

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**INDICADORES DE ACESSIBILIDADE PARA O
PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES
PAULISTAS DE MÉDIO PORTE**

LEANDRO NEVES ZACHARIAS

São Carlos

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**INDICADORES DE ACESSIBILIDADE PARA O
PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES
PAULISTAS DE MÉDIO PORTE**

LEANDRO NEVES ZACHARIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Rochele Amorim Ribeiro

São Carlos

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Leandro Neves Zacharias, realizada em 14/07/2021.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Rochele Amorim Ribeiro (UFSCar)

Prof. Dr. Fernando Hideki Hirosue (UFSCar)

Profa. Dra. Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão (FATEC)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

AGRADECIMENTOS

À Rochele pela orientação, conversas, conselhos e suporte que me auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa ao longo destes 2 anos e meio de pesquisa, contribuindo para minha trajetória pessoal e profissional.

Às professoras Luciana e Thaís e aos professores Edson e Fábio pelas contribuições a esta pesquisa e aos ensinamentos durante os trabalhos do Plano de Mobilidade de Araraquara.

À UFSCar e ao PPGEU, por toda a infraestrutura que possibilitou ficar horas e horas no campus e no Carlitão.

À Tatiane, pela amizade, pelas conversas (presenciais e virtuais) e pelas importantes contribuições dadas a esta pesquisa e aos trabalhos que fizemos em conjunto.

À Sandra, João Mateus, Camilo e Rodrigo pelos bons momentos durante os meses de mestrado que se passaram em São Carlos.

Aos demais da turma de mestrado de 2019.

Aos docentes e funcionários do PPGEU.

Aos meus familiares pelo suporte e apoio para que esta pesquisa pudesse ser concluída.

Ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001 – nº Processo 8882.426639/2019-01.

RESUMO

Estudos de acessibilidade vêm ganhando relevância no planejamento urbano por relacionar o uso e a ocupação do solo com sistemas de transportes, em especial, o modo coletivo. Entretanto, estes estudos focam em regiões metropolitanas e grandes cidades por preferências governamentais e pela disponibilidade de dados. Mesmo com a relevância das cidades de médio porte na rede urbana nacional, há um desconhecimento sobre a acessibilidade neste perfil de cidade. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar a acessibilidade urbana conferida pelo transporte público em cidades de médio porte. As cidades de Araraquara, Bauru, Catanduva, Limeira e São Carlos foram selecionadas pelo patamar populacional e pela disponibilidade de dados do transporte público. Dois indicadores de acessibilidade foram utilizados. Os indicadores de acessibilidade baseado na localização avaliou o percentual de oportunidades atingidas em uma viagem de 30 minutos de transporte público. O indicador de acessibilidade baseada na infraestrutura avaliou o percentual de oportunidades próximo aos pontos de embarque. Ambos os indicadores revelaram que as cidades médias possuem um padrão de elevada acessibilidade. Entretanto, há locais na periferia urbana onde a acessibilidade é drasticamente menor, evidenciando uma importante desigualdade de acesso a oportunidades. Essa desigualdade está relacionada à forma de organização e operação do transporte coletivo e pela concentração de oportunidades nas áreas centrais. Ainda, o efeito da dimensão territorial e o menor detalhamento dos dados pode interferir no resultado dos indicadores. O estudo estabeleceu a necessidade de avaliar a acessibilidade de cidades de médio porte, de modo que a continuidade da pesquisa e se mostra muito importante para consolidar ferramentas adequadas à realidade deste perfil de cidade tão importante na rede urbana nacional.

Palavras-chave: Acessibilidade. Indicadores. Cidades de Médio Porte. Planejamento de Transportes. Transporte Público. Uso do Solo.

ABSTRACT

Accessibility studies have gained relevance in urban planning as they relate land use with transport systems, especially transit. However, these studies focus on metropolitan regions and large cities due to government preferences and data availability. Even with the relevance of medium-sized cities in the urban network, there are knowledge gaps about accessibility in urban profile. The work aims to evaluate transit accessibility in medium-sized cities. The cities of Araraquara, Bauru, Catanduva, Limeira and São Carlos were chosen based on their population level and the transit data availability. Two accessibility indicators were used. The location-based accessibility indicators assessed the percentage of opportunities reached in a 30-minute transit trip. The infrastructure-based accessibility measured the percentage of opportunities close to boarding points. Both indicators revealed a pattern that accessibility in medium-sized cities reaches high values for a large part of the urban area. However, there are peripheric regions where accessibility is drastically lower, showing an inequality of access to opportunities. These inequalities are due to transit network organization and the opportunities concentration in central regions. Still, the effect of the territorial dimension and the lesser details of the data can interfere in the indicator results. The study established the need to assess accessibility in medium-sized cities, so that the continuity of the research is very important to consolidate the indicators well suited to the reality of this very important city profile in urban network.

Keywords: Accessibility. Indicators. Medium-sized Cities. Transport planning. Transit. Land-use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados espaciais das cidades selecionadas.....	26
Figura 2 – Resultado espacial do indicador de proximidade de unidades de saúde a pontos de embarque com frequência horária de 15 minutos.....	29
Figura 3 – Resultado espacial do indicador de acessibilidade a equipamentos de saúde separados por nível de complexidade.....	31
Figura 4 – Dados populacionais, de postos de trabalhos e do sistema de transporte público das cidades selecionadas	42
Figura 5 – Resultado do indicador de proximidade da população e de postos de trabalho a pontos de embarque.....	46
Figura 6 – Resultado do indicador de acessibilidade a oportunidades de emprego em uma viagem de 30 minutos do transporte público às 8h de um dia útil	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados das cidades selecionadas.....	27
Tabela 2 – Percentual de unidades de saúde de baixa, média e alta complexidade próximas a pontos de embarque servidos com frequência horária de 15 minutos (4 ônibus/hora) e 5 minutos (10 ônibus/hora).....	28
Tabela 3 – Percentual da população sem acesso a equipamentos de saúde segundo o indicador de acessibilidade a equipamentos de saúde	32
Tabela 4 – Dados populacionais, de postos de trabalhos e do sistema de transporte público das cidades selecionadas	43
Tabela 5 – Percentual da população e dos postos de trabalho próximos de pontos de embarque de frequência horária de 15 minutos.....	45
Tabela 6 – Percentual da população com acesso a postos de trabalho em uma viagem de 30 minutos do transporte público às 8h de um dia útil.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP – Código de Endereçamento Postal

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

CNT – Confederação Nacional do Transporte

GTFS – General Transit Feed Specification

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

PNMU – Política Nacional de Mobilidade Urbana

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	11
1.2	OBJETIVOS	13
1.3	JUSTIFICATIVA.....	13
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	16
2	ARTIGO 1 – ACESSIBILIDADE A ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE PELO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES MÉDIAS PAULISTAS	17
2.1	RESUMO	17
2.2	INTRODUÇÃO	17
2.3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.4	METODOLOGIA	22
2.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
2.6	CONCLUSÃO DO ARTIGO	32
3	ARTIGO 2 – ACESSIBILIDADE A POSTOS DE TRABALHO PELO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES MÉDIAS PAULISTAS	35
3.1	RESUMO	35
3.2	INTRODUÇÃO	35
3.3	REFERENCIAL TEÓRICO	37
3.4	METODOLOGIA	40
3.5	COLETA E TRATAMENTO DE DADOS	41
3.6	ADAPTAÇÃO E APLICAÇÃO DOS INDICADORES.....	43
3.7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.8	CONCLUSÃO DO ARTIGO	49
4	CONCLUSÃO GERAL	51
4.1	CONTINUIDADE DA PESQUISA	52
5	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O transporte público enfrenta uma crise sem precedentes (BRASIL, 2004). Tal crise tem raízes em fatores históricos, econômicos, políticos e sociais que se combinam e se retroalimentam, reforçando o declínio do transporte coletivo nas cidades brasileiras.

A acelerada urbanização de baixa densidade, a adoção do carro como elemento direcionador das diretrizes viárias e a reduzida prioridade política, viária e financeira conferida ao transporte público produziram um modelo de crescimento que dissociou o transporte coletivo do uso do solo (BRASIL, 2004; FERRAZ, TORRES, 2004). O resultado é o afastamento da população a oportunidades da cidade, agravando desigualdades socioespaciais e reduzindo a sustentabilidade urbana (PEREIRA et al., 2020).

Ainda, as diversas mudanças nas condições culturais, socioeconômicas e tecnológicas da população e dos governos municipais que ocorreram nas últimas décadas, além de alterações na ocupação do solo e na mobilidade urbana, agravam a crise da imagem e do modelo de planejamento e operação do transporte público.

Mesmo com este grave cenário de detração e uma iminente insustentabilidade do modelo, pouco é feito para mudar este cenário de crise do modo coletivo. Os sistemas de transporte público nas cidades brasileiras permanecem inalterados há décadas (CNT; NTU, 2017), evidenciando problemas no planejamento e na gestão do transporte público com a falta de estudos, planos, ferramentas de avaliação e metas (DODSON et al., 2011).

Sem um direcionamento adequado, o planejamento do transporte público ainda é feito com base no pensamento hegemônico das questões operacionais, econômicas, de infraestrutura e de produtividade, enquanto estudos e políticas que versam sobre acessibilidade, planejamento da rede, da conectividade e da relação do sistema de transporte com o uso do solo são pouco utilizados (DODSON et al., 2011; BRASIL, 2018; PEREIRA et al., 2020).

Dessa forma, é dada menor importância ao objetivo principal do transporte público: conectar pessoas, no tempo e no espaço, a bens, serviços, atividades e lugares (LEVINSON; KING, 2020). Bens, serviços, atividades e lugares são oportunidades espalhadas na área urbana e diferem do local de moradia, sendo necessários meios de deslocamentos para acessá-las (PEREIRA et al., 2020).

Conectar pessoas a oportunidades exprime o conceito da acessibilidade urbana, que tem sido amplamente empregado na literatura como uma das melhores medidas de qualidade de serviços de transportes (HANDY, 1993; OWEN; MURPHY, 2020).

A acessibilidade assume papel central no planejamento de transportes, uma vez que incorpora o desempenho do sistema de transporte e a distribuição de oportunidades no uso do solo na área em estudo (RAIA Jr., 2000).

A acessibilidade baseada é o objetivo último das políticas de transporte (ITF, 2019). A acessibilidade pelo transporte público depende da performance do sistema (efeito de rede, conectividade, velocidade, frequência, horário de partidas, entre outros) com a proximidade (localização dos pontos de embarque, número de oportunidades que podem ser atingidas em um determinado custo espacial, temporal, monetário, entre outros) (ITF, 2019).

No Brasil, estudos sobre o planejamento do transporte público e a acessibilidade focam nas capitais e regiões metropolitanas com a ideia de que os problemas desses locais são mais graves e urgentes – do que nas outras cidades de menor porte e relevância – dado o maior tempo de deslocamento médio diário da população (BRASIL, 2018). Outro motivo é devido à existência, disponibilidade e qualidade de dados (PEREIRA et al., 2020).

No entanto, não ter dados não significa que as outras cidades estão isentas dos problemas na mobilidade urbana. A partir da década de 1980, as cidades médias ganham destaque na rede urbana nacional quando as deseconomias de aglomeração das regiões metropolitanas começam a forçar uma descentralização de indústrias e serviços das metrópoles para esses novos centros urbanos, conferindo uma explosão populacional, novas funções e fluxos na rede urbana para as cidades não-metropolitanas (IPEA, 2011).

Desde a década de 1980, 25% da população brasileira esteve localizada em cidades com população entre 100 mil e 500 mil habitantes (STAMM et al., 2013). Em 2019, havia 274 municípios com este patamar populacional espalhados por todo território nacional (IBGE, 2019).

As cidades brasileiras de porte médio possuem um papel de grande relevância no desenvolvimento de regiões não metropolitanas dos estados e no avanço da fronteira agrícola e interiorização do país (STAMM et al., 2013). Ainda assim, há poucas iniciativas, estudos e programas acerca da acessibilidade urbana e do transporte público específicos para esse perfil de cidade. A falta de estudos específicos a este perfil de cidade e o crescimento acelerado fez com que as cidades médias reproduzissem os problemas de desigualdades socioespaciais das metrópoles em uma nova escala territorial.

A acessibilidade é sensível ao tamanho da cidade (ITF, 2019; LEVINSON; KING, 2020; PEREIRA et al., 2020), não sendo adequado a replicação de modelos de regiões metropolitanas em cidades de médio porte, reforçando a necessidade de se realizar estudos específicos sobre esse perfil de cidade.

É nesta necessidade de desenvolver estudos de acessibilidade urbana para cidades de médio porte que esta pesquisa se insere, promovendo um pioneirismo em avaliar um conjunto de cidades de médio porte sob os mesmos indicadores de acessibilidade, realizando as adaptações necessárias mediante a disponibilidade de dados e buscando compreender e identificar tendências na acessibilidade desse perfil de cidade.

1.2 OBJETIVOS

Diante do exposto na contextualização do tema, o objetivo desta dissertação é avaliar a acessibilidade urbana promovida pelo transporte público em cidades de médio porte por meio de indicadores, contribuindo para o avanço do tema de acessibilidade no planejamento do transporte público.

O estudo de caso foi realizado em Araraquara, Bauru, Catanduva, Limeira e São Carlos, todas cidades do estado de São Paulo, comparando a acessibilidade a postos de trabalho e a estabelecimentos de saúde.

1.3 JUSTIFICATIVA

A inserção do conceito da acessibilidade no planejamento se torna proeminente para iluminar as questões relacionadas ao transporte público, que necessita de qualificação, racionalização e priorização para criar cidades mais justas, integradas e sustentáveis, conectando pessoas a lugares e atividades, conforme estabelece a Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU, instituída pela Lei Federal 12.587/2012. (BRASIL, 2012).

A PNMU evidencia que o transporte público precisa ser priorizado e pensado como eixo estruturador do desenvolvimento urbano e agente redutor de desigualdades espaciais, conferindo direito e acesso à cidade e as oportunidades urbanas. Ainda, estabelece que o transporte público precisa ter metas de atendimento e universalização da oferta, monitorados por indicadores pré-estabelecidos, além do serviço prestado ser baseado em metas de qualidade e desempenho, verificados em avaliações periódicas e sistemáticas.

Mesmo com os avanços teóricos, conceituais e pragmáticos advindos da PNMU, ainda existem lacunas que precisam ser solucionadas. Uma dessas lacunas é o fato de a PNMU não esclarecer quais são as metas, os indicadores e os dados necessários para a avaliação periódica do transporte público, deixando ao cargo dos gestores locais tomarem essa iniciativa, de forma que estes, muitas vezes, não conseguem implementar e gerenciar os indicadores de planejamento (BEZERRA; MANZATO; PEIXOTO, 2020).

Outra lacuna é a inexistência de um sistema de informações atualizado, confiável e comum entre as cidades sobre a mobilidade urbana, que oriente as políticas públicas do setor (CNT; NTU, 2017), impossibilitando a comparação entre cidades para a replicação das melhores práticas.

Os indicadores de acessibilidade são ferramentas práticas, escaláveis e de fácil compreensão, interpretação e comunicação para desenvolver as políticas de transporte, avaliar modificações na rede e mensurar a relação entre o transporte e uso do solo (GEURS; VAN WEE, 2004; EL-GENEIDY; LEVINSON, 2006). Podem, inclusive, avaliar diferentes aspectos da sustentabilidade urbana e do sistema de transporte público (ITDP, 2019).

