem uma boa rede de transporte público e sistemas confiáveis de transporte urbano para os residentes (DODSON et al., 2011). Com o desenvolvimento econômico alcançado nos últimos anos, a frota de automóveis particulares aumentou, como exposto, em 2014, pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2014), conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Variação da frota de veículos particulares



Fonte: ANTP (2014)

Este aumento pode ser justificado pela vantagem que os automóveis particulares possuem em relação ao coletivo: transporte “porta-a-porta”, livre escolha do trajeto, consecução do deslocamento no horário mais conveniente, entre outros. Porém, o Transporte Público Urbano (TPU) exige menos de 10% de área viária em comparação com o transporte particular (RECK, 2010). A comparação entre o consumo de espaço de uma mesma quantidade de pessoas ocupando um ônibus e automóveis está evidenciada na Figura 2.

Figura 2 - Consumo de espaço ônibus/carro particular



Fonte: Toco (2016)

Além disso, o transporte particular mostra-se difícil de ser atendido pelas cidades, visto que traz novos custos para criar melhorias suficientes para comportar essa demanda, além de constantes problemas, como congestionamentos e má condição das vias. Ljungberg (2005) evidencia que o favorecimento ao transporte por ônibus reduz o tráfego de carros, assumindo que alguns motoristas mudem para o transporte público, o que melhora o tráfego para os carros remanescentes e diminui a gravidade de alguns dos problemas citados anteriormente.

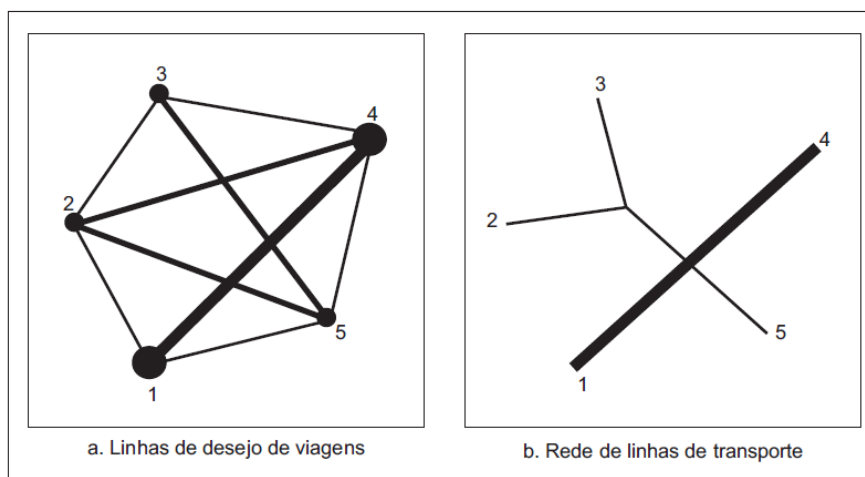
De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011), o transporte público opera em 85% dos municípios brasileiros e, nas áreas metropolitanas, é responsável por 51% do total de viagens motorizadas, se aproximando de 11 milhões de deslocamentos por transporte público.

Deve-se lembrar, também, que o ônibus é o modo mais utilizado devido à capacidade de reaproveitamento da infraestrutura viária já instalada na maioria das cidades brasileiras. Esta capacidade possibilita o TPU de estar constantemente em mudança para se adequar à própria dinâmica urbana, tanto em termos quantitativos quanto à tecnologia dos veículos (RECK, 2010).

Com o objetivo de garantir um bom funcionamento deste importante

segmento, evitando, assim, custos extras ao país, uma opção bastante efetiva é o planejamento da rede de itinerários do transporte coletivo urbano. As redes de transporte público urbano interagem e causam impacto nos ambientes econômico, institucional, temporal e físico da cidade que se desenvolvem (DANIELS; MULLEY, 2012). O projeto destas redes é feito com a demanda origem-destino da população, criando uma matriz O-D e uma representação gráfica da mesma, onde os centroides das zonas da cidade são ligados por linhas e as larguras das linhas são proporcionais à demanda (FERRAZ; TORRES, 2004), como representado na Figura 3.

Figura 3 - Exemplos de matrizes O-D dos desejos de viagens e da rede de linhas



Fonte: Ferraz e Torres (2004)

Reck (2010) afirma que, historicamente, os sistemas de linhas de ônibus foram se implantando irracionalmente, nem sempre de acordo com interesses da comunidade envolvida. Esta implantação irracional, por falta de planejamento prévio, acaba exigindo futuras medidas para solucionar os problemas gerados pela mesma. Porém, estas soluções mostram grandes dificuldades e altos custos para serem aplicadas. Estes problemas podem ser evitados caso haja um bom planejamento da rede de linhas, que possibilite o desenvolvimento e adaptação das mesmas.

Pela perspectiva dos usuários, Daniels e Mulley (2012) organizaram os principais princípios, apresentados na Tabela 1, para o planejamento da rede de linhas.

Tabela 1 - Principais princípios para o planejamento de rede de linhas

Princípios	Descrição
Cobertura	Cobertura espacial das origens e destinos abrangidos pela rede.
Frequência	Frequência de serviço, muitas vezes alcançada através da construção de serviços em corredores (corredores de alta frequência). O serviço frequente reduz o tempo de espera, que é fortemente ponderado no tempo total de viagem.
Legibilidade	Capacidade da rede de ser compreendida pelos usuários e potenciais usuários para maximizar as oportunidades de viagem. O intercâmbio na viagem cria uma perda estimada de 17 minutos no tempo de viagem dentro do veículo.
Retidão	Serviços diretos reduzem o tempo de viagem. A retidão também pode afetar a legibilidade da rede. Uma rota direta poupa até 30% dos custos, embora os custos e benefícios de torná-las diretas possam afetar diferentes grupos demográficos.

Fonte: Daniels e Mulley (2012)

No entanto, estes princípios são, muitas vezes, limitados por outros aspectos do espaço urbano, como distribuição de uso do solo, demanda (prejudica a criação de corredores de alta frequência) e a topografia. Daniels e Mulley (2012) explicam que o efeito da topografia nos princípios de planejamento de redes de linhas de ônibus é direto, pois em áreas íngremes há a necessidade de pontos de ônibus mais próximos e as rotas precisam evitar ruas íngremes, estreitas, tortuosas ou de sentido único, que são características determinadas principalmente pela topografia do local.

Grande parte dos usuários do TPU é cativa deste sistema, pois não possui veículos particulares ou não é conveniente usá-los no dia-a-dia. Além disso, há uma grande parcela que não possui condições econômicas para pagar altas tarifas pelo serviço, gerando uma constante busca pelo equilíbrio entre a tarifa e o planejamento e qualidade de serviço. Para obtenção desse equilíbrio, Reck (2010) comenta a necessidade de conciliação de interesses de três grupos, os usuários, operadores e o poder público. As preocupações distintas quanto ao desempenho do sistema por cada um destes grupos, de acordo com Reck (2010), estão sucintamente dispostas

na Tabela 2.

