

ANÁLISE DA OFERTA DO SERVIÇO DE TRANSPORTE PÚBLICO NO MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS/MG

Lucas Brandão Monteiro de Assis
Patrícia Baldini de Medeiros Garcia
Sérgio Pacífico Soncim
Mylena Cristine Rodrigues de Jesus
Universidade Federal de Itajubá - campus Itabira
Instituto das Engenharias Integradas

RESUMO

Por muitos anos, os diversos fatores relacionados ao desempenho do transporte público têm sido motivo de estudo de muitos autores, que observaram o efeito direto da disponibilidade do serviço na acessibilidade e na mobilidade das pessoas. Diversas metodologias foram propostas por vários autores com o objetivo de analisar a oferta do transporte público. O objetivo deste trabalho foi avaliar a oferta do transporte público do município de Poços de Caldas, MG. O cálculo da oferta de transporte foi realizado utilizando a metodologia de Henk e Hubbard (1996) na qual, baseando-se em três indicadores, de cobertura, capacidade e frequência, é determinado o Índice de Disponibilidade do Serviço de Transporte ou Index of Transit Service Availability – ITSA. Utilizando a metodologia proposta verificou-se que a disponibilidade do serviço é, de forma geral, baixa, e menos da metade do município possui uma oferta do serviço de transporte público considerada no mínimo adequada.

ABSTRACT

Over the years, several authors have studied the factors related to public transportation and observed that the availability of the service directly affects the accessibility and mobility of people. Several methodologies have been developed by several authors to analyze the public transportation offer. The objective of this work was to evaluate the public transportation offer of the municipality of Poços de Caldas, MG. The calculation of the transport offer was made using the methodology of Henk and Hubbard (1996), which based on three indicators, coverage, capacity and frequency, determines the Index of Transit Service Availability - ITSA. Using the proposed methodology, it was found that the availability of the service is generally low, and less than half of the municipality has an adequate public transport service offer.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a intensa expansão do território urbano fez com que o uso dos automóveis gradativamente se intensificasse em muitas cidades brasileiras. Acompanhando este processo, as políticas públicas se pautaram cada vez mais no desenvolvimento do transporte motorizado individual e como consequência direta, observou-se o crescimento do número de congestionamentos, do consumo de recursos naturais e do número de acidentes no trânsito.

Porém, é evidente que as pessoas e os bens necessitam se mover dentro das cidades, e este movimento é o que cria o sistema de transporte, que segundo Manheim (1979) é o conjunto de pessoas e bens transportados. No Brasil, um dos principais sistemas de transporte coletivo é o transporte coletivo por ônibus, presente na maioria dos municípios.

O objetivo central deste trabalho é realizar uma avaliação qualitativa do serviço de transporte público coletivo por ônibus no município de Poços de Caldas, em Minas Gerais, avaliando a oferta do serviço no território urbano. Para isso, foi utilizada a metodologia proposta por Henk e Hubbard (1996), que consiste na determinação do *Index of Transit Service Availability – ITSA*. ou Índice de Disponibilidade do Serviço. Observou-se que, de forma geral, o transporte no município possui uma oferta deficiente, que compromete a acessibilidade de seus habitantes.

Este trabalho se estrutura em apresentar uma revisão bibliográfica, apresentando algumas metodologias desenvolvidas para a determinação da oferta de transporte, em seguida é descrito

o estudo de caso, apresentando a metodologia empregada e por fim os resultados e considerações obtidas a partir do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os sistemas de transporte são fundamentais para dinâmica das cidades, devido ao seu impacto direto no crescimento urbano e sua influência na qualidade de vida, na mobilidade e na acessibilidade dos habitantes (Araújo *et al.*, 2011).

Um dos principais sistemas de transporte do meio urbano, é o transporte público coletivo, essencial devido à capacidade de transportar diversas pessoas em um mesmo veículo, colaborando com a redução da poluição ambiental, dos congestionamentos e dos acidentes de trânsito. O transporte coletivo por ônibus é uma das formas mais comuns de transporte público, e está presente na maior parte dos municípios brasileiros. Muitas atividades econômicas e sociais das cidades dependem deste modo, seja pela necessidade ou pela preferência dos usuários (Ferraz e Torres, 2004).