A pesquisa sobre acessibilidade urbana no Brasil tem se limitado a estudos de caso em algumas poucas cidades devido à falta de dados geolocalizados do transporte público e da distribuição espacial de serviços e atividades econômicas (PEREIRA et al., 2020). Apenas 12 das 52 cidades com população acima de 250 mil habitantes responderam que possuem dados em formato GTFS – *General Transit Feed Specification*, que é a forma universal de compartilhamento dos dados do transporte público (CNT; NTU, 2019).

A base GTFS facilita os estudos de acessibilidade urbana, pois contém informações sobre pontos de embarque, linhas, viagens, horários de chegada em cada ponto e frequências (ITF, 2019). Em comparação, nos estudos de ITF (2019), das 121 aglomerações urbanas europeias que foram avaliadas, 82 possuíam base GTFS.

Isso evidencia o quanto os estudos de acessibilidade urbana ainda precisam avançar na realidade brasileira, a começar pela produção e disponibilização de dados do sistema de transporte público.

Devido à inexistência de estudos adaptados para esse porte de cidade, a dificuldade de obtenção dos dados e recursos financeiros necessários, a baixa compreensão e capacitação de gestores e técnicos das cidades de porte médio (SANTOS, 2017), pouco se sabe sobre os problemas de acessibilidade, desigualdade socioespacial e o nível da relação entre uso do solo e transporte coletivo em cidades de médio porte.

O uso de indicadores é frequente nas políticas de transporte e possibilita a comparação no tempo, no espaço e com outros sistemas, permitindo o diagnóstico das condições de mobilidade, a identificação das melhores práticas, impacto das políticas públicas e o direcionamento de investimentos (COSTA, 2008; ITF, 2019). O propósito de indicadores é produzir informação (MAGALHÃES, 2004), mas não podem ser assumidos como ferramentas que providenciam respostas definitivas para avaliar sistemas complexos (LITMAN, 2011; GUDMUNDSSON et al., 2016).

Segundo Gudmundsson et al. (2016), os indicadores precisam ser desenvolvidos e selecionados dentro da perspectiva e prioridade local para mensurar problemas que o agente tem capacidade de agir e de acordo com os recursos disponíveis, levando em consideração as restrições de qualidade, de coleta e de processamento, visando os princípios básicos da sustentabilidade econômica, social e ambiental, cujo objetivo é informar e dar suporte ao processo decisório.

Dessa forma, os indicadores da literatura, que retratam a escala das grandes aglomerações e do sistema de transporte de média e alta capacidade, serão adaptados para a realidade das cidades médias, cuja escala é menor e o sistema de transporte público é o convencional. Logo, o efeito e a conectividade da rede é dependente da intersecção e superposição de linhas. Por fim, a disponibilidade e qualidade de dados demanda novas metodologias para o cálculo simplificado da acessibilidade pelo transporte público.

Neste trabalho serão avaliados dois indicadores de acessibilidade. Um indicador será a acessibilidade baseado na localização, medindo o percentual de oportunidades acessados em uma viagem de 30 minutos de transporte coletivo. O outro indicador será baseado na infraestrutura, quantificando o percentual de oportunidades próxima à rede de transporte coletivo. Ambos apresentam vantagens e desvantagens, como qualidade e existência de dados, capacidade de processamento, facilidade de aplicação, comunicação e interpretação dos resultados.

Como objeto de avaliação para comparação entre as cidades analisadas serão utilizados os postos de trabalho e os estabelecimentos públicos de saúde. Acessar locais de trabalho é o principal motivo de deslocamento da população nas áreas urbanas e atividade necessária à dinâmica urbana e à satisfação de necessidades individuais (CNT, NTU, 2017; PEREIRA et al., 2020). O direito de acesso universal à saúde reforça a necessidade de garantir a acessibilidade de toda a população de áreas urbanas a estabelecimentos de saúde, de modo que desigualdades no acesso afetam diretamente a qualidade de vida da população (CNT; NTU, 2017).

A análise dos indicadores pressupõe dados e metodologia confiáveis e consistentes para todas as cidades (PEREIRA et al., 2020), possibilitando comparações adequadas e embasadas. Assim como a maioria dos modelos quantitativos, a qualidade dos resultados é diretamente dependente da qualidade dos dados de entrada e a comparação entre cidades só é consistente se as fontes de dados forem homogêneas e padronizadas (ITF, 2019).

Mediante a dificuldade das cidades de porte médio de dispor de recursos financeiros e técnicos para realizar pesquisas e estudos, o uso de ferramentas e modelos, como os indicadores, podem ser alternativas menos onerosas para o planejamento de transporte, uma vez que os dados podem ser obtidos em bases comuns que servem a todas as cidades e para diversos propósitos, como os levantamentos censitários, dados de uso e ocupação do solo, dentre outros, constituindo uma representação do sistema urbano real, com as configurações e interrelações entre seus componentes (RIBEIRO, 2011).

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em capítulos, além deste de caráter introdutório, que contextualiza o tema, os objetivos e a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa.

Na sequência da introdução são apresentados ambos os artigos na forma de resultado desta pesquisa. Ambos os artigos são independentes entre si, onde cada um contém a introdução, revisão da literatura, método, resultados e discussão e aprofundam o debate da acessibilidade com base no objeto de avaliação estudado.

O capítulo 2 é o primeiro artigo desenvolvido para avaliação da acessibilidade em cidades médias, que avaliou a acessibilidade a equipamentos de saúde.

O capítulo 3 é o segundo artigo produzido, que retratou a acessibilidade a empregos nas cidades médias.

O capítulo 4 compõe uma síntese da dissertação e das conclusões obtidas com a aplicação dos indicadores em cidades médias, elucidando os pontos mais relevantes e levanta possíveis formas de continuidade da pesquisa para futuros trabalhos.

2 ARTIGO 1 – ACESSIBILIDADE A ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE PELO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES MÉDIAS PAULISTAS

2.1 RESUMO

Indicadores de acessibilidade urbana são importantes ferramentas do planejamento de transportes para avaliar desigualdades socioespaciais no acesso a serviços de saúde. O objetivo deste estudo foi avaliar a acessibilidade a equipamentos de saúde em cidades de médio porte. As unidades de saúde foram separadas em baixa, média e alta complexidade. A acessibilidade urbana foi avaliada por dois indicadores. O indicador de acessibilidade a equipamentos de saúde identificou que há desigualdades intraurbanas em cidades de médio porte. Na média das 5 cidades avaliadas, 3%, 7% e 14% da população, sobretudo de áreas periféricas, não tem acesso a equipamentos de saúde de baixa, média e alta complexidade, respectivamente, em uma viagem de 30 minutos do transporte público. O indicador de proximidade das unidades de saúde evidenciou que a organização espacial da rede de transporte público impacta na acessibilidade da população. Ambos indicadores mostram que a desigualdade de acesso a serviços de saúde ocorre pela maior concentração de unidades de saúde em áreas centrais e pelas lacunas espaciais e temporais na operação do transporte público, impactando negativamente na acessibilidade da população da periferia urbana.

2.2 INTRODUÇÃO

Estudos de acessibilidade urbana vêm ganhando relevância no contexto nacional pela necessidade de se compreender as desigualdades socioespaciais presente nas cidades brasileiras (RAIA Jr., 2000). Reduzir as desigualdades e promover o acesso integral a oportunidades de emprego, educação, lazer e saúde devem ser os objetivos das políticas de transporte, conforme definiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei Federal 12.587 de 2012 (BRASIL, 2012).

A PNMU destaca o modo coletivo como sistema de transporte prioritário e estruturante da acessibilidade, uma vez que sua função é interligar toda a área urbana e democratizar o direito à cidade e o acesso a oportunidades. Acessar oportunidades é o objetivo final dos sistemas de transportes (GEURS; VAN WEE, 2004; LEVINSON; KING, 2020). Mensurar quanto os sistemas de transportes contribuem para que as pessoas cheguem aos locais desejados

é a melhor maneira de se avaliar se as políticas de transporte estão sendo efetivas na redução de desigualdades espaciais (PEREIRA et al., 2020).

Estudos de acessibilidade urbana costumam ser prioritariamente conduzidos em regiões metropolitanas, sobretudo, pela existência, qualidade e disponibilidade dos dados (PEREIRA et al., 2020). Ademais, o governo federal tem o entendimento de que os problemas de mobilidade e acessibilidade nos grandes centros urbanos são mais importantes que nas cidades de menor porte por dois motivos: (i) o tempo médio de deslocamento diário é maior, com 43 minutos nas grandes aglomerações e 23 minutos no restante do Brasil; e (ii) impactam um maior número de pessoas (BRASIL, 2018).

A sobrevalorização dos problemas das grandes aglomerações em detrimento das outras cidades ofusca a necessidade de desenvolver estudos de acessibilidade no restante do país, com destaque para as cidades de médio porte ou cidades médias. Esse perfil de cidade possui grande importância econômica e social por abranger mais de 20% da população brasileira desde a década de 1980 e desenvolver centralidades não-metropolitanas na rede urbana (STAMM et al., 2013).

Mesmo com essa relevância nacional na rede urbana e por possuir dinâmicas intraurbanas consideráveis, a falta de direcionamento específico das políticas de transportes compatíveis à realidade local das cidades médias resultou na adoção de modelos de uso e ocupação do território desvinculado do sistema de transporte público (BRASIL, 2004). Tal situação reforça desigualdades, onde regiões periféricas, geralmente ocupadas por populações vulneráveis, apresentam baixo acesso a oportunidades de emprego, saúde e educação (PEREIRA et al., 2020. KUREKE, BERNARDINIS, 2019).

Dentre as principais oportunidades urbanas destaca-se o acesso aos serviços de saúde, que é um direito constitucional pautado nos princípios da universalidade e igualdade. O atendimento à saúde é essencial à qualidade de vida e importante fator na consideração de desigualdades socioespaciais. Deve-se garantir que o transporte público proporcione que as pessoas cheguem aos equipamentos de saúde, uma vez que parte da população depende exclusivamente de ambos os serviços públicos de saúde e transporte (LIMA, 2019).

No entanto, sabe-se que, na prática, o acesso ao sistema de saúde não é garantido. Nas 20 maiores aglomerações do país, dado o baixo desempenho do transporte público, grande parte da população não possui acesso adequado a equipamentos de saúde (ITDP, 2020; PEREIRA et al., 2020). Nesse contexto, tem-se o seguinte questionamento: esse fenômeno de desigualdade espacial no acesso a serviços de saúde também ocorre nas cidades de médio porte?

Tendo em vista tal questionamento, o objetivo deste estudo consistiu na avaliação da acessibilidade urbana promovida pelo transporte público a equipamentos de saúde em cidades médias. Os equipamentos de saúde foram separados com base na complexidade do serviço oferecido em cada unidade. A acessibilidade foi mensurada por dois indicadores: (i) baseada na infraestrutura, que avalia a proximidade dos equipamentos de saúde à rede do transporte público e (ii) baseada na localização, que mensura o percentual de equipamentos de saúde acessados em uma viagem de 30 minutos de transporte público.

2.3 REFERENCIAL TEÓRICO

A acessibilidade é um conceito transversal a diversas áreas do conhecimento científico, assumindo diferentes definições, inclusive dentro da mesma área, de acordo com os objetivos e perspectivas que se deseja avaliar (GEURS; VAN WEE, 2004). Mesmo considerando apenas a área de planejamento de transportes, dada a grande diversidade de teorias e usos, não há consenso e uma definição precisa do conceito, sendo necessário compreender as limitações de cada definição (LEVINSON; KING, 2020).

Uma das primeiras definições de acessibilidade foi elaborada por Hansen (1959) como o potencial de oportunidades para interação. Atualmente, outros autores a definem como a capacidade de acessar oportunidades e locais desejados por meio dos sistemas de transportes (GEURS; VAN WEE, 2004; EL-GENEIDY; LEVINSON, 2006; OWEN; MURPHY, 2020) ou, de forma mais mensurável e pragmática, como uma medida de esforço para transpor uma separação espacial entre o indivíduo e as oportunidades (RAIA Jr., 2000).

A acessibilidade pode ser mensurada de diversas maneiras. Um dos indicadores mais utilizados é o baseado na localização, que quantifica as oportunidades acessadas. A equação de Ingram (1971), adaptada do modelo gravitacional de Hansen (1959), agrega na zona de origem a quantidade absoluta ou relativa de oportunidades acessadas dentro de um determinado custo de tempo ou distância. Por simplificação, adota-se uma função binária para delimitar a região isócrona acessada no custo t definido. É comum utilizar o custo temporal de 30 minutos para avaliação da acessibilidade a oportunidades pelo transporte público (OWEN; MURPHY, 2020).

$$A_i = \frac{\sum_j o_j f(c_{ij})}{\sum_j o_j} \quad (1)$$

onde i é a zona de origem; j é a zona de destino; O_j corresponde ao número de oportunidades na zona j ; c_{ij} é o custo da viagem entre i e j ; $f(c_{ij})$ é definido como 1 quando $c_{ij} < t$ e 0 quando $c_{ij} > t$; e A_i é o percentual de oportunidades acessadas a partir da zona de origem i em relação ao total de oportunidades possíveis.

A complexidade de medir a acessibilidade baseada na localização pode ser ampliada ou reduzida de acordo com dados disponíveis, sistema de transporte utilizado, critérios individuais adotados e função custo associado ao deslocamento. Entretanto, mesmo com as devidas simplificações, a acessibilidade a oportunidades é de difícil utilização nas políticas de transporte pela dificuldade de obtenção dos dados e do método de cálculo (PEREIRA et al., 2020).

Dadas as dificuldades envolvidas na avaliação da acessibilidade a oportunidades, passou-se a medir a acessibilidade pela proximidade ao sistema de transporte. A acessibilidade por proximidade ao sistema de transportes é uma visão bastante simplificada do conceito de acessibilidade (RAIA Jr., 2000).

Considera-se que o acesso à oportunidade desejada fica garantido quando se acessa o transporte público (ITDP, 2019). Alguns autores, como El-Geneidy e Levinson (2006) e Pereira et al. (2020) argumentam que a proximidade não é uma medida adequada para a acessibilidade urbana, pois o ponto de embarque é apenas um destino intermediário e, além disso, não é possível garantir que o transporte público conecta a população aos locais e atividades desejados. Em oposição a estes autores, ITDP (2019) cita que a acessibilidade por proximidade serve como uma representação ou estimativa da acessibilidade a oportunidades, validando sua utilização quando existem dificuldades de cálculo por falta de dados ou ferramentas computacionais.

A acessibilidade por proximidade captura a concentração espacial de oportunidades no entorno do sistema de transporte, facilitando a obtenção de dados, o método de cálculo, a análise e a interpretação dos resultados (RAIA Jr., 2000; FERRAZ; TORRES, 2004; POELMAN; DIJKSTRA, 2015; ITF, 2019). A medida de acessibilidade por proximidade apresenta algumas facilidades quando comparado à medida de acessibilidade a oportunidades, sendo necessária para o cálculo apenas dados espaciais dos pontos de embarque e das oportunidades.

A computação contribuiu para que estudos de acessibilidade urbana se tornassem mais práticos e aplicáveis no contexto do planejamento devido à maior disponibilidade e capacidade de tratamento e processamento de dados, além do avanço dos sistemas de informação

geográfica (RAIA Jr, 2000). Estudos bibliométricos de Shi et al. (2020) destacam o elevado interesse na temática da acessibilidade, que teve um crescimento de 16 vezes entre 2000 e 2019, enquanto a temática geral de transportes cresceu 5 vezes no mesmo período. Estados Unidos da América, China, Austrália e alguns países europeus correspondem a mais de 80% dos estudos de acessibilidade.