Tabela 2 - Preocupações dos grupos relacionados ao TPU

Grupos	Preocupações
Usuários	Para decisão de como, onde e quando usar o TPU, ponderam atributos como: regularidade, tempo de deslocamento, conforto, preço da tarifa, acessibilidade.
Operadores	Se encarregam de administrar e fazer funcionar o sistema de transportes. Preocupam-se com variáveis relacionadas aos custos e receitas na oferta do serviço.
Poder Público	Sendo o responsável legal pelo TPU, deve regulamentar, planejar, programar e fiscalizar a execução dos serviços. Também resolve conflitos de interesse entre usuários e operadores.

Fonte: Reck (2010)

Para Rodrigues (2006), outra necessidade do TPU é a revisão de políticas de transporte, de forma que possibilitem um equilíbrio entre os diversos modos de transporte e garantam, para a população das cidades, uma melhor qualidade de vida, eficiência da infraestrutura e de serviços públicos e minimização de impactos ambientais.

Para a elaboração de redes de transporte público, Reck (2010) apresenta algumas considerações relevantes:

- De início, a rede é efetuada a partir do atendimento à área central da cidade, em geral, com o traçado de algumas linhas radiais e diametrais;
- O número de linhas de ônibus deve ser limitado, de modo que o sistema seja de fácil compreensão ao usuário e ofereça uma boa forma de utilizá-lo, dando preferência a poucas linhas com alta frequência ao invés de muitas linhas com baixa frequência;
- É preferível que os itinerários de “ida e volta” sejam o mais semelhantes possível;
- É importante garantir que a maioria dos deslocamentos seja atendida com apenas uma transferência, para diminuir o tempo total das viagens e evitar a migração do passageiro para o transporte privado;

- Deve-se usar o mínimo de vias possível, de forma a facilitar a compreensão do usuário, e possibilitar a integração entre linhas; e
- As transferências, quando necessárias, não devem ser desencorajadas com tarifação suplementar se não houver compensação para o usuário (rapidez, conforto, frequência de serviço).

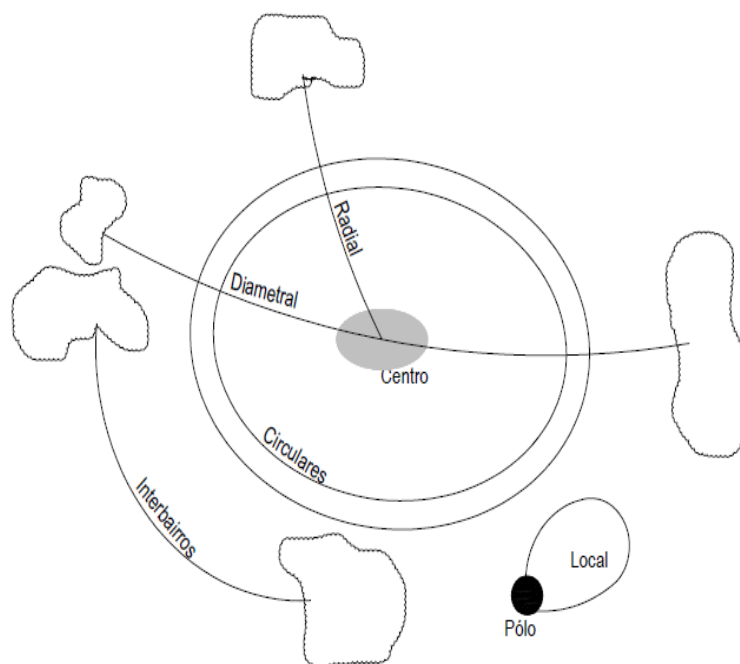
2.1 Classificação das linhas das redes

As linhas das redes do TPU são comumente classificadas segundo o traçado e função das mesmas. De acordo com Ferraz e Torres (2004), as classificadas pelo traçado são:

- Radial: linha que liga a área central (onde, em geral, há grande concentração de atividades comerciais e de prestação de serviços) a outra região da área urbana;
- Diametral: linha que conecta duas ou mais regiões, passando pela região central;
- Circular: linha que conecta várias regiões da cidade, formando um circuito fechado, como se fosse um círculo e, no caso mais comum, com a zona central localizada aproximadamente no centro do círculo. Em alguns casos, utilizam-se linhas circulares passando pela área central. Em geral, são utilizados pares de linhas circulares operando em sentidos opostos, para reduzir a distância e o tempo das viagens;
- Interbairros: linha que conecta duas ou mais regiões da cidade sem passar pela área central, com o objetivo de atender com viagens diretas a um ou mais polos de atração importantes; e
- Local: linha cujo percurso se encontra totalmente dentro de uma região da cidade (onde se localizam um ou mais bairros), também com o objetivo de atender com viagens diretas a um ou mais polos de atração importantes.

A Figura 4 expõe graficamente estes diversos tipos de linhas.

Figura 4 - Tipos de linhas de acordo com o traçado



Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Ferraz e Torres (2004) também classificam as linhas de transporte público segundo a função:

- Convencional: linha que executa simultaneamente as funções de captação dos usuários na região de origem, transporte da origem até o destino e distribuição na região de destino;
- Troncal: linha que opera em um corredor onde há grande concentração de demanda, com a função principal de realizar o transporte de uma região à outra da cidade;
- Alimentadora: linha que opera recolhendo usuários em uma determinada região da cidade e deixando-os em uma estação (terminal) de uma linha troncal e, também, pegando usuários na estação (terminal) de uma linha troncal e distribuindo-os na região a que atende. Tem, portanto, a função principal de captação e distribuição da demanda;

- Expressa: linha que opera com pouca ou nenhuma parada intermediária para aumentar a velocidade operacional, reduzindo, assim, o tempo de viagem. Também é comum o emprego do termo semi-expressa para designar as linhas com poucas paradas intermediárias;
- Especial: linha que funciona apenas em determinados horários (normalmente horários de pico), ou em eventos especiais; e
- Seletiva: linha que realiza um serviço complementar ao transporte coletivo convencional, com preço maior e melhor qualidade. É o caso dos ônibus ou micro-ônibus executivos, que só transportam pessoas sentadas, ligando uma região da cidade à zona central ou pontos importantes, como estações de trem, aeroportos, zonas comerciais, entre outros.

Reck (2010) classifica as linhas também no aspecto de jurisdição:

- Municipais: internas aos municípios;
- Suburbanas: quando interligam dois ou mais municípios conurbados;
- Diametrais: interligam dois bairros passando ou tangenciando a área central;
- Circulares: linhas que têm itinerário perimetral a uma região, percorrendo-o num único sentido e com apenas um ponto terminal, atendendo a função de captação/distribuição, principalmente, para os deslocamentos em áreas densas (centros) ou rarefeitas (novos loteamentos);
- Radiais Envolventes: com características simultâneas das radiais e circulares;
- Setoriais: linhas com itinerário totalmente contido em um bairro ou setor; e
- Interbairros: interligam dois bairros ou setores sem passar pela área central.