Dessa forma, observa-se o transporte público como um elemento de aporte à democratização da mobilidade e da acessibilidade, sendo ainda, na maior parte das vezes, o único modo motorizado ao qual as pessoas de baixa renda têm acesso e a alternativa mais prática àqueles que não possuem fácil acesso aos automóveis, como crianças, adolescentes, idosos, deficientes, etc. (Ferraz e Torres, 2004).

2.1 Oferta do Transporte Público Coletivo

A oferta de transporte coletivo, está ligada ao quanto o serviço está disponível aos usuários e quanto maior a oferta, maiores as chances de ser escolhido pelos usuários (Sousa e Sanches, 2012).

Uma oferta de transporte coletivo adequada envolve algumas condições como: disponibilidade do serviço próximo à origem e ao destino, horários adequados de atendimento e capacidade suficiente para atender a demanda (Sousa e Sanches, 2012).

Ferronato e Michael (2007) apontam que a oferta do transporte público também pode ser vista como acessibilidade, principalmente no que tange o conceito de oportunidade de alcançar determinado local a partir de uma origem.

É possível encontrar na literatura diversos indicadores do serviço de transporte público. Raia Jr. (2000) classificou diversos indicadores em cinco tipos diferentes, entre eles os indicadores do tipo “oferta do sistema de transporte”, avaliados a partir dos seguintes parâmetros: o número de linhas que servem a zona de estudo, a frequência do sistema e a área desta zona.

A literatura apresenta diversos estudos direcionados a oferta do serviço de transporte público em diferentes níveis territoriais, alguns estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Metodologias para avaliação da oferta de transporte público coletivo em diferentes níveis territoriais.

Autor (ano)	Método
Henk e Hubbard (1996)	Índice de Disponibilidade de Transporte Coletivo (<i>Index of Transit Service Availability - ITSA</i>), compreendido como uma ferramenta para planejar e comparar a disponibilidade do serviço de transporte em áreas com populações e densidades populacionais semelhantes. Baseia-se na equação 1:
	$ITSA = \frac{I_{cob} + I_f + I_{cap}}{3} \quad (1)$
	Em que: I_{cob} = Indicador de cobertura do serviço de transporte; I_f = Indicador de frequência do serviço de transporte; I_{cap} = Indicador de capacidade do serviço de transporte;
Shriver (1997)	Avaliação da oferta de transporte coletivo por bairros, por meio do estudo do número de linhas que atravessam o bairro e o número de pontos de ônibus na área.
Ryus <i>et al.</i> (2000) Departamento de Transportes da Flórida – EUA	<i>Transit Level of Service – TLOS</i> , indicador em forma de software para análise da disponibilidade do sistema de transporte, tem como base a cobertura e a frequência do serviço, as horas do serviço, as rotas para pedestres, a densidade populacional e a quantidade de empregos.
Soltani e Allan (2005)	Aplicação do conceito Cobertura do Transporte Coletivo (CTC) definido para um setor censitário, que avalia a oferta do transporte por meio da relação entre a área de cobertura do serviço e a área do setor censitário.
Ferronato e Michael (2007)	Índice agregado que mede a acessibilidade por meio do transporte público coletivo, baseado na frequência e cobertura dos serviços disponíveis.