Percebe-se um grande avanço no restante do mundo neste período, mas, no Brasil, estudos de acessibilidade urbana ainda são raros (PEREIRA et al., 2020). Os estudos de acessibilidade priorizam o acesso a postos de trabalho. Enquanto a acessibilidade a equipamentos urbanos, como os serviços de saúde, tem recebido pouca atenção (GARCIA; RAIA Jr., 2015).

Dentre os estudos existentes sobre acesso a serviços de saúde, destacam-se três. Garcia e Raia Jr. (2015) avaliaram o acesso aos hospitais Santa Casa em São Carlos e Rio Claro, cidades médias do estado de São Paulo, identificando que 19 e 10 linhas de cada cidade, respectivamente, servem os hospitais. No entanto, apenas as zonas centrais e próximas aos hospitais têm acesso aos equipamentos em 30 minutos ou menos com o uso do modo coletivo. Lima (2019) avaliou o acesso às unidades de saúde em Curitiba, identificando a frequência média de 16 minutos do sistema de transporte público nos pontos de embarque próximos das unidades e que 50% das linhas de Curitiba servem ao menos uma unidade de saúde. Pereira et al. (2020) identificaram que, na média, 5%, 6% e 49% da população das 7 maiores cidades do país não tem acesso a equipamentos de baixa, média e alta complexidade do SUS, respectivamente, com uma viagem de 30 minutos pelo transporte público.

As pesquisas citadas anteriormente denotam a grave deficiência do sistema de transporte público em prover acesso aos serviços de saúde, sobretudo nas grandes cidades brasileiras (PEREIRA et al., 2020; ITDP, 2020). Além disso, reforça-se a necessidade de definir adequadamente a localização dos equipamentos de saúde, alocando-os próximos a regiões de alta demanda e bem servidos em número de linhas e frequência pela rede de transporte público (GARCIA; RAIA Jr, 2015; LIMA, 2019).

Verifica-se, no geral, que poucos estudos de acessibilidade avaliam pequenas e médias cidades. Diferentemente das grandes aglomerações urbanas, as cidades médias possuem alguns entraves para realizar análises da acessibilidade pelo transporte público.

O primeiro entrave é conceitual. A acessibilidade é fortemente afetada pela dimensão territorial da área de estudo, de modo que as cidades menores costumam apresentar resultados

elevados nas medidas de acessibilidade independentemente da performance do sistema de transporte (ITF, 2019; LEVINSON; KING, 2020; OWEN; MURPHY, 2020),

A segunda dificuldade diz respeito à disponibilidade de dados. A acessibilidade exige ampla quantidade e disponibilidade de dados estruturados do sistema de transporte. Essa base de dados é a especificação *General Transport Feed Specification* (GTFS), que é a padronização dos dados para inserção nos aplicativos e sites de roteirização de viagens. A base GTFS contém dados que permitem fazer estimativas mais robustas e fidedignas, contemplando restrições espaciais, temporais e de conectividade da rede para o cálculo da acessibilidade (PEREIRA et al. 2020; OWEN; MURPHY et al., 2020). No geral, as cidades brasileiras não possuem essa base GTFS estruturada (PEREIRA et al., 2020), ou optam por não divulgar esse tipo de informação. Dessa maneira, a avaliação da acessibilidade precisa ser feita com outras informações divulgadas pelas cidades ou operadoras de transporte em sites e aplicativos, mas que diminuem a confiabilidade dos resultados.

O terceiro impasse é operacional. Conforme a pesquisa de Santos (2017), as cidades médias paulistas apresentam dificuldades para tratarem das questões relativas à mobilidade urbana por falta de capital humano com conhecimentos e capacidade técnica para utilizar ferramentas computacionais, além de pouca priorização técnica e política para com o transporte coletivo.

Por fim, todos esses entraves mostram que as cidades ainda não utilizam indicadores de acessibilidade como ferramenta de planejamento e ferramenta de suporte decisório nas políticas urbanas brasileiras (RAIA Jr., 2000), mesmo com os avanços tecnológicos das últimas duas décadas. De forma generalizada, as cidades médias estão sem direcionamento para planejar ações que contribuam para minimizar as desigualdades socioespaciais, garantindo que toda a população tenha acesso e direito à cidade e aos serviços urbanos, em destaque, os serviços de saúde, devido à falta de estudos específicos de acessibilidade urbana inserido no contexto das aglomerações urbanas de médio porte.

2.4 METODOLOGIA

A avaliação da acessibilidade urbana no contexto das cidades médias necessitou de simplificações metodológicas, quando comparado aos estudos da literatura que utilizam os dados do transporte público no padrão GTFS (ITF, 2019; WU; LEVINSON, 2019; OWEN;

MURPHY, 2020; PEREIRA et al., 2020). No caso das cidades médias, os dados do transporte público foram adquiridos nos sites das operadoras, prefeituras e em aplicativos de informação ao usuário. As simplificações estão relacionadas ao menor nível de detalhamento dos dados disponíveis, afetando na mensuração da frequência horária em cada ponto de embarque e na identificação da conectividade temporal e espacial da rede de transporte público.

Para avaliar a acessibilidade a equipamentos de saúde nas cidades médias, utilizou-se dois indicadores. As ferramentas computacionais utilizadas foram planilhas eletrônicas para tabulação e padronização de dados e o QGIS (QGIS, 2018) como sistema de informação geográfica para representação espacial dos resultados e processamento dos algoritmos.

O primeiro indicador avaliado foi a acessibilidade por proximidade. O indicador quantifica o número de equipamentos de saúde que estão próximos de pontos de embarque servidos frequentemente pelo transporte público. A frequência horária é um importante fator para favorecer o uso do transporte público (POELMAN; DIJKSTRA, 2015; ITDP, 2019).

Contabiliza-se o número de equipamentos de saúde que estão dentro de uma área de influência gerada a partir do ponto de embarque. Utilizou-se a distância euclidiana de 300m como a área de influência, sendo uma distância comumente utilizada no contexto das cidades médias para o transporte público definido por Ferraz e Torres (2004). A frequência horária em cada ponto de embarque foi obtida pela agregação do número de partidas das linhas que distam até 50m, de forma a obter a frequência horária média para cada hora do dia. A frequência foi avaliada entre 6h e 20h da manhã de um dia útil.

O segundo indicador para avaliação da acessibilidade foi a acessibilidade a oportunidades. O indicador mede se a população possui acesso físico aos equipamentos de saúde a um custo temporal determinado utilizando a rede de transporte público. Definiu-se o setor censitário como unidade espacial de referência para as zonas de origem e de destino. O horário escolhido para a criação das redes de serviço foi um dia útil, às 8h da manhã (LEVINSON; KING, 2020). As regiões isócronas se iniciam a partir do centroide de cada setor censitário, percorrendo as linhas de transporte público com uma velocidade de 15 km/h até atingir o custo temporal de 30 minutos. Devido a limitação dos dados utilizados, não foram consideradas as restrições ou o limite para troca de linhas nos pontos de embarque. Considerou-se como equipamento de saúde acessado quando houve intersecção das regiões de contorno com um *buffer* de 300m gerado a partir de cada equipamento de saúde.

Após a definição dos indicadores e os critérios utilizados, prosseguiu-se para a obtenção dos dados e definição das cidades avaliadas. As cidades foram definidas com base em

dois critérios. O primeiro critério é se enquadrar na faixa populacional de 100 a 500 mil habitantes que caracteriza a cidade de médio porte. A população e os setores censitários utilizados foram obtidos no Censo Demográfico elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), referente ao ano de 2010. O segundo critério utilizado foi a disponibilidade de informações referentes ao sistema de transporte coletivo, como os horários das partidas, a localização dos pontos de embarque e os itinerários. Obteve-se os dados pela consulta direta nos sites e aplicativos das cidades. Dessa maneira, obteve-se dados de Araraquara, Catanduva, Limeira e São Carlos. Ainda, solicitou-se os dados utilizados em outras pesquisas acadêmicas sobre a temática de transporte público. Por meio desta solicitação, obteve-se os dados da cidade de Bauru. Todas as cidades selecionadas são do estado de São Paulo.

Definidas as cidades, a próxima etapa consistiu na seleção e categorização das unidades de saúde em baixa, média e alta complexidade, de acordo com os serviços prestados em cada uma das unidades descritos em Gonçalves (2014).

Entende-se como equipamentos de saúde de baixa complexidade aqueles onde são oferecidos os serviços que se configuram como a porta de entrada no Sistema Único de Saúde (SUS). Esses equipamentos são as Unidades Básicas de Saúde (UBS), Unidades de Saúde da Família (USF), dentre outras denominações utilizadas. As unidades de baixa complexidade costumam ser bem distribuídas pela área urbana, dado seu papel de atenção primária na rede de assistência. Os serviços nestes equipamentos incluem atendimento de clínicos gerais, ginecologia, vacinas, consultas, exames, tratamentos de rotina e obtenção de medicamentos. O horário de funcionamento costuma abranger boa parte do dia, começando no início da manhã e avançando até o final da tarde.

Equipamentos de saúde de média complexidade são unidades que apresentam serviços especializados de diagnose e tratamento. Nesta categoria se enquadram os Centros de Especialidades, que abrangem serviços de ortopedia, mastologia, cardiologia, dentre outros. Ainda, as Unidades de Pronto Atendimento (UPA) e os serviços de odontologia, fisioterapia, atendimento psicossocial, entre outros, também se enquadram nesta categoria. As unidades de média complexidade são operadas em horários semelhantes às unidades de baixa complexidade. Pela diversidade de procedimentos, a difusão espacial na área urbana das diversas unidades de média complexidade costuma ser elevada.

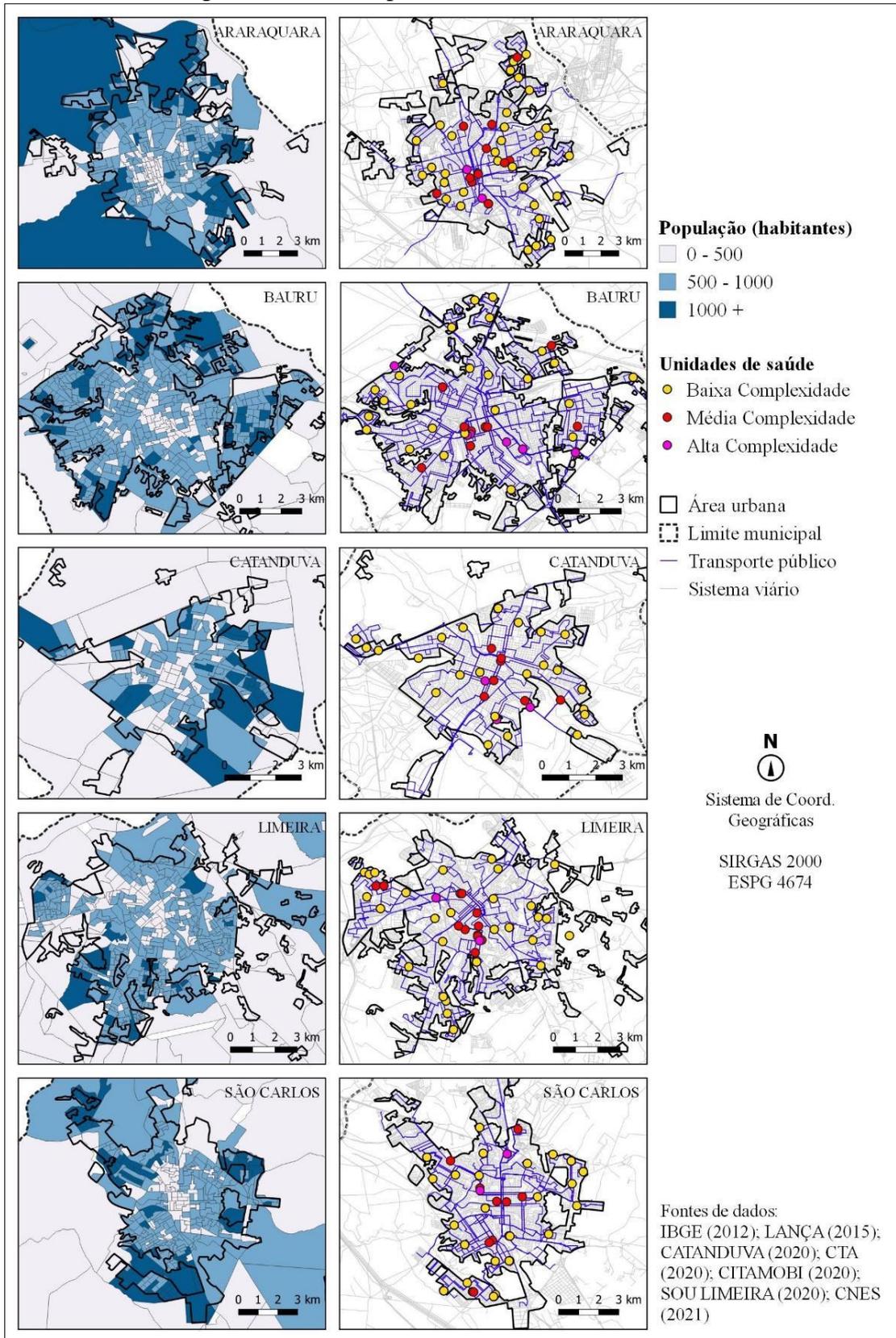
Equipamentos de saúde de alta complexidade realizam procedimentos complexos que demandam tecnologia avançada e elevado custo de operação, além de exigir equipes

multidisciplinares de profissionais. Esses equipamentos são os hospitais gerais ou especializados e os prontos-socorros. O funcionamento destes locais é 24 horas por dia, com atendimentos relacionados a emergências, traumatismos e cirurgias complexas. Além destes, outros serviços e especialidades não encontradas no atendimento primário e secundário, como centros de oncologia e patologias complexas são estabelecidas nestes locais. Pelo número reduzido, as unidades de média e de alta complexidade costumam ficar localizadas em zonas centrais das cidades (GARCIA, RAIA Jr., 2015) reforçando o papel dos sistemas de transportes para o acesso da população a tais equipamentos.

As informações dos equipamentos foram obtidas no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) (CNES, 2021). Utilizou-se a base da competência de janeiro de 2020 para que a classificação dos estabelecimentos com base na complexidade não fosse impactada pela pandemia de COVID-19. Selecionou-se os equipamentos que atendiam os seguintes critérios: Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) de cada uma das prefeituras das cidades avaliadas, do estado de São Paulo ou de instituições como as Santas Casas e da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH); e atender usuários do SUS. Deste conjunto inicial, filtrou-se os equipamentos que não se enquadravam nos objetivos desta pesquisa, como as secretarias de saúde, centro de zoonoses, vigilância sanitária, maternidade, SAMU, dentre outros. Por fim, com a seleção dos estabelecimentos concluída, utilizou-se do endereço para fazer a geocodificação dos equipamentos, obtendo as coordenadas geográficas para a realização das análises espaciais.

A Tabela 1 e Figura 1 mostram os dados espaciais, populacionais, do transporte público e dos equipamentos de saúde utilizados para as 5 cidades avaliadas.

Figura 1 – Dados espaciais das cidades selecionadas



Fonte: autoria própria.

