

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**Análise da acessibilidade das estações de transporte público por
BRT na cidade do Rio de Janeiro após os Jogos Olímpicos de 2016**

Thiago Teiji Sato Velasco Rodrigues

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de São Carlos como parte dos
requisitos para a conclusão da
graduação em Engenharia Civil

Orientador: Fernando Hideki Hirose

São Carlos

2023

RESUMO

As cidades escolhidas para sediar os Jogos Olímpicos passam por diversos processos de adaptações em um curto período de tempo para executar o evento de maneira adequada. O desenvolvimento da mobilidade urbana local está incluso nestes processos e sua realização gera impactos a população da região diretamente. Desta forma, este estudo analisa a acessibilidade ao sistema de transporte coletivo de alta capacidade, na cidade do Rio de Janeiro, com foco no sistema de BRT, principal meio de transporte público desenvolvido por consequência do megaevento olímpico, ocorrido no ano de 2016. Para isso, foram realizadas análises socioespaciais sobre a eficiência da cobertura de atendimento das estações de BRT da cidade através do programa QGIS, comparando as áreas de cobertura de cada ponto de acesso ao sistema de BRT com a densidade demográfica de cada bairro do município. Após realizadas as análises, foi possível concluir que as estações de BRT, com a finalização das obras do corredor Transbrasil, têm potencial para atender cerca de 15% da área urbana do Rio de Janeiro e 9% da população local. Apenas estes valores são insuficientes para mensurar a qualidade do sistema de transporte público da cidade, sendo necessárias análises a partir de outros indicadores, mas é possível observar o potencial de desenvolvimento regional e os benefícios à população gerados pela evolução da infraestrutura de transporte público após a realização do megaevento olímpico, em 2016.

Palavras-chave: Transporte coletivo urbano, BRT, Mobilidade urbana, Sistemas de transporte, Olimpíadas, Megaeventos

ABSTRACT

The cities chosen to host Olympic Games go through various adaptation processes in a short period in order to execute the event properly. The development of local urban mobility is included in these processes and its realization directly impacts the population of the region. In this way, this study analyzes the impact on accessibility to the high-capacity public transport system in the city of Rio de Janeiro, with a focus on the BRT system, as a result of the Olympic mega-event, which took place in 2016, as well as its effects on society. To this end, socio-spatial analyses were carried out on the efficiency of the service coverage of the city's BRT stations using the QGIS program, comparing the coverage areas of each access point to the BRT system with the demographic density of each neighborhood in the municipality. After carrying out the analyses, it was possible to conclude that the BRT stations, with the completion of the Transbrasil corridor, have the potential to serve around 15% of Rio de Janeiro's urban area and 9% of the local population. These figures alone are insufficient to measure the quality of the city's public transport system, and analysis based on other indicators is necessary, but it is possible to see the potential for regional development and the benefits to the population generated by the evolution of public transport infrastructure after the Olympic mega-event in 2016.

Key-words: Urban public transport, BRT, Urban mobility, Transport systems, Olympics, Mega-events

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Crescimento da frota de automóveis no Brasil.....	12
Figura 02 - Crescimento populacional do Brasil.....	12
Figura 03 - Infraestrutura de transporte e instalações existentes, previstas e adicionais.....	21
Figura 04 - Estações e corredores do BRT Carioca.....	22
Figura 05 - Ano do início de construção das estações de BRT.....	23
Figura 06: Ano do início de operação das estações de BRT.....	23
Figura 07 - Raio de cobertura das estações de BRT - 300 metros.....	25
Figura 08 - Raio de cobertura das estações de BRT - 500 metros.....	25
Figura 09 - Resultado de cobertura geográfica e populacional das estações de BRT..	26
Figura 10 - Resultado de cobertura geográfica e populacional das estações de BRT, simulando 100% de estações em operação antes do início dos jogos olímpicos.....	26
Figura 11 - Aumento dos valores em relação aos resultados encontrados com a situação real do sistema.....	27