Fonte: Adaptado de Sousa e Sanches (2012)

O *ITSA* (Henk e Hubbard, 1996) foi utilizado por Sousa (2013) na análise da oferta do transporte coletivo em São Luís – MA, relacionando ainda este aspecto à renda dos habitantes. Este índice é baseado na média de 3 indicadores, o de cobertura, o de frequência e o de capacidade do serviço de transporte, definidos respectivamente pelas equações 2, 3 e 4.

$$I_{cob} = \frac{\text{comprimento da rota no bairro (km)}}{\text{área do bairro (km}^2\text{)}} \quad (2)$$

$$I_f = \frac{\text{quilometragem diária percorrida no bairro (km)}}{\text{comprimento da rota no bairro (km)}} \quad (3)$$

$$I_{cap} = \frac{\text{quilometragem diária percorrida no bairro (km)} \times \text{lugares}}{\text{comprimento da rota no bairro (km)}} \quad (4)$$

Uma vez definidos, os valores obtidos são padronizados conforme a equação 5, para possibilitar sua comparação.

$$I_{cob} = 5 + \left(\frac{X_{cob} - \bar{Y}_b}{S_{cob}} \right) \quad (5)$$

Em que: I_{cob} : indicador de cobertura (padronizado);

X_{cob} : indicador de cobertura (antes da padronização);

Y_{cob} : média dos indicadores da amostra;

S_{cob} : desvio padrão dos indicadores de cobertura;

5: constante de padronização, evita que os valores sejam negativos;

A equação 5 é aplicada de forma semelhante para os indicadores de frequência e capacidade também.

Seguindo a metodologia de Henk e Hubard (1996) e as análises realizadas por Sousa (2013), os valores de *ITSA* podem ser definidos conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Classificação da oferta quanto ao *ITSA*

Insatisfatória	Baixa	Adequada	Satisfatória
0 - 3,5	3,5 - 5,0	5,0 - 6,5	6,5 - 10

Fonte: Adaptado de Sousa (2013)

3. ESTUDO DE CASO

Poços de Caldas é um município no sul de Minas Gerais, localizado na divisa com o estado de São Paulo. A população do município em 2018 era estimada em 166.111 habitantes, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018). O objetivo deste trabalho é avaliar a oferta de transporte público coletivo do município de Poços de Caldas – MG, e para isso foi utilizado um software de SIG, devido a possibilidade de agregar as informações de cada região de estudo à localização geográfica.

Dessa forma, a primeira etapa baseou-se na caracterização territorial do município a partir da elaboração do mapa base da cidade. Inicialmente, foram obtidos os arquivos em *shapefile* de Poços de Caldas, disponíveis no Portal de Mapas do IBGE. Estes arquivos possuem dados georreferenciados do município divididos por setores censitários.

Ao todo, Poços de Caldas possui 240 setores censitários, porém para uma melhor interpretação dos resultados, agruparam-se alguns setores em unidades de áreas maiores, considerando a mesma divisão territorial das pesquisas de mobilidade urbana do Plano de Mobilidade Urbana de Poços de Caldas – PlanMob Poços de Caldas (2019), o que resulta em 31 Zonas de Tráfego (ZT's) e quatro grandes regiões (Centro, Leste, Oeste e Sul).

O serviço de transporte público coletivo em Poços de Caldas é oferecido exclusivamente por ônibus: operam cerca de 50 linhas em todos os dias da semana. O município também possui quatro estações em diferentes regiões da cidade que funcionam, de acordo com a empresa, de forma integrada.

A caracterização deste serviço é feita com base na forma como ele acontece no território, levando em consideração o itinerário das rotas, a capacidade de transportar passageiros, a frequência de atendimento e o número de viagens realizadas por dia.

O traçado das rotas que permite a observação do serviço no território foi obtido juntamente à Prefeitura Municipal de Poços de Caldas. Já as informações a respeito das linhas como capacidade dos veículos, intervalo entre as partidas e número de viagens por dia, foram obtidas no site da empresa prestadora do serviço.

Enfim, para determinação da oferta do serviço de transporte público foi utilizado o *ITSA* (Henk e Hubbard, 1996), que determina o índice de disponibilidade do serviço de transporte público a partir da média dos indicadores de cobertura, frequência e capacidade.

Para isso, foram obtidos os valores de acordo com as equações 2, 3 e 4, citadas anteriormente, e em seguida estes valores foram padronizados para serem substituídos na equação 1.