Tabela 1 – Dados das cidades selecionadas

Dado	Catanduva	Araraquara	São Carlos	Limeira	Bauru
População ¹	112.843	208.725	221.936	276.010	344.039
Linhas transporte coletivo	13 ²	38 ³	49 ⁴	24 ⁵	72 ⁶
Pontos de embarque	366 ²	1447 ³	1296 ⁴	677 ⁵	1990 ⁶
Partidas no dia útil	337 ²	1751 ³	1738 ⁴	1438 ⁵	3526 ⁶
Data dos dados da programação horária	nov/19 ²	jan/20 ³	fev/20 ⁴	fev/20 ⁵	jan/15 ⁶
Equipamentos de saúde de baixa complexidade ⁷	23	36	34	31	26
Equipamentos de saúde de média complexidade ⁷	7	12	10	13	12
Equipamentos de saúde de alta complexidade ⁷	3	2	2	2	8

Fonte: ¹ IBGE (2012); ² CATANDUVA (2020); ³ CTA (2020); ⁴ CITAMOBÍ (2020); ⁵ SOU LIMEIRA (2020); ⁶ LANÇA (2015); ⁷ CNES (2021)

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Indicador de proximidade dos estabelecimentos de saúde à rede de transporte público

O indicador atestou uma relação direta entre tamanho do sistema de transporte e percentual de unidades de saúde próximas a pontos de embarque, como pode ser observado nos resultados quantitativos na Tabela 2.

A quantidade de linhas e o número de partidas influenciam diretamente nos parâmetros de frequência considerados pelo indicador. No entanto, a organização espacial da rede também deve ser considerada, evidenciado pela comparação entre os resultados de Limeira e Araraquara. Mesmo Limeira possuindo menor número de linhas, partidas e pontos de embarque, conforme a Tabela 1, tem maior percentual de equipamentos de baixa, média e alta complexidade de saúde próximos ao sistema coletivo do que a cidade de Araraquara para ambos os níveis de frequência, como mostra a Tabela 2.

Logo, definir itinerários para que diversas linhas estejam próximas aos equipamentos de saúde é uma alternativa para ampliar a acessibilidade da população, sobretudo para equipamentos de média e alta complexidade, que costumam estar estabelecidos em regiões centrais da área urbana. A sobreposição de linhas do sistema de transporte coletivo em determinadas vias reverbera positivamente na ampliação da acessibilidade. Tal situação de

formação de eixos de transporte público pode ser visualizado na Figura 2, em especial, nas cidades de São Carlos, Limeira e Bauru e os respectivos resultados na Tabela 2.

Por outro lado, apenas a definição de itinerários não é suficiente. Corrobora-se para esta afirmação o resultado de Catanduva, onde o número de linhas e de partidas não atende os critérios mínimos de frequência para identificação das unidades próximas a pontos de embarque de elevada frequência. Isto não significa que a população não tem acesso a equipamentos de saúde, mas deflagra uma potencial redução de liberdade na escolha de horários para atendimentos e consultas dado o reduzido número de partidas ou restrições de conectividade temporal entre linhas quando há necessidade de baldeações.

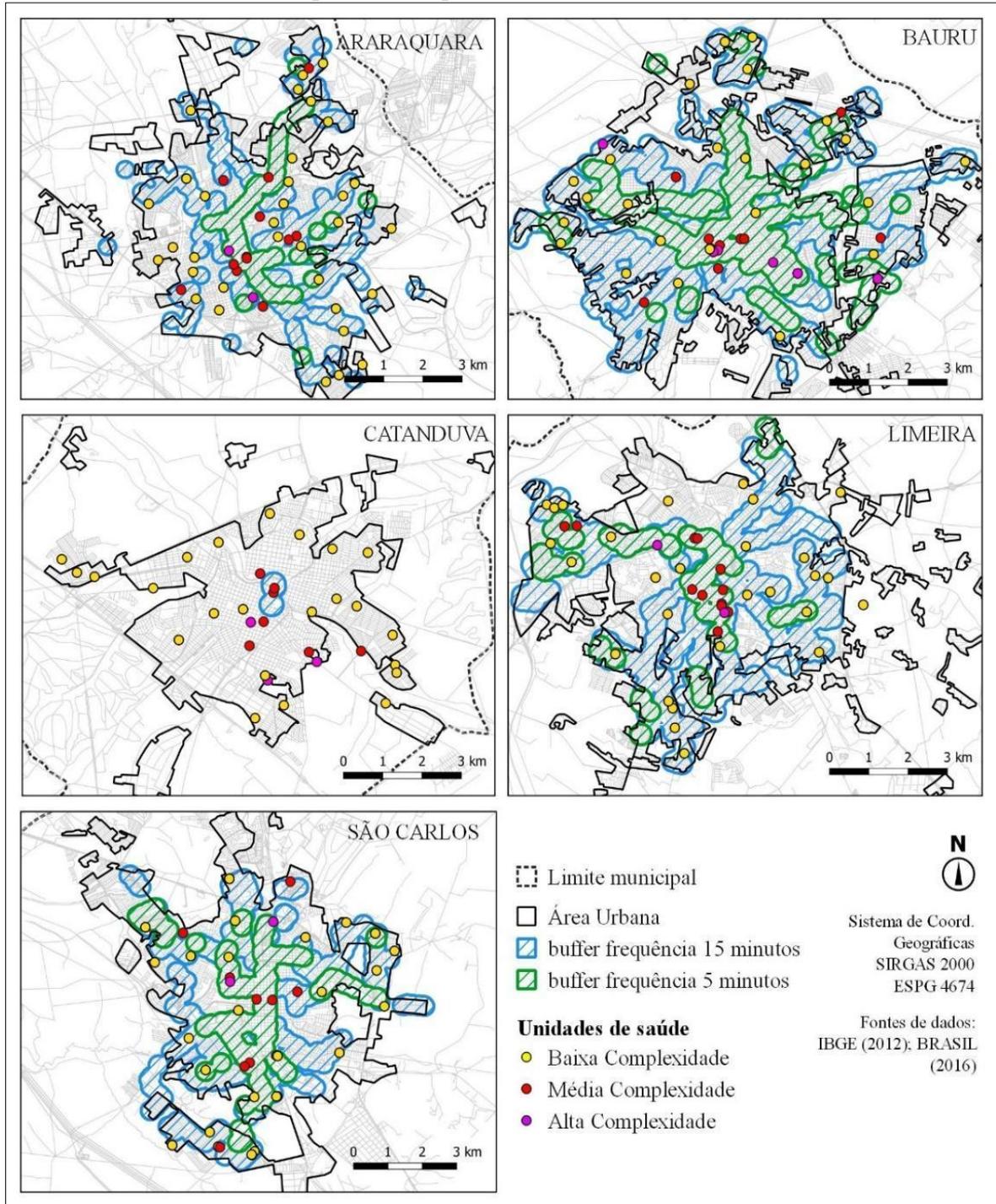
A comparação entre os dois níveis de frequência avaliados mostra que a organização espacial e a localização dos equipamentos de saúde afetam o resultado do indicador. O resultado de cidades como Limeira e Bauru evidencia que a alocação das linhas próximas a eixos de elevada frequência de transporte coletivo, que conservam semelhança operacional de um sistema de metrô ou trem urbano, favorece o acesso da população, uma vez que a alta frequência estimula o uso.

Tabela 2 – Percentual de unidades de saúde de baixa, média e alta complexidade próximas a pontos de embarque servidos com frequência horária de 15 minutos (4 ônibus/hora) e 5 minutos (10 ônibus/hora)

	Frequência de 15 minutos			Frequência de 5 minutos		
	Baixa Complexidade	Média Complexidade	Alta Complexidade	Baixa Complexidade	Média Complexidade	Alta Complexidade
Catanduva	0	29	0	0	0	0
Araraquara	58	75	100	11	25	50
São Carlos	74	90	100	29	60	100
Limeira	68	100	100	16	92	100
Bauru	88	83	100	31	50	88

Fonte: autoria própria.

Figura 2 – Resultado espacial do indicador de proximidade de unidades de saúde a pontos de embarque com frequência horária de 15 minutos



Fonte: autoria própria.

2.5.2 Indicador de acessibilidade a oportunidades de saúde

O resultado do indicador permite identificar que o acesso a equipamentos de saúde fica garantido em boa parte da área urbana e conseqüentemente para a maioria da população nas 5 cidades e para os 3 níveis de complexidade avaliados, conforme a Figura 3.

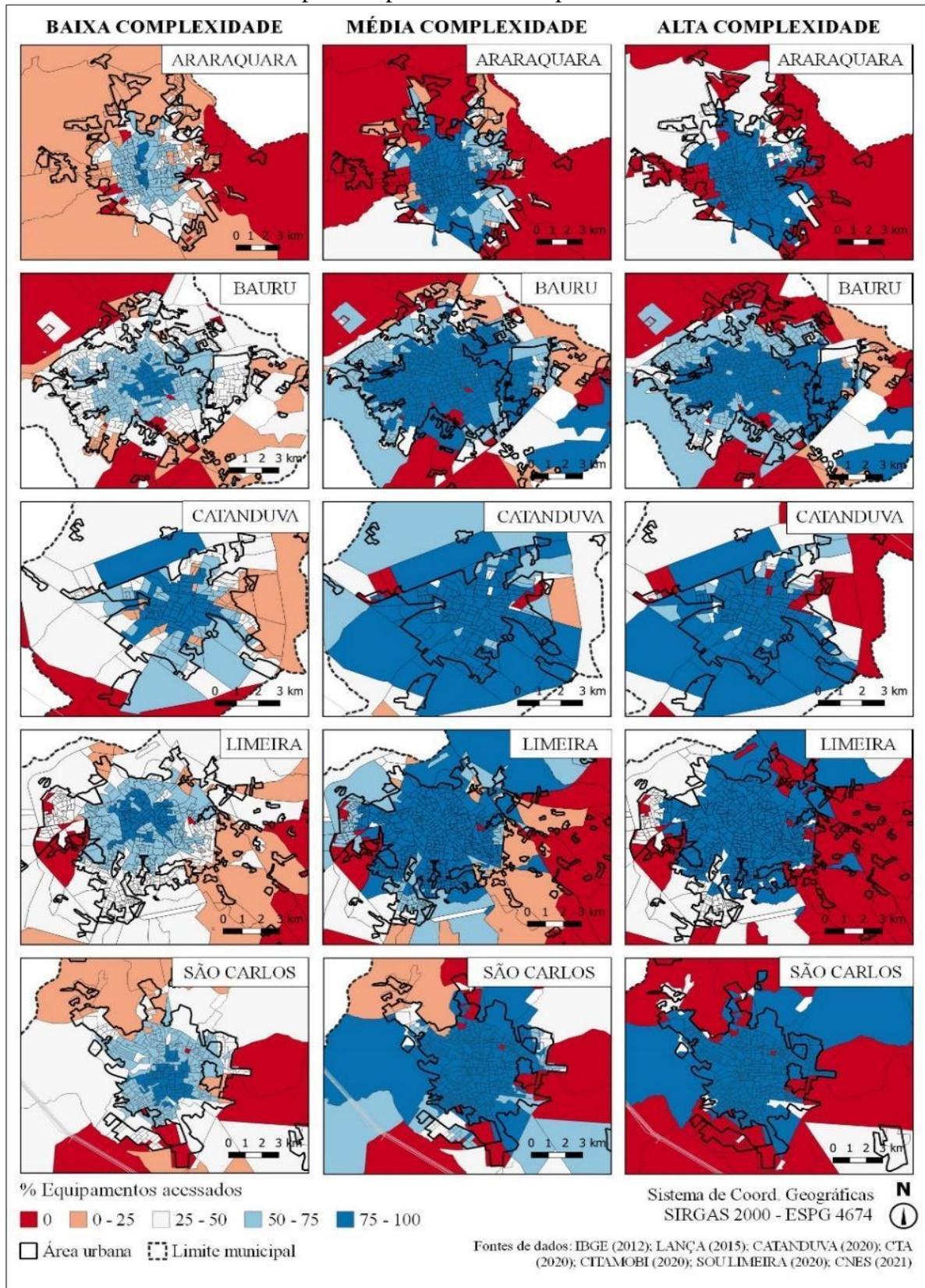
O acesso a equipamentos de baixa complexidade mostra que poucas zonas censitárias das cidades são deficitárias e que representam um baixo percentual da população. Esse resultado pode estar relacionado à difusão dos equipamentos pela área urbana, que facilita o acesso da população às unidades de saúde em uma viagem de 30 minutos. Mesmo que os resultados espaciais do indicador, pela Figura 3, mostre que apenas as regiões centrais das áreas urbanas tenham acesso a 75% ou mais dos equipamentos, isto não sinaliza problemas de atendimento à saúde, uma vez que os serviços prestados em unidades de baixa complexidade são semelhantes em todas as unidades.

Diferente do acesso a serviços de baixa complexidade, o resultado do indicador de acesso a equipamentos de média e alta complexidade evidencia uma desigualdade espacial entre as zonas centrais e periféricas nas 5 cidades avaliadas. Embora quase a totalidade das áreas urbanas das cidades tenham resultados de 50% a 100% de acesso a equipamentos de média e alta capacidade, a Figura 3 permite identificar que determinadas zonas periféricas, algumas de grande concentração populacional, não possuem acesso a qualquer unidade em até 30 minutos de viagem. Tal resultado fica evidenciado pelo percentual populacional apresentado na Tabela 3, com destaque para as cidades de Araraquara e São Carlos, onde 22,6 e 17,2% da população, respectivamente, não têm acesso a um hospital em até 30 minutos de viagem.

Esta desigualdade pode estar atrelada a dois fatores distintos. Primeiro, é a deficiência do sistema de transporte público e a desvinculação com o uso do solo. A organização espacial do modo coletivo não acompanha o espalhamento urbano da cidade. Mesmo em regiões de elevada demanda por transporte público e alta concentração populacional, a disposição de poucas linhas nas áreas periféricas gera lacunas operacionais na cobertura da rede ou na baixa frequência horária, que impactam negativamente o resultado do indicador. Esta situação restringe os horários de acesso a equipamentos de saúde e impacta a qualidade de vida da população destas regiões.

O segundo fator de desigualdade pode estar relacionado com a localização dos equipamentos de saúde que, geralmente, ficam estabelecidos em áreas centrais e consolidadas, como pode ser identificado na Figura 1. Neste aspecto, regiões periféricas ficam desprovidas de acesso a equipamentos de saúde dentro do custo temporal de 30 minutos.

Figura 3 – Resultado espacial do indicador de acessibilidade a equipamentos de saúde separados por nível de complexidade



Fonte: autoria própria.

Tabela 3 – Percentual da população sem acesso a equipamentos de saúde segundo o indicador de acessibilidade a equipamentos de saúde

	Catanduva	Araraquara	São Carlos	Limeira	Bauru
População Total	112.246	208.662	221.950	276.022	339.654
% população sem acesso a equipamentos de saúde de baixa complexidade	0,5	4,2	4,0	3,1	1,8
% população sem acesso a equipamentos de saúde de média complexidade	5,3	12,5	7,3	4,0	3,8
% população sem acesso a equipamentos de saúde de alta complexidade	9,8	22,6	17,2	7,7	10,1

Fonte: autoria própria.

2.6 CONCLUSÃO DO ARTIGO

A acessibilidade urbana é um dos principais conceitos do planejamento urbano e de sistemas de transportes. A formalização do conceito em indicadores contribui para a compreensão de fenômenos complexos e auxilia na tomada de decisões baseadas em informações.

Neste estudo, a aplicação de indicadores de acessibilidade urbana no contexto das cidades médias contribuiu para identificar tendências abordadas pela literatura.