As linhas planejadas devem atender a demanda urbana de forma eficiente, passar pelos principais polos de atração de viagens, garantir boa acessibilidade a pé e, na medida do possível, serem diretas e claras, com preferência ao uso de vias de boa qualidade para garantir conforto e rapidez nas viagens. De acordo com Reck (2010), a maioria dos deslocamentos das diversas partes da cidade é orientada para o núcleo central da mesma, de forma que as rotas mais importantes do transporte devem, em princípio, atingi-lo. Haverá constante necessidade de extensão de linhas existentes ou criação de novas linhas de acordo com a criação de novas áreas

urbanas.

2.2 O transporte público coletivo e redes em São Carlos

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010a), a população estimada de São Carlos em 2016 era de 243.756 habitantes e a frota veicular era de 168.199 veículos, como mostrado na Tabela 3. Sendo assim, o índice de motorização no município era de 69 veículos/100 habitantes, um valor elevado, próximo do referente à capital do Estado, São Paulo (68 veículos/100 habitantes) e abaixo da capital do Paraná, Curitiba (77 veículos/100 habitantes), sendo que estas duas contam com sistemas modelo de BRT no transporte público.

Tabela 3 - Frota de veículos em São Carlos (2010a)

Tipo	Quantidade
Automóveis	109.916
Caminhões	4.080
Caminhões-trator	629
Caminhonetes	11.958
Caminhonetas	6.318
Micro-ônibus	453
Motocicletas	29.269
Motonetas	4.058
Ônibus	444
Tratores	12
Utilitários	1.062
Total	168.199

Fonte: IBGE (2010a)

Rodrigues (2006) afirma que o elevado índice de motorização que se mantém no município, além de toda a frota flutuante de veículos de usuários que não são da cidade mas estão na mesma em grande parte do tempo, gera um grande número de viagens de automóvel por habitante, o que reflete negativamente no transporte público por ônibus, pois, com algumas exceções, como faixa exclusiva para coletivos, os dois tipos de veículos (particular e coletivo) utilizam o mesmo espaço viário para as viagens, pois ainda há falta dessa estrutura no município atualmente.

A cidade de São Carlos possui uma estrutura de distribuição urbana radial-concêntrica. A geração de viagens por transporte urbano acontece em grande maioria pela existência de dois distritos industriais e as universidades (UFSCar,

USP, Unicep), que estão localizados fora da região central (FERREIRA; KILLER; TRINDADE, 2014), criando a demanda por viagens que predominantemente atravessam o centro da cidade.

A maior parte das linhas de transporte público da cidade é diametral, e a falta de planejamento técnico para expansão ou criação de novas linhas para atender as novas regiões da cidade acabou criando sobreposições, afetando tanto a eficiência quanto a qualidade das mesmas.

Em 2017, a empresa operadora no município era a Suzantur, a tarifa de utilização do serviço era de R\$3,50 e algumas linhas foram mescladas para melhorar a eficiência do transporte.

As linhas regulares em funcionamento estão disponíveis no site da empresa (<http://www.suzantur.com.br>) e foram transcritas para a Tabela 4.

Tabela 4 - Linhas do transporte público de São Carlos (Suzantur) (continua)

Linha	Itinerário
01	Pacaembu x Estação Norte
03	Castelo Branco x Estação Norte
04	Vila São José x Redenção
05	Redenção x Vila São José
06	Vila São José x Vila Marcelino
08	Maria Stella Fagá x SESI
10	Estação Fepasa x São Carlos VIII
11	Circular
12	Vila Izabel x Santa Paula
13	Romeu Tortorelli x Astolpho L. Prado
14	Redenção x Santa Paula
17	Vila Nery x Jd. Maracanã
18	Vila Nery (casa de Saúde) x Cidade Aracy II
20	M.S. Fagá x Shopping
23	Antenor Garcia x USP II
24	Azulville x Santa Casa
25	Santa Maria x SESI
26	Jd. Paulistano x Jd. Cruzeiro do Sul
27	Antenor Garcia x Santa Felícia
28	Jd. Decreci x Redenção
30	Redenção x Jóquei Clube
31	M.S. Fagá x Jd. Medeiros

Tabela 4 - Linhas do transporte público de São Carlos (Suzantur) (continuação)

Linha	Itinerário
32	Jd. Paulistano x Cruzeiro do Sul
33	Cruzeiro do Sul x Jacobucci
34	Pq. Douradinho x Pq. Novo Mundo
35	Jóquei Clube x Centro Comunitário
36	Jd. Paulistano x Jd. Maracanã
37	Jacobucci x Jd. Beatriz
38	Pq. Fher x Jd. Gonzaga
40	Santa Felícia x Antenor Garcia
41	Arnon de Mello x Cidade Aracy
42	Shopping x Azulville
43	Shopping x Jóquei Clube
44	Estação x Água Vermelha
45A	Posto Castelo
45B	Pq Fher x Posto Rubi
45C	Estação x Posto Graal
46	Jd. Novo Horizonte x Pq. Fher
47	Jd. Dona Francisca x Pq. Fher
49	Arnon de Mello x Jd. Medeiros
51	Jd. Botafogo x Jóquei Clube
52	Santa Eudóxia x Estação Fepasa
53	Joquey Clube x M.S. Fagá
54	Jd. Embaré x M.S. Fagá
55	Antenor Garcia x Arnon de Mello
56	Pq. Douradinho x Santa Casa
57	Pq. Douradinho x Pacaembú
58	Samambaia x Estação
60	Jd. Zavaglia x Mercado
61	Jd. Araucária x Mercado
62	Cedrinho x Estação Fepasa
63	Jd. Novo Horizonte x Rodoviária
64	Estação Norte x UFSCar USE
65	Planalto Verde x Mercado
66	Abdelnur x Mercado

3. QUALIDADE NO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

O funcionamento do sistema de transporte público em um município afeta toda a população ligada ao mesmo, seja o governo que o proporciona, os empresários do ramo, os usuários, os trabalhadores e também a comunidade local. O bom desempenho e a qualidade deste serviço afetam diretamente a usabilidade do mesmo. Um exemplo claro é que, sobre problemas como velocidades de circulação baixas em grandes centros, sendo verdade ou não, as manifestações populares sempre se iniciam com a condicional “se existisse um transporte público de boa qualidade...”, completada por uma intenção de aderir a ele (NTU, 2008).