4. RESULTADOS

Para a determinação do ITSA (Henk e Hubbard, 1996) foi necessário obter cada um dos indicadores que o compõem. Considerando que os dados fornecidos dos itinerários das linhas são divididos por dias úteis, sábados e domingos, foram obtidos três indicadores – um para cada situação – sendo feita, no final, uma média ponderada considerando o período de 30 dias, em que 22 dias são dias úteis e 4 sábados e domingos, obtendo os valores de frequência e capacidade, e então finalmente calculados o valor do ITSA.

A Tabela 3 apresenta os Indicadores de cobertura, frequência e capacidade médios, e o Índice de Disponibilidade do Serviço de Transporte Coletivo médio para cada uma das zonas de tráfego.

Tabela 3: Indicadores de cobertura, frequência e capacidade e ITSA.

Zona de Tráfego	Índice de Cobertura Médio	Índice de Frequência Médio	Índice de Capacidade Médio	ITSA Médio
1	4,38	4,18	4,21	4,25
2	4,79	4,67	4,69	4,72
3	4,70	5,00	4,98	4,89
4	5,34	5,28	5,41	5,34
5	6,35	5,47	5,36	5,73
6	4,55	4,94	5,01	4,84
7	6,07	5,15	5,21	5,48
8	5,12	4,28	4,35	4,58
9	8,98	8,87	8,90	8,92
10	5,53	5,55	5,58	5,55
11	4,51	5,69	5,78	5,33
12	4,71	5,23	5,32	5,09
13	4,50	4,71	4,74	4,65
14	4,51	4,21	4,29	4,33
15	6,56	7,26	7,35	7,05
16	4,82	5,33	5,38	5,18
17	4,60	4,93	5,02	4,85
18	6,30	6,06	6,06	6,14
19	5,27	4,85	4,93	5,01
20	4,43	5,36	5,44	5,08
21	4,47	4,21	4,28	4,32
22	5,33	5,13	5,18	5,21
23	4,70	4,44	4,45	4,53
24	4,59	4,52	4,56	4,56
25	4,44	4,31	4,35	4,37
26	4,17	4,31	4,34	4,27
27	4,29	4,14	4,24	4,22

28	4,14	4,18	4,23	4,18
29	4,09	4,05	4,09	4,08
30	4,34	4,19	4,23	4,25
31	4,41	4,53	4,61	4,52

O mapa da Figura 1 apresenta o resultado do ITSA distribuído territorialmente. As cores relacionadas a oferta correspondem aos critérios apresentados por Sousa (2013) presentes na Tabela 2.