Primeiro, foi possível confirmar que os resultados obtidos para a acessibilidade a oportunidades em cidades médias apresentam valores maiores que os de cidades metropolitanas (LEVINSON; KING, 2020). Isso reforça que a dimensão territorial tem elevada importância no resultado do indicador, enquanto a qualidade do sistema de transporte (horários e itinerários) têm impacto reduzido.

Segundo, a base de dados GTFS é essencial para a avaliação minuciosa e robusta da acessibilidade. A falta da base GTFS do sistema de transporte público e a adoção de outro método de cálculo reforçam a necessidade de se olhar com cautela os resultados obtidos. Conforme os resultados apresentados pelos indicadores, predominaram áreas de elevada acessibilidade a equipamentos de saúde. Isto ocorreu, principalmente, pelas simplificações do indicador de acesso a oportunidades, que não levou em conta as restrições temporais para integrações e baldeações entre as linhas de ônibus, as quais são consideradas inerentes à operação do sistema que refletem na conveniência, usabilidade e acessibilidade. Dessa maneira, os resultados podem ter sido majorados. Ainda, a adoção de velocidade constante de 15 km/h para o transporte público e a escolhas das unidades espaciais como o setor censitário e as áreas de influência também podem ter afetado os resultados.

Ainda assim, de forma positiva, a avaliação da acessibilidade permitiu identificar quanto o transporte público promove ou dificulta o acesso a serviços essenciais de saúde. Em comparação com os resultados apresentados por Pereira et al. (2020), e ITDP (2020), onde grandes aglomerações brasileiras apresentam 5%, 6% e 49% de população sem qualquer acesso a equipamentos de baixa, média e alta complexidade, respectivamente, o percentual nas cidades avaliadas neste estudo foi menor com 3%, 7% e 14% de população sem acesso. Evidente que este percentual deveria ser menor, mas ainda assim pode se destacar como algo positivo na política de saúde dos municípios de porte médio, indicando que as desigualdades socioespaciais e de acessibilidade tendem a ser menores que nas grandes aglomerações.

Entretanto, como evidenciado pela Figura 3, ainda há locais, sobretudo em regiões periféricas e zonas rurais, que apresentam reduzido acesso, o que impacta diretamente na qualidade de vida da população e no direito constitucional de acesso à saúde. Como solução, pode-se utilizar dos resultados dos indicadores de acessibilidade urbana para escolha de locais de instalação de equipamentos de saúde de baixa e média complexidade onde há elevada concentração populacional com reduzido acesso às unidades já existentes.

Dada a dificuldade de se construir novas unidades de saúde de alta complexidade, pode-se melhorar o acesso de regiões desassistidas com a melhoria operacional do sistema de transporte, mediante implantação de medidas de priorização viária, reorganização de itinerários e ampliar número de partidas. Desta forma, cria-se eixos do modo coletivo para que as regiões centrais sejam acessadas em até 30 minutos e minimizem lacunas temporais e espaciais no acesso a unidades de alta complexidade.

Garantir viagens rápidas, confiáveis e frequentes ao longo do dia e não somente em horários de pico são critérios relevantes para acessar equipamentos de saúde utilizando o modo coletivo, porque os horários de atendimentos e consultas ocorrem ao longo de todo horário comercial e emergências podem acontecer a qualquer momento do dia.

O aprofundamento das análises mostradas neste artigo pode seguir de diferentes maneiras. Um possível caminho seria envolver um maior número de cidades avaliadas com base na mesma metodologia, inclusive dos demais estados brasileiros, para captar a tendência e para obter um valor de referência do acesso a unidades de saúde para as cidades médias, segmentado os resultados com população, área urbana, sistema de transporte público, dentre outros parâmetros de avaliação. Um outro caminho é calcular a acessibilidade com base na metodologia estabelecida na literatura, que faz uso da base GTFS do sistema de transporte público da cidade para ponderar de restrições temporais no sistema de transporte, como o tempo

de espera para embarque e integração, a flutuação da frequência horária ao longo do dia, dentre outros, resultando em uma análise da acessibilidade mais próxima das condições reais de uso do modo coletivo. Ademais, pode-se proceder com análises mais completas e específicas da acessibilidade com base nas características individuais de renda, gênero e idade, ou comparar com a acessibilidade promovida pelo automóvel, com o efeito da concorrência de oportunidades, dentre inúmeras possibilidades já mostradas em outros estudos de acessibilidade.

Por fim, enfatiza-se que o resultado deste artigo não é definitivo, necessitando de otimizações nos indicadores utilizados e nas bases de dados, mas que pode servir de base comparativa a outras cidades médias, como forma de produzir resultados para uma política comum de acesso a equipamentos de saúde.

3 ARTIGO 2 – ACESSIBILIDADE A POSTOS DE TRABALHO PELO TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES MÉDIAS PAULISTAS

3.1 RESUMO

A acessibilidade se destaca como importante objetivo das políticas de planejamento urbano e de transportes em áreas urbanas. No entanto, ainda são raros os estudos de acessibilidade em cidades de médio porte. Este estudo objetivou superar esta lacuna de conhecimento e avaliou a acessibilidade conferida pelo transporte público em 5 cidades médias do estado de São Paulo. Utilizou-se como objeto de avaliação os postos de trabalho, que é o principal motivo de deslocamento de indivíduos nas áreas urbanas. A acessibilidade foi medida pelo percentual de postos de trabalho próximos a pontos de embarque, e o percentual de empregos acessíveis em uma viagem de 30 minutos de transporte público. Ambos indicadores mostraram que há desigualdades espaciais em cidades médias por haver resultados elevados para áreas centrais e reduzidos para regiões periféricas. A acessibilidade tem relação com o modelo de urbanização monocêntrico comum às cidades médias, que concentra postos de trabalho em área centrais ou em zonas industriais periurbanas, e também com a reduzida oferta do transporte coletivo nas áreas periféricas. Melhorias na oferta do transporte público em regiões afastadas e o incentivo a dispersão das atividades econômicas se configuram como boas políticas para aumentar a acessibilidade urbana em cidades médias.

3.2 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de indústrias migradas das regiões metropolitanas e a expansão da fronteira agrícola nacional impulsionaram o crescimento populacional e elevaram a renda nas cidades de porte médio, produzindo centros urbanos não metropolitanos de grande dinamismo econômico, social e intelectual (STAMM et al., 2013). No entanto, a falta de um modelo de urbanização que acomodasse este crescimento e fosse específico à realidade das cidades médias, somado com as pressões econômicas e imobiliárias, favoreceram a adoção do espalhamento urbano horizontal como forma de ocupação do espaço, separando a áreas de moradia das outras atividades urbanas (BRASIL, 2004). O resultado deste processo é a dissociação entre o uso do solo e os sistemas de transportes, que afasta pessoas, empurradas

para a periferia, das oportunidades, bens e serviços estabelecidos nas áreas centrais (PEREIRA et al., 2020).

É da necessidade de conectar pessoas a oportunidades que o transporte coletivo assume um papel essencial para a dinâmica intraurbana das cidades contemporâneas. Conforme os objetivos estabelecidos na Política Nacional de Mobilidade Urbana, o transporte público deve ser estruturado para reduzir desigualdades socioespaciais e promover o acesso a oportunidades urbanas (BRASIL, 2012).

Estudos de acessibilidade urbana são ferramentas de planejamento urbano e de sistemas de transportes que podem contribuir para mensurar quanto os modos de transporte conectam as pessoas a oportunidades urbanas. No entanto, os estudos de acessibilidade urbana têm sido feitos em algumas poucas cidades brasileiras, ficando restrito às maiores aglomerações urbanas e capitais pela maior disponibilidade de dados do transporte público (PEREIRA et al., 2020) e pelo próprio governo federal conferir maior importância a este porte de cidade na rede urbana nacional (BRASIL, 2018). Dos estudos existentes é possível identificar que há problemas de acessibilidade nas grandes cidades, com evidente desigualdade espacial entre as áreas periféricas e as franjas urbanas (PEREIRA et al., 2020).

No entanto, pouco se sabe sobre a acessibilidade em cidades de porte médio, pois a falta de dados abertos e informações geolocalizadas do transporte público dificultam a realização de estudos neste perfil de cidade (GARCIA, RAIA Jr. 2015; PEREIRA et al., 2020).

É na necessidade de avaliar a acessibilidade urbana em cidades médias que se estabeleceu o cerne deste artigo, avaliando se o modo coletivo está conectando pessoas as oportunidades nesse perfil de cidade, além de criar um método simplificado para o cálculo dos indicadores de acessibilidade com base na disponibilidade de dados.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a acessibilidade urbana nas cidades médias. Serão utilizados postos de trabalho como objeto de avaliação, por serem o principal motivo de dos deslocamentos das pessoas nas cidades, correspondendo a 54% das viagens diárias (CNT; NTU, 2017). Ainda, a localização dos postos de trabalho tem impacto direto na dinâmica urbana, nos sistemas de transportes, na ocupação do solo, na satisfação de necessidades individuais e na qualidade de vida da população, de modo que restrições no acesso refletem desigualdades sociais e espaciais (PEREIRA et al., 2020). Ainda, a dissociação entre transporte e uso do solo resultou em uma baixa representatividade do modo coletivo nos deslocamentos, onde o transporte público representa, nas cidades de 100 a 500 mil habitantes,

aproximadamente, 24% das viagens diárias, enquanto nas grandes cidades esse valor chega a 36% (ANTP, 2018).

A acessibilidade urbana será medida por dois indicadores: (i) o indicador de acessibilidade física, verificando o percentual de oportunidades acessadas em uma viagem de 30 minutos de transporte coletivo às 8h de um dia útil e (ii) a proximidade dos postos de trabalho situados em até 300m de pontos de embarque servidos por 4 ou mais ônibus hora entre 6h e 20h de um dia útil.

3.3 REFERENCIAL TEÓRICO

A acessibilidade é um conceito amplamente utilizado em diversas áreas de estudo, assumindo papel central na área de planejamento de transportes, pois o conceito retrata a relação entre desenvolvimento urbano e uso do solo com os sistemas de transportes, com destaque especial ao modo coletivo (OWEN; MURPHY, 2020).

No planejamento de transportes, a acessibilidade ganhou a primeira definição com Hansen (1959) como “o potencial de oportunidades para interação”. Atualmente, o conceito de acessibilidade possui contornos práticos e consonantes com a finalidade e as restrições de aplicação. Considerando algumas diferenças pontuais entre autores, pode-se definir a acessibilidade como a capacidade de usuário acessar oportunidades fazendo uso dos sistemas de transportes (RAIA Jr, 2000; GEURS; VAN WEE, 2004; EL-GENEIDY; LEVINSON, 2006; OWEN; MURPHY, 2020)

No entanto, somente a definição da acessibilidade ainda não se faz suficiente, sendo preciso estabelecer as formas de se mensurar o conceito. Geurs e Van Wee (2004) identificaram que a acessibilidade pode ser medida de 4 formas: baseada na infraestrutura de transportes, baseada na localização, baseadas na utilidade e baseada em características individuais. Destas 4 maneiras, as medidas baseadas na localização e na infraestrutura de transportes são as mais utilizadas, conserva vantagens e desvantagens, como a qualidade e existência de dados, capacidade de processamento e facilidade de aplicação, de comunicação e interpretação dos resultados.

A acessibilidade baseada na localização é a idealização integral do conceito da acessibilidade sendo entendido como a facilidade para acessar destinos (EL-GENEIDY; LEVINSON, 2006; OWEN; MURPHY, 2020). Essa medida é a mais utilizada para os estudos

da acessibilidade urbana, contudo, sua aplicabilidade ainda fica bastante reduzida pela elevada necessidade de dados e a capacidade de processamento computacional.

Ingram (1971), pautado no modelo gravitacional de Hansen (1959), equacionou, conforme demonstrado na Equação (1), o conceito de acessibilidade baseada na localização agregando, na zona de origem, o número de oportunidades totais ou relativas acessadas dentro de um custo temporal ou espacial t definido.

$$A_i = \frac{\sum_j O_j f(c_{ij})}{\sum_j O_j} \quad (1)$$

onde i é a zona de origem; j é a zona de destino; O_j corresponde ao número de oportunidades na zona j ; c_{ij} é o custo da viagem entre i e j ; $f(c_{ij})$ é definido como 1 quando $c_{ij} < t$ e 0 quando $c_{ij} > t$; A_i é o percentual de oportunidades acessadas a partir da zona de origem i em relação ao total de oportunidades possíveis.

Ainda assim, mesmo estabelecida na sua forma de aplicação mais simplificada, a medida de acessibilidade baseada apresenta na localização apresenta dificuldades para uso nas políticas urbanas e de planejamento de transporte pelo nível de dados exigido para sua aplicação (PEREIRA et al., 2020). Foi a partir do século XXI com a evolução e uso de dados massivos (*big data*), o estabelecimento de dados padronizados do transporte público com a base de dados *General Transit Feed Specification* (GTFS), e o progresso dos sistemas de informação geográfica – SIG (RAIA Jr, 2000).

Além disso, o estabelecimento de metodologias comuns e padronização das bases de dados possibilitaram o desenvolvimento de estudos nacionais de acessibilidade. Com a predominância de estudos de acessibilidade em regiões metropolitanas (OWEN, MURPHY, 2020), as principais aglomerações urbanas do Canadá (DEBOSERE; EL-GENEIDY, 2018), da Austrália (WU; LEVINSON, 2019) e dos Estados Unidos (OWEN; MURPHY, 2020) tiveram a acessibilidade avaliada e estabelecida pelos mesmos parâmetros, variáveis e indicadores. Geralmente, estes estudos tem o objetivo de avaliar o acesso absoluto e relativo a oportunidades de emprego por diferentes modos de transporte (a pé, bicicleta, transporte público e automóvel) e diferentes tempos de deslocamento, variando entre 10 e 120 minutos.

No Brasil, estudo semelhante, desenvolvido por Pereira et al. (2020), avaliou as 20 maiores aglomerações urbanas. Destas, 7 dispunham da base de dados GTFS, permitindo a avaliação da acessibilidade do transporte coletivo. Quando mesmo nas maiores aglomerações

urbanas nacionais há dificuldades em possuir bases de dados apropriadas aos estudos da acessibilidade urbana, esta realidade torna-se ainda mais complexa para as cidades de menor porte.

Verifica-se, com base na literatura, a lacuna de estudos de acessibilidade nas cidades de porte médio. Esta lacuna pode ser explicada por 2 motivos principais. Primeiro, é a identificação de que a acessibilidade é diretamente afetada pela dimensão territorial, produzindo resultados de elevados apenas por ter uma dimensão territorial menor (OWEN, MURPHY, 2020; LEVINSON; KING, 2020), de modo que a organização e operação do sistema exercem pouca influência (ITF, 2019). Neste sentido, o custo temporal padrão de 30 minutos para avaliação da acessibilidade a oportunidades pelo transporte público podem não corresponder adequadamente a realidade espacial da cidade média (OWEN; MURPHY, 2020).

O segundo motivo reside na pouca ou inexistente disponibilidade e de dados do transporte público de maneira estruturada como são as bases GTFS, que permite avaliações criteriosas e fiéis da acessibilidade de acordo com as restrições inerentes do sistema de transporte coletivo, como a conectividade espacial e temporal entre as linhas. Mesmo sem considerar as bases GTFS, a divulgação de dados do transporte público para esse perfil de cidade é escasso e se mostra como um grande entrave para estudos robustos do transporte público (PEREIRA et al., 2020).