De acordo com Ferraz e Torres (2004), a qualidade global do sistema de transporte público urbano é uma visão geral do nível de satisfação de toda a população envolvida, onde existem objetivos, direitos e obrigações definidos para cada um. O governo busca proporcionar um transporte urbano coletivo de qualidade, e deve planejar e gerir este sistema; os empresários buscam retorno econômico e reconhecimento, enquanto são responsáveis por pagamentos, investimentos, controle e recursos humanos em geral; os usuários objetivam transporte público de qualidade e baixo custo, e devem ter um comportamento adequado para o uso do mesmo; os trabalhadores procuram salários justos e condições de trabalho agradáveis; e a comunidade deseja um sistema de transporte público que não cause impactos negativos no meio ambiente, no espaço público, nas aparências físicas ou na segurança e qualidade de vida da mesma, e tem a obrigação de apoiar o desenvolvimento e sucesso deste sistema.

Dentro desta visão geral de qualidade, o enfoque principal é o usuário. Lima Júnior (1995) afirma que a qualidade corresponde à diferença entre as expectativas dos usuários e a percepção que tiveram do serviço prestado, enquanto a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2008) evidencia que a qualidade do serviço reflete a percepção do passageiro quanto a diversos fatores, como conforto e disponibilidade.

Em geral, um sistema de transportes é composto por infraestrutura (vias e terminais), veículos, pessoas e um conjunto de processos, interligados por uma organização e buscando gerar benefícios em relação à utilidade de tempo, espaço e

estado (LIMA JUNIOR, 1995). Uma viagem por transporte coletivo urbano se trata do percurso a pé da origem do movimento até o local de embarque ao transporte, a espera pelo veículo coletivo, a locomoção dentro deste, a integração entre coletivos (quando necessária), o trajeto a pé do local de desembarque até o destino final, o possível tempo de espera no destino final (como no caso de um trabalhador que chega antes do horário de serviço) e também o trajeto inverso, quando o usuário usa o mesmo sistema para retornar, terminando a viagem na volta à origem do movimento, que, no retorno, é o destino final.

3.1 Principais fatores de qualidade no transporte público

A qualidade de um serviço pode ser avaliada através de diversos fatores. Ferraz e Torres (2004) usam de doze fatores para qualificar o transporte público urbano: acessibilidade, frequência de atendimento, tempo de viagem, lotação, confiabilidade, segurança, características dos veículos, características dos locais de parada, sistema de informações, conectividade, comportamento dos operadores e estado das vias. Em seguida, são caracterizados cada um destes fatores.

3.1.1 Acessibilidade

A acessibilidade é relacionada aos percursos do ponto de início da viagem até o local de embarque no transporte coletivo e do local de desembarque até o ponto de chegada. É importante verificar tanto a distância percorrida nestes percursos quanto a comodidade e facilidade nos mesmos.

3.1.2 Frequência de atendimento

A frequência de atendimento é refletida pelo tempo de intervalo entre a passagem dos veículos de transporte público em uma linha. Este fator é considerado de grande importância, visto que o intervalo entre veículos consecutivos influencia diretamente no tempo de espera do usuário pelo serviço, incentivando ou não o uso do mesmo.

3.1.3 Tempo de viagem

O tempo de viagem é o tempo gasto no trajeto percorrido no interior do veículo. Este fator é dependente do grau de separação das vias de transporte

público das demais, das condições das vias, da distância entre pontos de parada, da velocidade média de transporte, do nível de tráfego nas vias, da disposição das linhas e da tecnologia dos veículos. Este fator é importante, pois é frequentemente usado para comparar e avaliar a preferência do transporte público ao automóvel particular.

3.1.4 Lotação

A lotação diz respeito ao número de passageiros no interior dos veículos e é importante observar se há desconforto causado pelo número excessivo de passageiros em pé.

Este fator também reflete a capacidade do sistema de atender ou não à demanda da região e é avaliado através da taxa de pessoas em pé por metro quadrado que ocupam o espaço livre no interior dos veículos.

3.1.5 Confiabilidade

A confiabilidade pode ser definida com os conceitos de pontualidade e efetividade, ou o grau de certeza dos usuários de que os horários de funcionamento das linhas serão cumpridos. Este fator é avaliado através do número de viagens não concluídas ou concluídas com atraso maior que cinco minutos ou adiantamento maior que três minutos por número total de viagens.

3.1.6 Segurança

A segurança, em geral, compreende o número de acidentes de trânsito envolvendo os veículos e também atos de violência no interior dos veículos e locais de parada. Os atos de violência, todavia, são considerados problemas de segurança da comunidade que extrapolam o sistema de transporte público. Portanto, neste sistema, este parâmetro é avaliado apenas pelo índice de acidentes de trânsito significativos envolvendo a frota de veículos de transporte público a cada 100 mil quilômetros percorridos.

3.1.7 Características dos veículos

As características dos veículos que influenciam diretamente na comodidade dos usuários são, de acordo com Rodrigues (2006): temperatura interna, ventilação,

ruído, aceleração/desaceleração, altura dos degraus, largura das portas e disposição e material dos assentos. Há também influência pela quantidade de portas, que melhora ou piora a circulação dos passageiros no interior do veículo, além de influenciar nos tempos de operação de embarque e desembarque.

A avaliação deste fator é com base na idade dos veículos, número de portas, largura do corredor, altura dos degraus das escadas e estado de conservação do veículo.

3.1.8 Características dos locais de parada

Nos locais de parada, é importante a existência de sinalização adequada e acessórios que garantam conforto, informação e segurança aos usuários, como cobertura, calçadas largas e bancos. A avaliação é feita através da presença ou não de sinalização adequada, cobertura e bancos para sentar.

3.1.9 Sistema de informações

O sistema de informações envolve a distribuição de folhetos com horários e itinerários das linhas, numeração e nomeação de linhas, intervalos de passagem; mapa geral simplificado da rede de linhas nas estações e no interior dos veículos, fornecimento de informações verbais pelos motoristas e cobradores e quiosques para fornecimento de informações e recebimento de sugestões e reclamações. É importante que o sistema de informações seja eficiente e simples, visto que deve ser compreendido não só pelos usuários regulares do sistema de transporte público, mas também pelos usuários eventuais, sejam eles da região ou não.

O sistema é avaliado a partir da presença dos folhetos informativos com linhas e horários, informações nos pontos de paradas e da existência de postos de atendimento aos usuários.

3.1.10 Conectividade

A conectividade é relacionada ao grau de facilidade de deslocamento dos usuários entre dois pontos quaisquer da cidade, de acordo com a porcentagem de viagens que não necessitam de transbordo entre veículos e pelas características dos transbordos, quando necessários. O ideal nas viagens seria que as mesmas fossem feitas diretamente e sem transbordo. Porém, nem sempre é possível, mesmo com

boas configurações da rede, por razões econômicas e financeiras.

É recomendável, então, que o transbordo entre veículos seja feito com integração física e tarifária, sendo a primeira realizada através de presença de bancos para sentar e cobertura nos pontos de transbordo e a última através de redução da taxa na segunda viagem (valor significativamente menor ou gratuito).