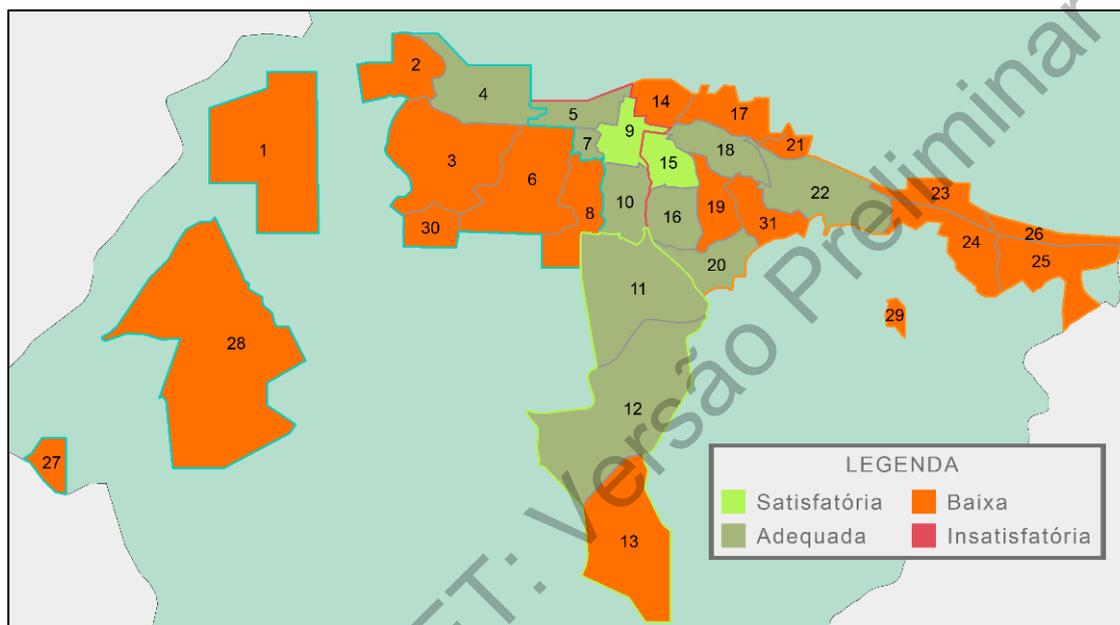


Figura 1: ITSA distribuído territorialmente.

Na distribuição territorial foi possível perceber que as ZT's localizadas na região central ou próximas desta possuem uma melhor oferta do serviço de transporte público.

De forma geral, somente as regiões 9 e 15 apresentaram um resultado acima de 6,5, caracterizando a oferta como satisfatória. Além disso, 11 regiões possuem uma oferta adequada, com ITSA entre 5 e 6,5, e as 18 regiões restantes possuem uma oferta baixa do transporte, com ITSA inferior a 5, mas acima de 3,5. Nenhuma das regiões apresentou uma oferta insatisfatória, sendo 4,1 o valor mais baixo de ITSA, na ZT 29.

A grande oferta nas regiões 9 e 15 pode ser explicada pela sua localização central, em que há mais linhas cruzando esta região devido à localização do terminal central e a grande quantidade de oportunidades que estão concentradas nos centros urbanos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte público é uma ferramenta essencial para o funcionamento das cidades. É capaz de conectar as pessoas às oportunidades que a vida urbana tem a oferecer, sendo um elemento fundamental para o desenvolvimento urbano.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação qualitativa da acessibilidade do município de Poços de Caldas, em Minas Gerais, avaliada quanto a oferta do transporte público, a partir

da determinação do *Index of Transit Service Availability* – ITSA, proposto por Henk e Hubbard (1996).

De forma geral, os indicadores mostraram que a oferta de transporte coletivo na cidade é baixa, já que 18 unidades das 31 avaliadas obtiveram um valor de ITSA menor que 5. Isso significa que mais da metade da cidade não possui uma oferta de transporte que seja no mínimo, adequada. Essa baixa oferta pode ser traduzida num comprometimento da acessibilidade do município, que torna mais difícil o acesso da população que reside nessas regiões às oportunidades oferecidas pela cidade.

Apenas duas ZT's possuem uma oferta de transporte coletivo satisfatória, que são as regiões 9 e 15, localizadas no centro do município onde também existe uma concentração maior de renda, o que pode impactar num menor uso do transporte público coletivo. Mas é importante também ressaltar que a oferta satisfatória neste local é um ponto positivo porque ali se concentra uma grande oportunidade de educação e emprego à população.

Futuras mudanças no serviço de transporte público podem considerar uma melhoria dos locais em que há uma baixa oferta do serviço, mas mantendo a disponibilidade nos locais em que a oferta é, pelo menos, adequada.

As regiões 29, 30 e 31, foram as com a menor oferta de transporte, o que pode impactar numa marginalização e exclusão dos habitantes desta região. O ITSA (Henk e Hubbard, 1996) se mostrou como uma boa ferramenta para avaliação do serviço de transporte coletivo, pois os parâmetros para realizar seus cálculos são de fácil compreensão e acesso, permitindo a avaliação de novos cenários buscando melhorar o serviço.

No geral, a acessibilidade no município de Poços de Caldas, que o serviço de transporte público pode oferecer, tem muito a melhorar, principalmente pela baixa oferta do serviço na maior parte do território, devendo a atenção ser voltada principalmente para as regiões marginalizadas ao leste e oeste.