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.3 OBJETO DE ESTUDO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 MOBILIDADE URBANA.....	11
2.2 TRANSPORTE COLETIVO URBANO.....	12
2.3 BUS RAPID TRANSIT - BRT.....	14
2.4 ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO.....	15
2.5 LEGADOS OLÍMPICOS.....	15
3. Materiais e Métodos.....	18
4. Resultados e Análises.....	20
4.1 REDE DE BRT DO RIO DE JANEIRO.....	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento regional está relacionado com o nível de eficiência do sistema de transporte utilizado. Os três setores da economia necessitam de mobilidade para seu crescimento e este é responsável por garantir o fornecimento de insumos, aumentar o mercado consumidor e garantir o acesso dos trabalhadores aos locais de trabalho (RAIA JUNIOR, 2016).

Peixoto (1997) compara os sistemas de transportes de um país com o aparelho circulatório do corpo humano ao promover a circulação para todas as áreas do território nacional. Assim, o autor apresentou a importância dos sistemas de transporte no desenvolvimento regional e na economia de um país.

A engenharia de transportes busca a melhor combinação de equipamentos e formas alternativas para atender as necessidades de uma região em relação ao movimento de pessoas ou de cargas. Atualmente, é necessário que se pense em transporte em nível mundial.

Dentro da engenharia de transportes, o transporte coletivo urbano exerce papel fundamental no funcionamento das cidades ao conectar a população com os diversos pontos de interesse existentes de forma democrática e sustentável, quando comparado aos modos de transporte individuais convencionais. O transporte público se torna ainda mais relevante no contexto urbano quando se adiciona a temática dos megaeventos, nos quais as infraestruturas de mobilidade urbana muitas vezes se sobrecarregam por causa da alta demanda de visitantes, além da operação cotidiana da população local.

No caso dos Jogos Olímpicos, a escolha da cidade-sede se baseia, entre diversos pontos, na possibilidade de gerar legados urbanos para a população. Entende-se legados urbanos como investimentos realizados em infraestrutura urbana para o bom funcionamento do evento que terão impacto positivo à população local com o passar do tempo.

As cidades que desejam se tornar cidade-sede dos Jogos Olímpicos devem apresentar soluções em diversas áreas ao Comitê Olímpico Internacional (COI, ou em inglês, IOC). Devido ao grande número de viagens geradas pelo evento, a área de transporte coletivo da região passa por diversas mudanças a fim de atender a alta demanda

de turistas, espectadores e da família olímpica, composta por atletas, juízes, voluntários, agentes da mídia, entre outros.

O planejamento de transporte coletivo urbano às vésperas e durante os Jogos Olímpicos é essencial para que o evento seja realizado de forma adequada. É tratado como uma oportunidade para avanços na área de mobilidade urbana na cidade-sede através dos legados olímpicos uma vez que a infraestrutura que atenderá a demanda temporária pode ser replanejada para atender à população local após o evento (KASSENS-NOOR et al, 2018).

Portanto, os sistemas de transporte coletivo urbano possuem papel importante para os Jogos, já que impactam diretamente na experiência de todos os envolvidos: família olímpica, espectadores e residentes locais. Visando entender o impacto dos legados olímpicos para a população local, são necessárias diversas análises sobre a efetividade e o funcionamento da infraestrutura de transporte público destinada, inicialmente, aos Jogos Olímpicos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é relevante ao apresentar uma análise temporal do desenvolvimento no transporte público para a cidade do Rio de Janeiro e a importância deste desenvolvimento como um legado olímpico para a cidade.

Entender o acesso da população a um dos principais meios de transporte público da cidade possibilitará estudos futuros na área de planejamento de transportes. O entendimento do impacto do legado olímpico na cidade se faz necessário para compreender a forma como a cidade se desenvolveu e poderá ser utilizado como objeto de estudo para futuros projetos de megaeventos.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é analisar a acessibilidade ao sistema de ônibus de trânsito rápido (BRT) utilizados na cidade do Rio de Janeiro através da área de cobertura das estações e terminais do sistema de BRT, conforme recomendado por Ferraz e Torres (2004), avaliando o total populacional atendido.