A avaliação de conectividade depende da porcentagem de viagens que necessitam transbordo, tempo de espera entre viagens e existência de integração física e tarifária.

3.1.11 Comportamento dos operadores

De acordo com Rodrigues (2006), a conduta e o comportamento profissional dos funcionários podem gerar uma significativa contribuição para a percepção do serviço por parte do usuário, visto que o contato entre estes é direto. Tanto o motorista quanto o cobrador devem se atentar em tratar os passageiros com respeito, responder às perguntas dos usuários com cortesia, não falar palavras inconvenientes e, para o motorista, também conduzir o veículo com habilidade e cuidado e esperar que os passageiros terminem de embarcar e desembarcar antes de fechar as portas e iniciar o movimento do veículo.

A avaliação desse comportamento é baseada na habilidade e cuidado na direção dos condutores e a prestatividade e educação de ambos: motorista e cobrador.

3.1.12 Estado das vias

A importância do estado das vias vem do estado da superfície de rolamento, a fim de evitar solavancos causados por buracos, lombadas e valetas, manter um controle adequado de velocidade e também da sinalização adequada no trajeto, para garantir a segurança dos usuários e trabalhadores.

Este fator é avaliado pela existência ou não de pavimentação, buracos, lombadas, valetas pronunciadas e sinalização adequada.

3.2 Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus

Os padrões de qualidade para o planejamento e avaliação do sistema de

transporte público são definidos através das opiniões dos usuários e de avaliações técnicas. Ferraz e Torres (2004) definiram uma base destes padrões dividindo os fatores de qualidade entre os parâmetros bom, regular e ruim, como exposto no Quadro 1. O fator acessibilidade, como definido neste quadro, foi usado para definição de área atendida nos resultados deste trabalho.

Quadro 1 - Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus (continua)

Fatores	Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade	Distância de caminhada no início e fim da viagem	< 300	300-500	> 500
	Declividade dos percursos não exagerada por grandes distâncias, passeios revestidos e em bom estado, segurança na travessia das ruas, iluminação noturna, etc.	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Frequência de atendimento	Intervalo entre atendimentos (minutos)	< 15	15-30	> 30
Tempo de viagem	Relação entre o tempo de viagem por ônibus e por carro	< 1,5	1,5-2,5	> 2,5
Lotação	Taxa de passageiros em pé (pass/m ²)	< 2,5	2,5-5,0	> 5,0
Confiabilidade	Viagens não realizadas ou realizadas com adiantamento maior que 3 min ou atraso maior que 5 min (%)	< 1,0	1,0-3,0	> 3,0
Segurança	Índice de acidentes (acidentes/100 mil km)	< 1,0	1,0-2,0	> 2,0
Características dos ônibus	Idade e estado de conservação	Menos de 5 anos e em bom estado	Entre 5 e 10 anos e em bom estado	Outras situações
	Número de portas e largura do corredor	3 portas e corredor largo	2 portas e corredor largo	Outras situações
	Alturo dos degraus, sobretudo do primeiro	Pequena	Deixa a desejar	Grande
	Aparência	Satisfatória	Deixa a desejar	Insatisfatória
Características dos locais de parada	Sinalização	Em todos	Falta em alguns	Falta em muitos

	Cobertura	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Banco para sentar	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Aparência	Satisfatória	Deixa a desejar	Insatisfatória

Fonte: Ferraz e Torres (2004)

Quadro 1 - Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus (continuação)

Fatores	Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Sistema de informações	Folhetos com itinerários e horários disponíveis	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Informações adequadas nas paradas	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Informações e reclamações (pessoalmente ou por telefone)	Sim	Sim, porém precário	Não existem
Conectividade	Transbordos (%)	< 15	15-30	> 30
	Integração física	Sim	Sim, porém precária	Não existe
	Integração tarifária	Sim	Não	Não
	Tempo de espera nos transbordos (min)	< 15	15-30	> 30
Comportamento dos operadores	Motoristas dirigindo com habilidade e cuidado	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Motoristas e cobradores prestativos e educados	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Estado das vias	Vias pavimentadas e sem buracos, lombadas e valetas e com sinalização adequada	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Ferraz e Torres (2004)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A evolução deste estudo, até a obtenção dos resultados almejados, se deu em várias etapas.

De início, em busca de melhor entendimento do assunto escolhido, foram estudadas diversas publicações acerca do mesmo, que ajudaram tanto na definição do desenvolvimento necessário para o alcance dos resultados quanto na interpretação dos mesmos. Esta revisão bibliográfica se tornou, então, uma base de dados, contendo resultados de pesquisas similares em anos anteriores e em locais diferentes, mas também evidenciou a importância do estudo, que forneceria dados mais atualizados e realísticos do atendimento e disposição do transporte coletivo de São Carlos.