O estudo dos elementos que fazem parte de todo o processo pode levar a uma determinação mais acurada das demandas da população e otimizar o serviço prestado, não só para que a população seja bem atendida, mas para que a empresa esteja atuando nas áreas em que realmente é necessário.

Novos estudos podem ainda fazer uma análise mais aprofundada do tema, mapeando os pontos de embarque desembarque do serviço e ainda correlacionar com aspectos sociais da população, como por exemplo a renda média dos indivíduos.

O transporte coletivo requer atenção desde o momento do planejamento até a sua operação, e é um elemento indutor do crescimento urbano, além de um instrumento para se garantir acessibilidade aos cidadãos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Poços de Caldas pela disponibilidade de informações e dados para realizar este trabalho e à equipe de elaboração do Plano de Mobilidade Urbana de Poços de Caldas.

REFERÊNCIAS

- Araújo, M. R. M.; Oliveira, J. M.; Jesus, M. S.; Sá, N. R.; Santos, P. A. C. e Lima, T.C. *Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida*. Psicologia & Sociedade, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 574-582, set./dez. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822011000300015>. Acesso em: 16 de nov. 2018.
- Ferraz, A. C. P. e I. G. E. Torres (2004) *Transporte público urbano*. 2ª. Ed. São Carlos: RiMa, 428p.
- Ferraz, J.C.F. (1991). *O automóvel: herói e vilão*. In: FERRAZ, J.C.F. *Urbs Nostra*. São Paulo, EDUSP/PINI. p.133-138.
- Ferronato, L. G. e F. D. Michael (2007) Índice de acessibilidade por Transporte Coletivo. *Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Rio de Janeiro.2007
- Henk, R. H. e S. M. Hubbard (1996) Developing an index of transit service availability. *Transportation Research Record* 1521, p. 12-19.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2018). Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 18 out. 2018.
- Raia, A. A., Jr. (2000). *Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Ryus, P.; J. Ausman; D. Teaf; M. Cooper e M. Knoblauch (2000) Development of Florida's Transit Level-of-Service Indicator. *Transportation Research Record* 1731, p. 123-129.
- Shriver, K. (1997) Influence of environmental design on pedestrian travel behavior in four Austin neighborhoods. *Transportation Research Record* 1578, p. 64-75.
- Soltani, A. e A. Allan (2005) *Computer Methodology for Evaluating Urban Areas for Walking, Cycling and Transit Suitability: Four case studies from suburban Adelaide, Australia*.
- Sousa, B. L. M. *Transporte coletivo público na cidade de São Luís - MA: Comparações pré e pós implantação do SIT - Sistema Integrado de Transportes*. 2013. 114 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana) - UFSCAR, São Carlos, 2013.
- Sousa, B. L. M. e S. P. Sanches. *Oferta de transporte coletivo e nível de renda: uma análise na cidade de São Luís - MA. [s.l.]: anais do iii simpósio de pós-graduação em engenharia urbana, 2012*.
- PlanMob Poços de Caldas (2019), *Relatório Preliminar: Diagnóstico do Sistema de Mobilidade Urbana do município de Poços de Caldas*. Disponível em: < <http://bit.ly/2IGy5D4>>. Acesso em: 20 de jun. de 2019.
- Manheim, M. (1979). *Fundamentals of Transportation System Analysis: Basic Concepts*. The MIT Press, USA.
-
- Lucas Brandão Monteiro de Assis (lucasbrandaoma@gmail.com)
Patrícia Baldini de Medeiros Garcia (patricia.garcia@unifei.edu.br)
Sérgio Pacífico Soncim (sergiops@unifei.edu.br)
Mylena Cristine Rodrigues de Jesus (mylenacrj@gmail.com)
Universidade Federal de Itajubá, campus Itabira
Rua Irmã Ivone, 200 – Distrito Industrial – Itabira, MG, Brasil