Uma das maneiras a vencer a barreira da disponibilidade de dados foi avaliar a acessibilidade urbana de maneira simplificada, por meio da medida de acessibilidade baseada nos sistemas de transportes. A acessibilidade baseada na infraestrutura de transportes tem relação com a capacidade que os sistemas de transporte conferem aos indivíduos para acessar oportunidades, lugares e atividades (RAIA Jr, 2000; GEURS; VAN WEE, 2004). A acessibilidade medida desta forma é uma simplificação do conceito de acessibilidade baseada na localização. Dadas as dificuldades em dispor dos dados necessários a avaliação da acessibilidade baseada na localização, autores passaram a avaliar a proximidade ao sistema de transporte coletivo como uma alternativa e representação da acessibilidade (ITDP, 2019).

A acessibilidade baseada no sistema de transporte frequente vem ganhando espaço pela maior facilidade de obtenção dos dados e por servir como uma representação da acessibilidade baseada na localização (ITDP, 2019). Diversos estudos da acessibilidade baseada na localização estão sendo feitos, mesmo que os parâmetros de avaliação e a forma de aplicação do indicador ainda não esteja bem estabelecida na literatura assim como e a medida de acessibilidade baseada na localização. Poelman e Dijkstra (2015) categorizaram cidades

européias em níveis de acessibilidade da população e de postos de trabalho. Bok e Kwon (2016) seguiram os mesmos critérios e aplicaram o indicador criado por Poelman e Dijkstra (2015) e aplicaram em cidades da América do Norte e da Coreia do Sul. ITDP (2019), com algumas diferenças nos parâmetros do indicador, também avaliou a acessibilidade da população e dos postos de trabalho em cidades da América do Norte. Seguindo os mesmos parâmetros de ITDP (2019), em Brasil (2018) foi medida a acessibilidade da população e postos de trabalho nas 12 regiões metropolitanas urbanas brasileiras utilizando os mesmos parâmetros.

No Brasil, a acessibilidade baseada na infraestrutura de transportes é bastante consolidada, com parâmetros de cobertura da rede e da frequência estabelecidos por diversos autores, entre os quais se destacam Ferraz e Torres (2004). Entretanto, a avaliação da acessibilidade com critérios de frequência ainda não está estabelecida com precisão. Um transporte frequente aumenta a atratividade e estimula seu uso, pois pode satisfazer as diferentes necessidades de deslocamento cotidiano ou esporádico, como estudar, cuidar da saúde, fazer compras e chegar ao trabalho (CNT; NTU, 2017; BRASIL, 2018).

3.4 METODOLOGIA

A avaliação da acessibilidade urbana no contexto das cidades médias necessitou de simplificações metodológicas, quando comparado aos estudos da literatura que utilizam os dados do transporte público no padrão GTFS para obtenção dos dados especializados e dados de frequência (ITF, 2019; WU; LEVINSON, 2019; OWEN; MURPHY, 2020; PEREIRA et al, 2020). No caso das cidades médias, os dados do transporte público foram adquiridos nos sites das operadoras, prefeituras e em aplicativos de informação ao usuário. As simplificações estão relacionadas ao menor nível de detalhamento dos dados disponíveis, afetando na mensuração da frequência horária em cada ponto de embarque e na identificação da conectividade temporal e espacial da rede de transporte público.

A escolha das cidades avaliadas foi pautada em dois critérios, sendo o primeiro critério o patamar populacional. A população deve ser entre 100 e 500 mil habitantes, que confere o dinamismo necessário para estabelecer uma dinâmica urbana adequada que caracteriza uma cidade de médio porte (IPEA, 2011), bem como um porte mínimo do sistema coletivo. O segundo critério foi a disponibilidade de dados do transporte público. O segundo critério se demonstrou como o mais restritivo, uma vez que as cidades de porte médio não

possuem a cultura da divulgação e compartilhamento de dados. Dessa maneira, ou inexitem ou não são divulgados os dados GTFS.

A falta da base de dados GTFS modificou a forma de seleção de cidades e a metodologia para a estimativa da acessibilidade. As cidades foram escolhidas com base na disponibilização de dados espaciais das linhas e pontos de embarque e dados da operação do transporte público em sites, aplicativos e outras fontes de informação fornecidas pelas prefeituras e operadoras e, também, pela disponibilidade de informações em outras pesquisas já realizadas. Com ambos os critérios estabelecidos, foi possível escolher as cidades de Araraquara, Bauru, Catanduva, Limeira e São Carlos, todas do estado de São Paulo.

3.5 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

A partir da definição das cidades avaliadas, iniciou-se a elaboração dos dados espaciais das linhas e pontos de embarque e da operação do transporte público utilizando planilhas eletrônicas e softwares de códigos abertos, como o QGIS (QGIS, 2018).

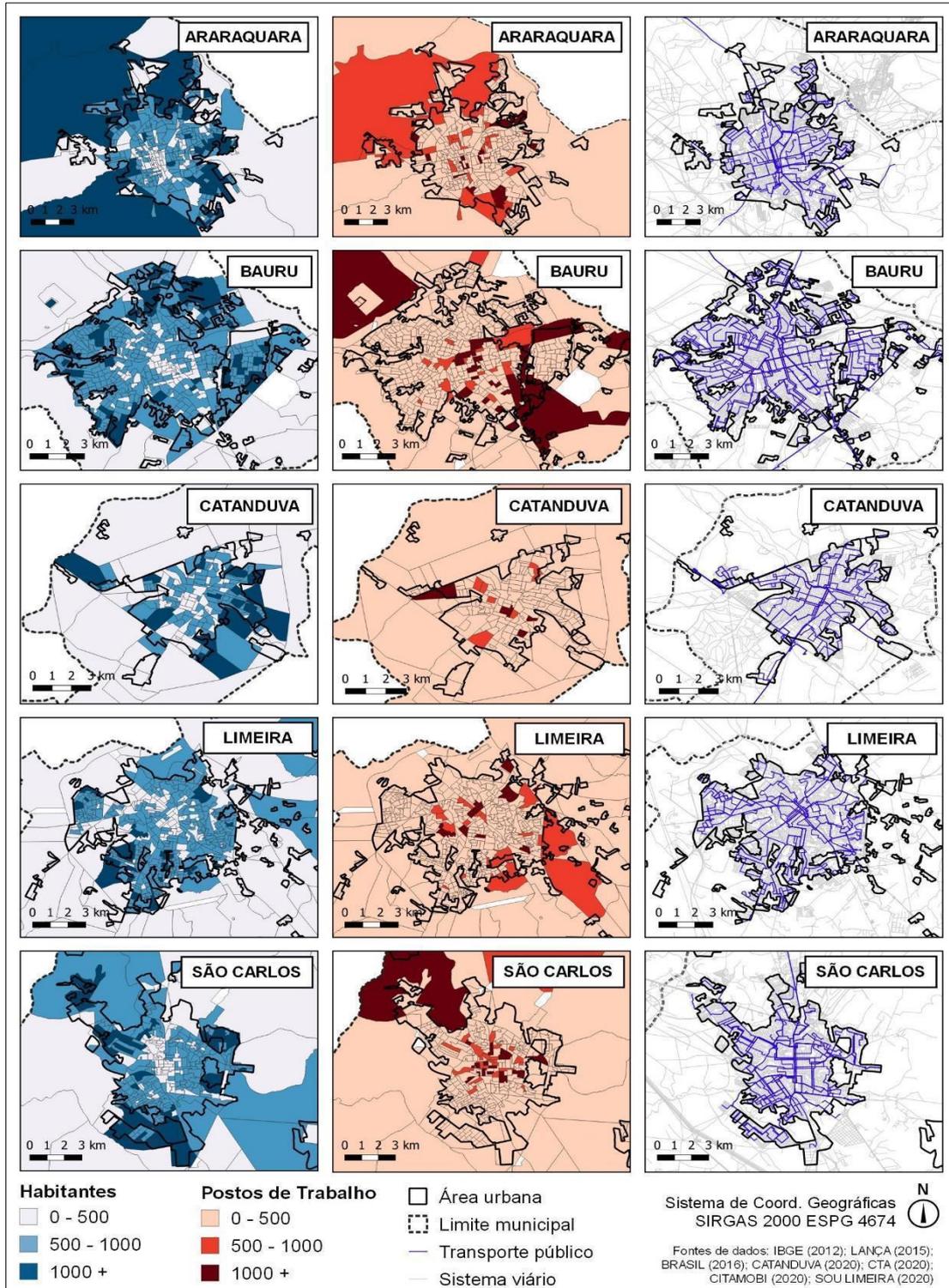
Os dados populacionais utilizados para as cidades foram os do Censo Demográfico de 2010, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2012). Associado aos dados populacionais estão as zonas censitárias, as quais foram utilizadas como unidade espacial de avaliação.

Os postos formais de trabalho do ano de 2018 foram obtidos na Relação Anual de Indicadores Sociais – RAIS (BRASIL, 2016). A RAIS contém informações auto-declaratórias de estabelecimentos e dados do número de empregados, se a empresa esteve em atividade no ano, o CEP, dentre outras informações. Apenas postos formais de trabalho foram considerados. O tratamento da base de dados consistiu em eliminar as empresas que não estiveram em atividade em 2018 e retirar aquelas que não possuíam nenhum vínculo empregatício outras inconsistências relacionadas aos CEP fornecidos. Procedeu-se a geolocalização dos postos de trabalho a partir do CEP com apoio da ferramenta de código aberto NOMINATIM (NOMINATIM, 2020) para obter coordenadas geográficas para cada CEP. Os postos de trabalho geolocalizados foram agregados nas zonas censitárias.

A Tabela 4 e a Figura 4 exibem os dados utilizados para os cálculos das medidas de acessibilidade. É possível identificar a forma semelhante de ocupação do território, confirmando o espalhamento urbano horizontal. Há regiões de elevada concentração populacional em áreas periféricas e geralmente pouco servidas do sistema de transporte coletivo

e que não estão próximas às regiões de maior disponibilidade de postos de trabalho, característico de zonas centrais, alguns setores rurais e distritos industriais.

Figura 4 – Dados populacionais, de postos de trabalhos e do sistema de transporte público das cidades selecionadas



Fonte: Autoria Própria

Tabela 4 – Dados populacionais, de postos de trabalhos e do sistema de transporte público das cidades selecionadas

	Catanduva	Araraquara	São Carlos	Limeira	Bauru
População ¹	112.843	208.725	221.936	276.010	344.039
Postos de trabalho ⁷	36.095	73.882	74.236	81.885	123.826
Postos de trabalho geolocalizados	29.355	69.066	59.142	74.007	104.364
Linhas transporte coletivo	13 ⁽²⁾	38 ³	49 ⁴	24 ⁵	72 ⁶
Pontos de embarque	366 ²	1447 ³	126 ⁴	677 ⁵	1990 ⁶
Partidas no dia útil	337 ²	1751 ³	1738 ⁴	1438 ⁵	3526 ⁶
Data dos dados da programação horária	nov/19 ²	jan/20 ³	fev/20 ⁴	fev/20 ⁵	jan/15 ⁶

Fonte: ¹ IBGE (2012); ² CATANDUVA (2020); ³ CTA (2020); ⁴ CITAMOBIL (2020); ⁵ SOU LIMEIRA (2020); ⁶ LANÇA (2015); ⁷ BRASIL (2016)

3.6 ADAPTAÇÃO E APLICAÇÃO DOS INDICADORES

Para avaliar a acessibilidade a oportunidades de emprego, utilizou-se dois indicadores. As ferramentas computacionais utilizadas foram planilhas eletrônicas para tabulação e padronização de dados e o QGIS (QGIS, 2018) como sistema de informação geográfica para representação espacial dos resultados e processamento dos algoritmos.

O primeiro indicador avaliado foi a medida de acessibilidade baseado no sistema de transporte. O indicador quantifica o número de empregos que estão dentro da isócrona de influência do ponto de embarque. No Brasil, essa isócrona é comumente estabelecida com a distância euclidiana de 300m (FERRAZ; TORRES, 2004; COSTA, 2008). O segundo parâmetro de identificação dos pontos de embarque é a frequência horária, que obtida pela agregação do número de partidas das linhas que distam até 50m do ponto de embarque. A frequência foi avaliada entre 6h e 20h da manhã de um dia útil.

O segundo indicador foi a acessibilidade baseada na localização. Definiu-se o setor censitário como unidade espacial de referência para as zonas de origem e de destino. As regiões isócronas se iniciam no centroide de cada setor censitário até atingir o ponto de embarque mais próximo. A partir do ponto de embarque, a isócrona é formada percorrendo a rede do sistema público com uma velocidade constante de 15 km/h até atingir o custo temporal de 30 minutos. As oportunidades são contabilizadas como acessadas quando há intersecção entre a rede isócrona criada e o setor censitário, agregando a quantidade de postos de trabalho totais acessados na zona censitária de origem. Devido às limitações dos dados utilizados, não foram

consideradas as restrições ou o limite para troca de linhas nos pontos de embarque. O horário escolhido para a criação das redes de serviço foi um dia útil, às 8h da manhã (LEVINSON; KING, 2020).

3.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.7.1 Indicador de acessibilidade baseada na infraestrutura

Para as cidades de Araraquara, São Carlos, Limeira e Bauru, o indicador refletiu elevados valores de acessibilidade, tanto da população próxima como dos postos de trabalho, como mostra a Tabela 5. No entanto, é preciso olhar os resultados com cautela.

Apenas a cidade de Catanduva apresenta baixa proximidade da população e de postos de trabalho ao sistema de transporte coletivo. O resultado de Catanduva está atrelado ao próprio porte do sistema que não é suficiente para ter diversos pontos de embarque de elevada frequência com exceção do próprio terminal central de integração do modo coletivo. Tal situação não significa que o sistema de transporte de Catanduva não promove acesso aos postos de trabalho. No entanto, denota uma maior dificuldade para indivíduos que demandam de baldeações de chegar aos locais desejados e que a programação horária das partidas pode restringir as opções de deslocamento por falta de conectividade temporal entre linhas. Para esses indivíduos, o transporte público pode deixar de ser uma opção.

Dos resultados expressivos, pode se tirar algumas conclusões. Primeiro, contradiz a premissa inicial da pesquisa, de que o crescimento das cidades médias está dissociado do uso do solo. Os resultados quantitativos mostram que mais da metade da população e dos postos de trabalho estão próximos de um ponto de embarque que é servido ao menos por 4 veículos por hora entre 6h e 20h. Além de facilitar o acesso dos indivíduos na ida e no retorno do trabalho, o alto percentual de empregos próximos ao sistema de transporte público também favorece a população usuária do modo coletivo em acessar locais de compra e serviços, sobretudo nas regiões centrais, onde se predomina os postos de trabalho deste tipo de atividade econômica.

Entretanto, somente o elevado grau de acessibilidade da população não garante que o indivíduo tenha acesso aos destinos desejados. Isso fica evidenciado pelas áreas de elevada concentração de postos de trabalho afastadas das regiões centrais, como os distritos industriais, que ficam de fora da área de influência de rede de alta frequência.

Ainda, partes das zonas de elevada concentração populacional também acabam ficando de fora da área de influência do indicador. A escolha do setor censitário como unidade

espacial pode reduzir o detalhamento dos resultados, mas os resultados mostram que, pela Tabela 5, o percentual da população que não está inserida na área de influência do indicador pode ser aquela mais cativa ao sistema.