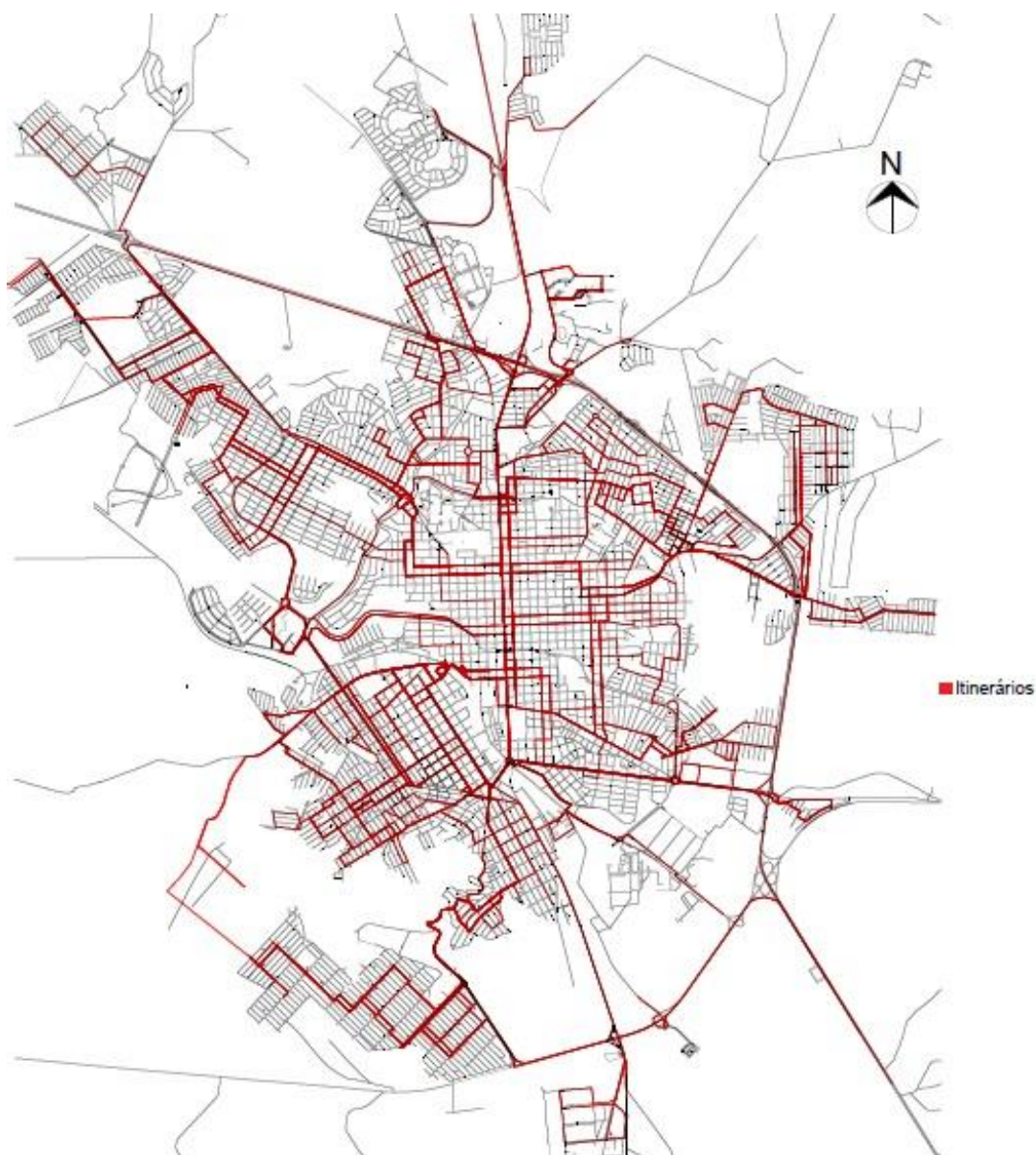
O desenvolvimento se deu através da consulta à empresa responsável pelo transporte público na cidade, Suzantur, a qual forneceu informação sobre as rotas de todas as linhas vigentes na cidade, que haviam sofrido alterações recentes na busca de otimização do serviço. O conhecimento obtido foi usado junto ao AutoCAD, software de desenho auxiliado por computador, para gerar mapas que explicitam as rotas de linhas e toda a área atendida pelo sistema de transporte coletivo urbano por ônibus em São Carlos.

Enfim, usou-se o QGis, software de informação geográfica com dados georreferenciados para obter um mapa com dados de concentração populacional por setor censitário da cidade de São Carlos, fornecidos pelo IBGE. Ao exportar o mapa do QGis para o AutoCAD e assim cruzar as informações dos mapas ao calcular as áreas atendidas de cada um dos setores censitários e multiplica-las pela densidade demográfica dos mesmos, foi possível determinar a abrangência de atendimento populacional do transporte coletivo urbano em São Carlos.

5. RESULTADOS

Para determinar o atendimento que a rede de transporte público de São Carlos oferece à população, foi executado o mapeamento atualizado dos itinerários das linhas de transporte público, disponibilizados pela empresa atuante Suzantur, como no mapa da Figura 5, que também pode ser observado, expandido, no Apêndice A.

Figura 5 - Mapa dos itinerários das linhas do transporte público em São Carlos (sem escala)

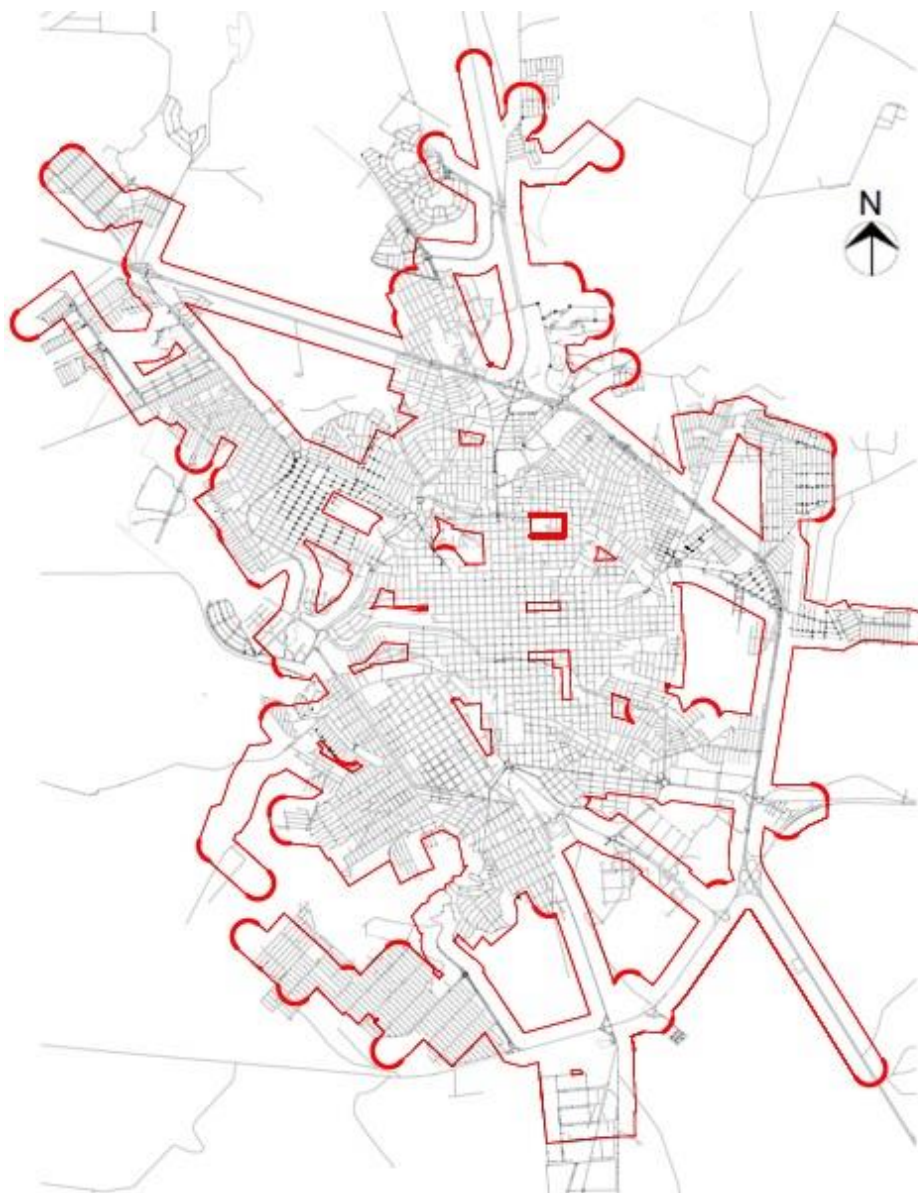


Fonte: Autoria própria

A partir do mapa das linhas, determinou-se uma distância perpendicular que

garantisse a acessibilidade qualificada como “boa”, que, de acordo com o padrão de qualidade estabelecido no Quadro 1, seria uma distância menor que 300 metros. Para garantir essa qualidade e ainda compensar acíves, calçadas estreitas e outras condições desfavoráveis à caminhada, condições essas que são bastante presentes em São Carlos em geral, foi adotado então o máximo de 200 metros até as linhas como distância atendida e, considerando esta distância em torno de cada uma das linhas ativas, foi possível visualizar toda a área atendida por elas, como disposto na Figura 6, que também se encontra, expandida, no Apêndice B.

Figura 6 - Área do município de São Carlos atendida pelas linhas de ônibus (sem escala)

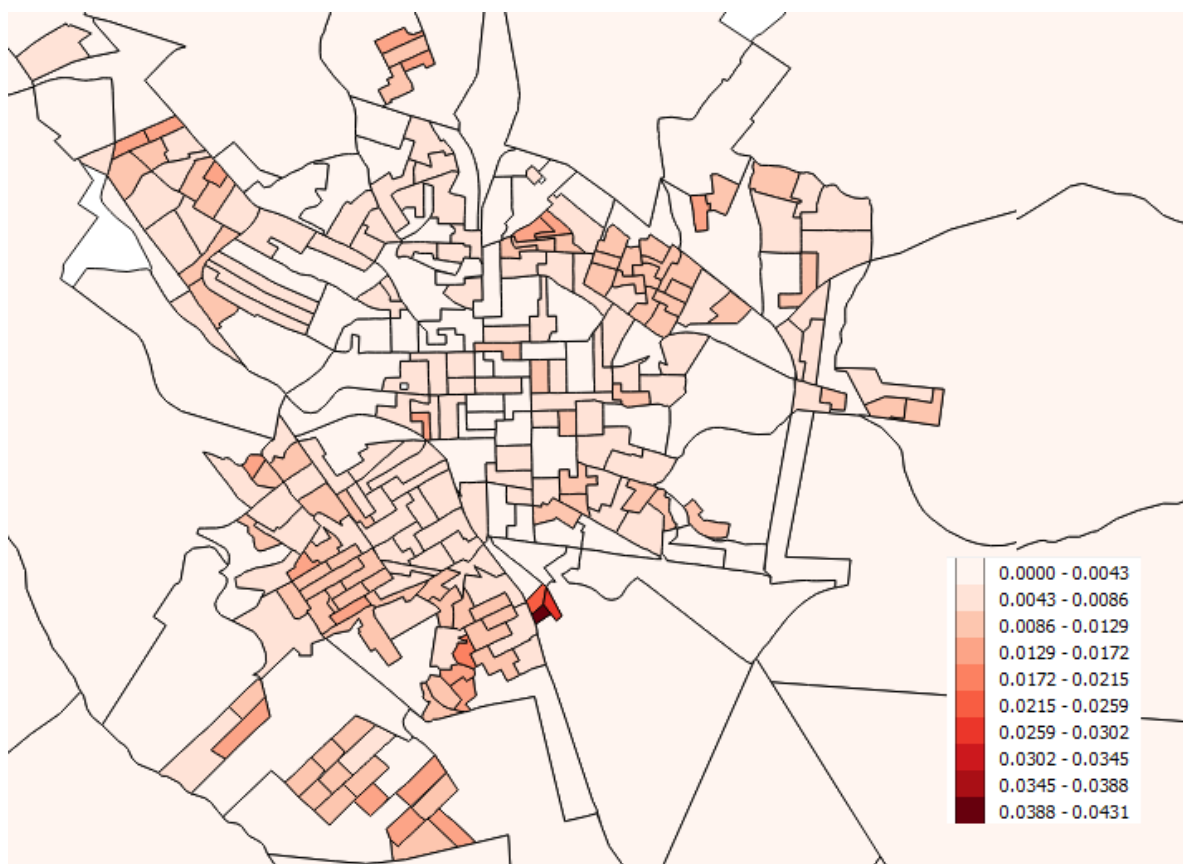


Fonte: Autoria própria

O mapa do sistema viário de São Carlos usado como base para a determinação das linhas é de 2010, o mais recente, disposto pela Prefeitura de São Carlos, no Plano Diretor do município. Por este motivo, no mesmo não estão presentes os conjuntos habitacionais Abdelnur e Planalto Verde, o residencial José Zavaglia, o bairro Jardim Araucária e o IFSP. Estas são pequenas áreas atendidas pelas linhas 60 a 66, citadas anteriormente na Tabela 4, sendo, portanto, consideradas como áreas atendidas, mesmo que não estejam presentes no mapa.

Para a determinação dos valores de população atendida, foi criado um mapa de densidade demográfica com o programa QGIS, que, usando os dados de população e a divisão do município em setores censitários e suas áreas, dispostos pelo IBGE (2010b), categorizou cada setor em faixas de densidade, dividida a população, em habitantes, pela área, em m^2 , como exibido na Figura 7.

Figura 7 - Mapa de densidade demográfica de São Carlos (habitantes/ m^2)



Fonte: Autoria própria

As áreas em comum de cada um dos setores censitários e dentro da área atendida determinada na Figura 6 foram multiplicadas pela respectiva densidade

para, de tal forma, encontrar os valores absolutos de população atendida pelo sistema. Este resultado está disposto na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados de atendimento do sistema de transporte coletivo em São Carlos

Ano dos dados analisados	Área total atendida (m ²)	População total atendida (hab)	População total não atendida (hab)	População do município no ano analisado (hab)	Parcela da população do município atendida satisfatoriamente (%)
2010	48.138.000,0	216.174	5.776	221.950	97,40

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte público urbano é vital para o funcionamento das cidades que atende, visto que é uma alternativa adequada ao transporte particular que congestiona as vias e cria diversos problemas, como poluição e acidentes de trânsito. Hoje, mostra-se bastante eficiente e incentivado, seja por necessidade ou conscientização, através de medidas como o sistema de rodízio de automóveis, cobrança de taxas por estacionamento, propagandas e informativos nos mais diversos ambientes sociais.

Apesar da importância do sistema de transporte estudado, houve a dificuldade em obter dados atualizados sobre o mesmo em São Carlos, limitando o estudo a usar os dados do ano de 2010, os mais atuais encontrados, o que mostra que ainda há dificuldade neste sistema em questão de estudos e base de dados necessários para a busca de melhorias. Através do estudo da rede de linhas do transporte coletivo urbano por ônibus em São Carlos, ficou claro que o atendimento deste sistema de transporte é bastante abrangente e está bem próximo de atender toda a população com boa acessibilidade, no quesito cobertura de atendimento.