Quando se confronta a divisão modal do transporte público das cidades avaliadas com a proximidade, é possível inferir os usuários do sistema não moram em regiões de alta acessibilidade, enquanto as regiões de baixa acessibilidade é que concentram a maioria dos usuários. Tal inferência contradiz a correlação afirmada por ITDP (2019), já que no perfil das cidades de médio porte, a relação entre proximidade do transporte público frequente e divisão modal não se mostrou verdadeira, mas confere maiores possibilidades de deslocamento na área urbana.

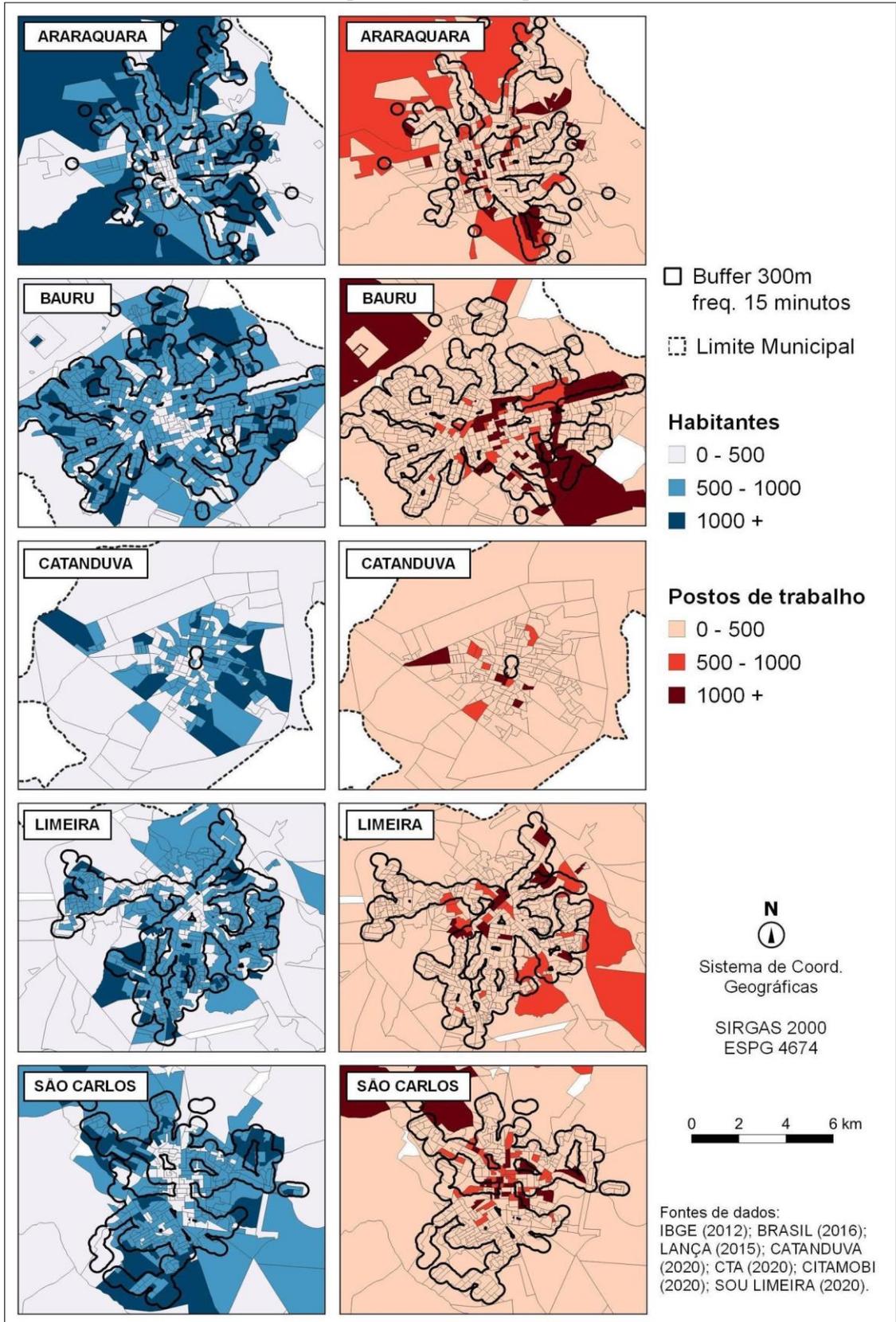
O resultado do indicador evidencia que o transporte público, em cidades médias, confere acesso a locais de trabalho e está próximo da população, mas a baixa utilização e da representação do modo coletivo na divisão modal, conforme apontado por pesquisas nacionais, está mais relacionado a questões de cunho operacional do transporte público, como a lotação, o tempo de espera e a falta de informação, do que da acessibilidade a oportunidades. Entretanto, a baixa acessibilidade àqueles que realmente são usuários do sistema, predominantemente a população que vive nas periferias urbanas, reforça o baixo uso

Tabela 5 – Percentual da população e dos postos de trabalho próximos de pontos de embarque de frequência horária de 15 minutos

	Catanduva	Araraquara	São Carlos	Limeira	Bauru
População próxima à rede de transporte público frequente (%)	2	56	69	71	74
Postos de trabalho próximos à rede de transporte público frequente (%)	4	52	68	65	80

Fonte: Autoria própria com base em IBGE (2012); CATANDUVA (2020); CTA (2020); CITAMOBIL (2020); SOU LIMEIRA (2020); LANÇA (2015) e BRASIL (2016)

Figura 5 – Resultado do indicador de proximidade da população e de postos de trabalho a pontos de embarque



Fonte: Autoria Própria

3.7.2 Indicador de acessibilidade baseado na localização

O indicador de acessibilidade complementa alguns dos resultados evidenciados no indicador de proximidade. As zonas censitárias mais afastadas do centro e geralmente aquelas com maior concentração populacional merecem atenção. Observa-se, assim como no indicador de proximidade, uma similaridade entre zonas de baixa acessibilidade, pela Figura 6, e zonas periféricas de alta concentração populacional, pela Figura 1. Esta situação deflagra e reforça a desigualdade de acesso nas cidades médias. Enquanto áreas centrais são providas de alta acessibilidade a postos de trabalho, pela própria organização da rede do sistema coletivo, as áreas periféricas possuem menor acesso.

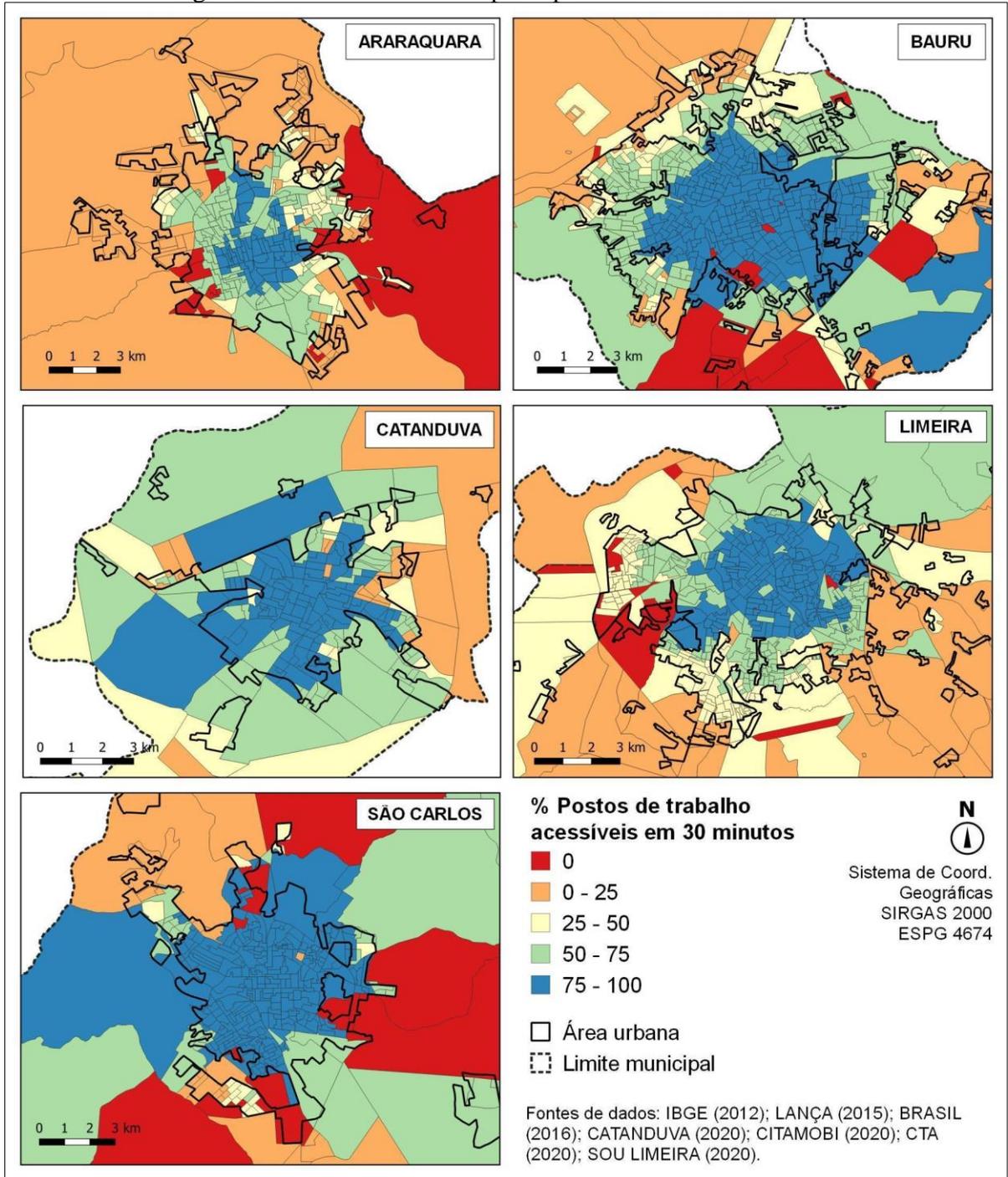
O resultado fica mais evidente quando se analisa a Tabela 6 e a compara com o resultado espacial exposto pela Figura 6. Verifica-se que a maior parte área urbana possui acesso, ao menos, a 50% das oportunidades de emprego. Entretanto, as áreas periféricas apresentam expressivo impacto no total da população, com maior destaque nas cidades de Araraquara e Limeira. Mesmo com a predominância dos setores censitários com acesso a 50% ou mais dos postos de trabalho em toda área urbana, as zonas censitárias periféricas detêm um elevado impacto no resultado mostrado pela Tabela 6, já que poucos setores são responsáveis por ter 46% e 33% da população sem acesso a 50% dos postos de trabalho das respectivas cidades.

Tabela 6 – Percentual da população com acesso a postos de trabalho em uma viagem de 30 minutos do transporte público às 8h de um dia útil

	Catanduva	Araraquara	São Carlos	Limeira	Bauru
>25% dos postos de trabalho	88	72	87	94	89
>50% dos postos de trabalho	84	54	81	67	76
>75% dos postos de trabalho	51	20	71	33	45

Fonte: Autoria própria com base em IBGE (2012); CATANDUVA (2020); CTA (2020); CITAMOBIL (2020); SOU LIMEIRA (2020); LANÇA (2015) e BRASIL (2016)

Figura 6 – Resultado do indicador de acessibilidade a oportunidades de emprego em uma viagem de 30 minutos do transporte público às 8h de um dia útil



Fonte: Autoria própria.

3.8 CONCLUSÃO DO ARTIGO

Este estudo pode sintetizar diversas considerações a respeito dos dados, da metodologia e dos resultados da aplicação de medidas de acessibilidade em cidades de porte médio.

Em primeiro lugar, o estudo da acessibilidade por transporte público é mais confiável com a utilização das bases de dados GTFS. Neste estudo, onde não foram usadas as bases GTFS, percebe-se uma majoração dos resultados nos indicadores de acessibilidade. Isto se dá, sobretudo, pela falta de restrições de conectividade temporal entre as linhas, situação que é inerente à operação do sistema de transporte público. Tal fator majora a distância percorrida dentro do sistema até findar o custo temporal adotado, ampliando a área de acessibilidade. Além disso, o algoritmo utilizado considerou uma velocidade constante de 15 km/h para o sistema de transporte público. Com uma base GTFS, é possível ter valores de velocidade mais próximos da realidade em cada trecho da área urbana. Para finalizar a questão referente ao GTFS, o uso das bases permite uma avaliação sistemática e padronizada para todas as cidades, além de reduzir esforços operacionais para elaboração dos dados vetoriais, uma vez que tais informações espaciais e da operação já fazem parte da base.

Em segundo lugar, a falta da cultura de compartilhamento e divulgação de informações nas cidades brasileiras ganha contornos mais complexos com as cidades de médio porte. Dados relacionados ao transporte público são escassos, ainda mais quando se precisa de informações granulares do sistema, como coordenadas de pontos de embarque, horários de partidas para cada linha, dentre outras informações pertinentes quando não há bases GTFS. Além disso, dados relacionados à divisão modal do transporte público nestas cidades são ainda mais raros, impossibilitando a avaliação da correlação sugerida por ITDP (2019).

Em terceiro lugar, é importante salientar que as suposições da literatura sobre a influência da dimensão territorial nos resultados da acessibilidade são verdadeiros. De fato, cidades de porte médio apresentam valores elevados de acessibilidade em relação a grandes cidades. Isto se dá pela forma de cálculo dos indicadores. Para o indicador de acessibilidade baseado na localização, a escolha do custo temporal da viagem de 30 minutos no sistema de transporte público gerou regiões isócronas que englobam quase a totalidade da área urbana. Isso se dá pela falta de restrições do algoritmo de cálculo, como o tempo de espera no início da viagem e de baldeações, conectividade irreal entre linhas, dentre outras restrições. Para o indicador baseado na infraestrutura, a contabilização de pontos de embarque com boa

frequência foi feita com base em proximidade espacial de linhas a um mesmo ponto de embarque, sem uma efetiva avaliação de que essa conectividade existe e se os horários que as linhas servem ao ponto de embarque de fato se revertem em possibilidade de conexão que reflita na alta frequência.

Finaliza-se tais pontos levantados sobre a metodologia e a aplicação da acessibilidade em cidades médias que há necessidade de adaptações e escolhas nas variáveis dos indicadores para que a avaliação da acessibilidade seja pertinente ao sistema de transporte e a dimensão territorial de cidades médias. Coloca-se como sugestão de continuidade da pesquisa a avaliação da acessibilidade com o uso de bases GTFS e a aplicação dos mesmos critérios em outras cidades, permitindo a avaliação comparativa e a elaboração de um denominador comum de acessibilidade para acessibilidade em cidades médias.

Com bases nos valores obtidos pelos indicadores, é possível analisar que, mesmo com valores majorados, a acessibilidade nas cidades médias é garantida a maior parte da população, com algumas regiões periféricas de baixa acessibilidade. A melhoria da acessibilidade em regiões deficitárias pode ser feita com o viés no transporte público e com o viés no uso do solo. O viés do uso do solo se baseia na aproximação de oportunidades de emprego às regiões de alta concentração populacional com políticas de incentivo a instalação de empresas afastadas das regiões centrais. Ou, ainda, favorecer a densificação urbana em regiões centrais, de modo a elevar a densidade populacional em regiões centrais bem infraestruturadas e com maior concentração de oportunidades de emprego.

Sabendo da dificuldade e maior tempo para surtir efeitos que estas políticas públicas fariam, reorganizar espacialmente as linhas, aumentar a oferta do sistema em áreas afastadas e conferir priorização viária para reduzir os tempos de viagens e aumentar a qualidade do serviço pode ser outras soluções a se considerar.

Conclui-se que o sistema de transporte público conecta a maioria das pessoas as oportunidades de trabalho espalhadas na área urbana das cidades de médio porte, com a observação de que há desigualdades a serem minimizadas para os indivíduos das regiões com menor oferta do modo coletivo e que são as mesmas regiões de maior concentração populacional.

4 CONCLUSÃO GERAL

Observa-se que as cidades médias carecem de estudos e visões específicas que as direcionem para o progresso sustentável identificando suas forças e fragilidades. Uma dessas fragilidades é o transporte público, muitas vezes colocado como algo de menor importância em relação à circulação de veículos individuais, fazendo-o perder produtividade e competitividade constantemente e não servindo ao seu propósito primário de conectar pessoas a oportunidades.

Indicadores adequados à realidade das cidades médias podem contribuir para avaliação da acessibilidade, com impacto direto no processo decisório de melhores políticas públicas e na redução das desigualdades espaciais presentes nas cidades brasileiras.

Os indicadores permitem avaliar quanto o transporte público promove o acesso de qualidade ao território, com a medida de acessibilidade baseada na infraestrutura, quantificando as oportunidades próximas atendidas por um serviço de maior frequência e a medida de acessibilidade baseada nas oportunidades acessadas utilizando o transporte público como modo de deslocamento.

Com a pesquisa exploratória que esta dissertação se propôs a avaliar, foi possível adaptar indicadores para o contexto e realidade das cidades de porte médio e o sistema de transporte coletivo convencional, desenvolvendo indicadores que vão auxiliar no planejamento do transporte público em outras cidades de mesmo perfil.

Os resultados dos indicadores de acessibilidade sugerem algumas indagações sobre a forma de organização do transporte público e ocupação do espaço. Mesmo com resultados positivos expressivos para a acessibilidade a postos de trabalho e aos estabelecimentos de saúde, há evidentes cenários de desigualdade espacial nas cidades analisadas.

Os indicadores que relacionam o transporte público com a população, postos de trabalho e equipamentos urbanos se mostram como essenciais para quantificar o acesso à rede de transporte, contribuindo para analisar holisticamente a organização da rede que melhore o acesso a oportunidades. Também contribuíram para identificar regiões deficitárias de serviço ou zonas de elevada densidade que não são servidas adequadamente.

A avaliação de outras cidades pelos mesmos indicadores pode auxiliar o entendimento se esse tipo de organização do transporte público no espaço urbano e as dificuldades institucionais e gerenciais dos governos locais são iguais em todas as cidades médias ou o

resultado apresentou uma realidade particular que difere de outros municípios do patamar médio.

Espera-se que esta dissertação, que teve a pretensão de iniciar o debate da acessibilidade do transporte público em cidades de médio porte, contribua para futuros trabalhos que visem ampliar o conhecimento científico brasileiro sobre os estudos de acessibilidade urbana e do planejamento do transporte público.

Em um âmbito mais prático, que esta pesquisa auxilie prefeituras e outras instituições no planejamento ou replanejamento do sistema coletivo com a proposição dos indicadores de acessibilidade adaptados a este perfil de cidades, incluindo os dados e o método de aplicação, de forma a direcionar o processo decisório na construção de cidades com maior integração entre uso do solo e sistema de transporte, ampliando a sustentabilidade urbana e reduzindo desigualdades de acesso a oportunidades.

4.1 CONTINUIDADE DA PESQUISA

A grande variabilidade da aplicação do conceito da acessibilidade urbana em distintas escalas, variáveis e objetivos, mostra que ainda existem diversas perguntas a serem feitas, bem como encontrar as respostas para convergir a indicadores que sejam funcionais e aplicáveis a todas as cidades de mesmo perfil.

Novos estudos, com diferentes cidades e novas metodologias, devem ser realizadas para consolidar os parâmetros de frequência, a distância ao ponto de embarque, a distância ou tempo a ser considerado no custo da acessibilidade baseada na localização, dentre outras questões. Ainda, a ampliação do estudo para mais cidades pode permitir que se estabeleça valores de referência e tendências para as cidades de mesmo perfil.

A qualidade e o nível de refinamento dos dados também demanda atenção especial. Utilizar bases de dados governamentais, como é o caso de censos, da tabela RAIS, CNES, são importantes para conferir padronização na fonte da informação, mas a falta de dados referentes à localização espacial pode gerar diferenças metodológicas consideráveis. Nesse sentido, estabelecer um método para geolocalização de endereços também pode contribuir para uma maior formalização e padronização e precisão dos resultados.

O uso das zonas censitárias como unidade espacial também possui impacto no resultado dos indicadores, de modo que a escolha por maior ou menor refinamento com a utilização de malhas e o modo de transformação e agregação dos dados discretos (pontos) em

dados contínuos (áreas) agregados nas unidades espaciais de análise também podem contribuir para análises mais robustas e próximas da realidade, mas que demandam maiores tratamentos e recursos de processamento computacional.

Os indicadores propostos se mostraram de fácil aplicação, mediante a posse de dados básicos, presente em bases comuns para todas as cidades, como o censo demográfico e a tabela RAIS, bem como bases de dados abertos. Ainda, foram utilizadas somente ferramentas comuns à área de planejamento (planilhas eletrônicas e sistemas de informação geográfica) ou ferramentas *open-source*. Dessa forma, os indicadores podem ser aplicados por gestores locais das prefeituras, funcionários das empresas operadoras e equipes executoras dos planos de mobilidade.

A falta de dados sobre o transporte público das cidades brasileiras, com pouquíssimas exceções, mostra-se uma grande barreira para estudos aprofundados de indicadores de planejamento. Dados espaciais do transporte público, como a localização dos pontos de embarque ou arquivos (vetores ou tabelas de coordenadas) das linhas demonstraram ser a informação mais difícil de se obter, de modo que a produção manual desse tipo de informação para diversas cidades se torna inviável. Ainda, a qualidade da informação presente nos sites e aplicativos, que carecem de atualização frequente, dificulta a obtenção dos dados necessários aos estudos de acessibilidade.

Ademais, se a solicitação de informação envolver a base de dados GTFS, o caminho é ainda mais difícil. Ainda há muito para fazer estimular a cultura de transparência e divulgação de informação para motivar a abertura dos dados pelas prefeituras e pelas empresas envolvidas no transporte público, sobretudo os dados GTFS de cada cidade. Com dados GTFS será possível aplicar a metodologia que já está bem estabelecida na literatura, tornando a análise dos indicadores de acessibilidade mais próxima da realidade operacional do transporte público e das restrições de integração no tempo e no espaço da rede, produzindo análises mais detalhadas em comparação ao que foi produzido nesta dissertação.

Por fim, a aplicação da mesma metodologia proposta pode ser feita em diversos perfis de cidades, não necessitando manter a restrição do recorte populacional das cidades média. Ainda, podem ter resultados mais fiéis à realidade mediante a posse de dados atualizados da população, dos postos de trabalho e do sistema de transporte público.

5 REFERÊNCIAS

- ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2016**. ANTP, maio. 2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>. Acesso em: 14 jan, 2021.
- BEZERRA, B. S.; MANZATO, G. G.; PEIXOTO, A. S. P. **Indicadores de qualidade no transporte público por ônibus**. 92p. Bauru, FEB-UNESP, 2020.
- BOK, J.; KWON, Y. Comparable Measures of Accessibility to Public Transport Using the General Transit Feed Specification. **Sustainability**, v. 8, 224. 2016.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno MCidades Mobilidade Urbana: Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2004. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/5a1566905bdf787cb0385521af19a938.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.587, de 3 janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 abril 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em 28 de abril de 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Microdados RAIS e CAGED**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho, 19 maio 2016. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Indicadores para monitoramento e avaliação da efetividade da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU)**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana, nov. 2018. Disponível em: <https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/ArquivosPDF/relatorio-indicadores-efetividade-pnmu.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- CATANDUVA. Prefeitura Municipal. **Transporte Coletivo**. Disponível em: <http://www.catanduva.sp.gov.br/transito/transporte-coletivo/>. Acesso em 20 jan. 2020.
- CITAMOB. **Linhas e Horário São Carlos** [aplicativo]. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.cittabus&hl=pt_BR&gl=US. Acesso em: 12 de dez. 2020.
- CNES. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde**. Disponível em: <http://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/extracao.jsp>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- CNT; NTU. **Pesquisa Mobilidade da População Urbana 2017**. Brasília: CNT; NTU, 2017. Disponível em: <https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636397002002520031.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

CNT; NTU. **Pesquisa Nacional de Mobilidade Urbana 2018**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. Disponível em: https://www.mdr.gov.br/images/SEMOB/Relatorio_Pemob_2018.pdf. Acesso em: 27 fev. 2020.

COSTA, M. S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. 2008. 357 f. Tese (Doutorado)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

DEBOSERE, R.; EL-GENEIDY, A. M. Evaluating Equity and accessibility to jobs by public transport across Canada. **Journal Of Transport Geography**, v. 73, 54-63, 2018.

DODSON, J.; MEES, P.; STONE, J.; BURKE, M. **The principles of public transport network planning**: A review of the emerging literature with selected examples. Brisbane, Griffith University, Urban Research Program, 2011. Disponível em: <http://www.ppt.asn.au/pubdocs/ip15-dodson-et-al-2011.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

EL-GENEIDY, A. M.; LEVINSON, D. **Access to Destinations**: Development of accessibility measures. Minnesota Department of Transportation, 2006.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. São Carlos, Editora RiMa, 2004.

GARCIA, P. B. M.; RAIA Jr, A. A. Análise da acessibilidade a hospitais: Estudo de caso para a cidade de Rio Claro (SP) e São Carlos (SP). **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, 7(1), 21-47, jan./abr, 2015.

GEURS, K. T.; VAN WEE, B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. **Journal of Transport Geography**. v. 12, p. 127-140, 2004.

GONÇALVES, M. A. **Organização e funcionamento do SUS**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, UFSC; [Brasília]: CAPES, 2014. 132p.

GUDMUNDSSON, H.; HALL, R. P.; MARSDEN, G.; ZIETSMAN, J. **Sustainable Transportation**: Indicators, frameworks and performance management. Springer, 2016. Disponível em: <http://58.27.242.36/jspui/bitstream/1/250/1/sustainable%20transportation.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2020.

HANDY, S.L. Regional versus local accessibility: implications for nonwork travel. **Transportation Research Record. Transportation Research Board**. n.1400, p.58-66. 1993.

HANSEN, W. G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Institute of Planners**, 25:2, 73-76. 1959.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 05 fev. 2020.

IBGE. **IBGE divulga as estimativas da população dos municípios para 2019**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia->

de-noticias/releases/25278-ibge-divulga-as-estimativas-da-populacao-dos-municipios-para-2019. Acesso em: 01 jun. 2020.

INGRAM, D. R. The concept of accessibility: A search for an operational form. **Regional Studies**, 5:2, 101-107, DOI: 10.1080/09595237100185131. 1971.

IPEA. **Dinâmica urbano-regional: Rede Urbana e suas interfaces**. 409p. Brasília, DF: 2011. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_dinamicaurbano.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

ITDP. **Cidades Resilientes e o acesso aos serviços de saúde**. Mobilizados: Boletim #6, abr. 2020. Disponível em: https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/04/Boletim6_MobiliDADOS.pdf. Acesso em: 02 dez. 2020.

ITDP. **Indicators for sustainable mobility**. 2019. Disponível em: <https://www.itdp.org/publication/indicators-sustainable-mobility/>. Acesso em: 19 jan. 2020.

ITF. **Benchmarking accessibility in cities: Measuring the Impact of proximity and transport performance**. International Transport Forum Policy Papers, n. 68, OECD Publishing. Paris, 2019a. Disponível em: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/accessibility-proximity-transport-performance_2.pdf. Acesso em: 11 jan. 2021.

KUREKE, B. M. C. B.; BERNARDINIS, M. A. P. A utilização de índice e indicadores na efetividade da política nacional de mobilidade urbana brasileira. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 15, n. 6, p. 29-38, nov. 2019.

LANÇA, J. F. A. **Metodologia para análise de sistema de transporte coletivo por ônibus através de indicadores de qualidade**. 2015. 220 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia. Bauru. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132621>. Acesso em: 13 mar. 2020

LEVINSON, D.; KING, D. **Transport access manual: a guide for measuring connection between people and places**. University of Sidney: Committee of Transporte Access Manual. 2020. ISBN: 9781-7158-86431. Disponível em: <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/23733>. Acesso em: 20 dez. 2020.

LIMA, C. D. **Avaliação da acessibilidade aos serviços de saúde pública de regiões urbanas de Curitiba considerando o transporte público com análise de grafos e georreferenciamento**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2019.

LITMANN, T. **Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning**. Victoria, CA: Victoria Transport Policy Institute, 19 fev. 2011. Disponível em: https://www.vtpi.org/sus_tran_ind.pdf. Acesso em: 10 maio 2020.

MAGALHÃES, M. T. Q. **Metodologia para desenvolvimento de sistemas de indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da política nacional de transportes**. (Dissertação – Mestrado). Brasília: UnB, 2004.

NOVOCARD. **Busca de Linhas e Itinerários**. 2016. Disponível em: <http://novocardararaquara.com.br/linhas-e-horarios/>. Acesso em: 5 de jan. 2020.

NOMINATIM. **Open Source Geocoding with Open Street Map data**. Disponível em: <https://nominatim.org/>. Acesso em: 18 out. 2020.

OWEN, A.; MURPHY, B. **Access Across America: Transit 2018**. University of Minnesota, Center for Transportation Studies, 2020.

PEREIRA, R. H. M.; BRAGA, C. K. V.; SERRA, B.; NADALIN, V. **Desigualdades Espaciais de acesso a oportunidades brasileiras**: Texto para Discussão 2535. Brasília, DF: Ministério da Economia, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, jan. 2020. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9586/1/td_2535.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

POELMAN, H.; DIJKSTRA, L. **Measuring access to public transport in European cities**. Regional Working Paper, OECD. 2015. Disponível em: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2015_01_publ_transp.pdf. Acesso em: 4 fev. 2020

QGIS Development team. **QGIS Geographic Information System**. Open-Source Geospatial Foundation Project. 2018. Disponível em: <http://www.qgis.org/>.

RAIA Jr., A. A. **Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000. 217p.

RIBEIRO, R. A. **Modelo baseado em agentes para estimar a geração e distribuição de viagens intraurbanas**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, São Carlos, 2011.

SANTOS, A. L. L. **Uma análise exploratória de barreiras na implementação do plano de mobilidade urbana nas cidades de pequeno e médio porte no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 93f. 2017.

SHI, Y.; BLAINE, S.; SUN, C.; JING, C. A literature review on accessibility using bibliometric analysis techniques. **Journal of Transport Geography**, v. 87, jul, 2020.

SOU LIMEIRA. **Linhas e Horários**. 2020. Disponível em: <https://soulimeira.com.br/linhas-e-horarios/>. Acesso em: 15. Mar. 2020.

STAMM, C; STADUTO, J. A. R.; LIMA, J. F.; WADI, Y. M. A População urbana e a difusão das cidades de médio porte no Brasil. **INTERAÇÕES: Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v. 14, n. 2, p. 251-265, jul/dez, 2013.

WU, H.; LEVINSON, D. **Access Across Australia**. University of Sidney, School of Civil Engineering, 2019. Disponível em: <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/20509>. Acesso em: 20 dez 2020.