Apesar do resultado positivo quanto à abrangência, o estudo revelou, durante o desenvolvimento, a irregularidade e a insatisfação populacional quanto ao sistema estudado. Grande parte dos usuários, abordados informalmente nas universidades e nos pontos de ônibus, se queixaram de problemas de cumprimento de horários, falta de informação quanto às linhas nos pontos e frequência das mesmas.

Consideradas estas queixas, faz-se necessário, portanto, uma pesquisa em qualidade do sistema de transporte público na cidade, visto que, mesmo com a abrangência satisfatória da rede de linhas encontrada neste estudo, o transporte coletivo urbano não pode ser caracterizado apenas pela acessibilidade, e a qualidade do funcionamento apresenta alguns pontos a serem melhorados em outros parâmetros de qualidade também, melhorias que poderão incentivar ainda mais a alternativa coletiva de locomoção, graças ao aumento da eficiência e qualidade da mesma, o que torna o uso muito conveniente e vantajoso aos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Desempenho e qualidade nos sistemas de ônibus urbanos**. 44 p. 2008.

ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana – Relatório Geral 2012**. 94 p. 2014.

DANIELS, R. MULLEY, C. Planning Public Transport Networks – The Neglected Influence of Topography. **Journal of Public Transportation**. The University of Sydney, v. 15. No. 4. 2012. p. 23-41.

DODSON, J. et al. The principles of Public Transport Network Planning: A review of the emerging literature with select examples. **Urban Research Program**, Griffith University. Mar. 2011. 27 p.

FERRAZ, A. C. P. TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004. 410 p.

FERREIRA, L. C. KILLER, N. A. TRINDADE, T. C. G. **Transporte público na cidade de São Carlos**. 33 p. Relatório. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Infográficos: frota municipal de veículos (São Carlos)**. 2010a. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 de maio. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases e referenciais: malhas digitais**. 2010b. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 10 de outubro. 2017.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Infraestrutura Social e Urbana no Brasil – subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas. **A Mobilidade Urbana no Brasil**. 35 p. 2011.

LIMA JUNIOR, O. F. **Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimento para diagnóstico**. 1995. 175 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

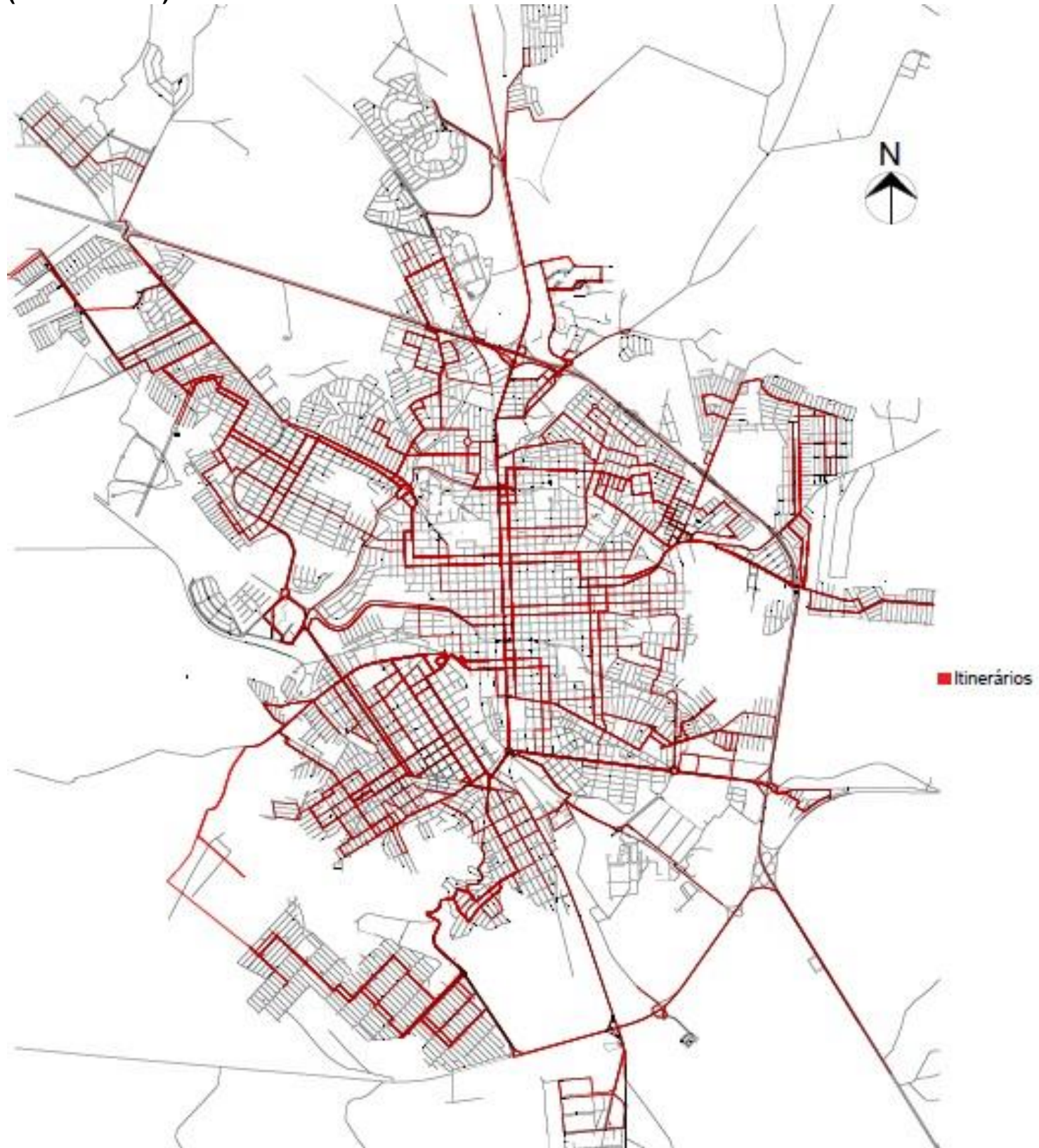
LJUNGBERG, A. Using Geographic Information System (GIS) doing CBA on new bus route systems—an empirical example of the city of Linköping. **9th Conference on Competition and Ownership in Land Transport**. 21 p. Lisbon, Portugal. 2005.

RECK, G. **Transporte Público**. Londrina: Departamento de Transporte/UFPR, 2010. 108 p. Apostila.

RODRIGUES, M. O. **Avaliação da Qualidade do Transporte Coletivo da Cidade de São Carlos**. 2006. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

TOCO, P. **BRT e o transporte de pessoas no futuro**. 2016. Pé na estrada. Disponível em: <<http://www.penaestrada.com.br/brt-e-o-transporte-de-pessoas-no-futuro>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

**APÊNDICE A – MAPA DOS ITINERÁRIOS DAS LINHAS DO TRANSPORTE PÚBLICO EM SÃO CARLOS
(SEM ESCALA)**



APÊNDICE B – ÁREA ATENDIDA PELAS LINHAS DE ÔNIBUS (SEM ESCALA)