1.3 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo deste trabalho é a cidade do Rio de Janeiro, destacando as linhas de BRT presentes na cidade. A cidade possuía 6.320.446 habitantes, conforme o censo IBGE de 2010 e 6.211.423 habitantes em 2022 (IBGE, 2012, 2023).

O BRT da cidade do Rio de Janeiro é gerenciado pela empresa Mobi-Rio e, segundo o DATA.RIO (2022), o sistema possui 136 estações ativas, divididas em 3 linhas de operação e 22 estações na fase de construção, encontradas em uma quarta linha ainda inoperante.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MOBILIDADE URBANA

A Constituição Brasileira, através da lei N.12.587/2012, define como Sistema Nacional de Mobilidade Urbana um conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestrutura que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no território municipal (BRASIL, 2012).

Infraestruturas de transportes são utilizadas em atividades econômicas desde os tempos antigos. Garantir meios de locomoção é fundamental para o planejamento de cidades e para a manutenção do território. As estradas romanas formaram uma grande rede que conectava o Império, aumentando o controle sobre as terras. Nos dias atuais, pontes aéreas e trens-balas são utilizados para encurtar tempos de viagens e aumentar a comunicação entre grandes centros comerciais.

Silva Filho (2011) descreve mobilidade urbana sendo o conjunto de serviços e meios de deslocamentos de pessoas e bens. O autor ainda caracteriza a mobilidade como fundamental e norteadora para o desenvolvimento do espaço urbano, visto que a eficiência dos deslocamentos contribui de forma significativa à qualidade de vida na cidade.

Segundo Raia Junior (2000), a mobilidade é a capacidade de um indivíduo ou de um grupo de se deslocar. Este deslocamento pode variar em função de dois elementos: a performance do sistema de transporte e as características dos usuários. O primeiro representa características da viagem como local, horário, modos disponíveis; o segundo descreve informações socioeconômicas individuais ou da população como, por exemplo, renda, gênero e idade.

Um dos primeiros conceitos de mobilidade urbana sustentável foi definido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. O transporte sustentável é aquele que contribui positivamente para a economia e o estado social sem prejudicar a saúde humana e o meio ambiente. Integrando as esferas sociais, econômicas e ambientais, pode ser definido como aquele que: permite a acessibilidade e mobilidade de pessoas, de forma a gerar equilíbrio no ecossistema; possui taxas acessíveis;

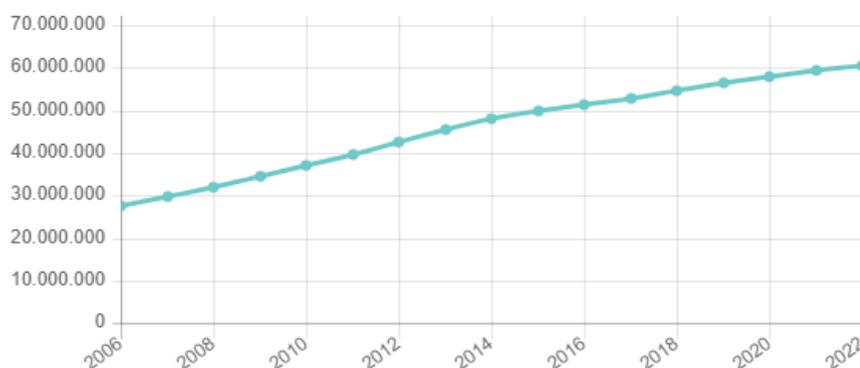
funcionamento eficiente; diversidade modal; e suporta a dinâmica econômica e o desenvolvimento regional; limita a emissão de resíduos, utiliza recursos renováveis e não-renováveis de forma adequada, limita o uso do solo e a poluição sonora ao mínimo possível (DA SILVA; COSTA; MACEDO, 2008).

2.2 TRANSPORTE COLETIVO URBANO

O sistema de transporte coletivo urbano é fundamental para uma região urbana, pois a mobilidade da população é fator determinante na qualidade de vida de uma região, bem como em seu desenvolvimento socioeconômico (FERRAZ; TORRES, 2004).

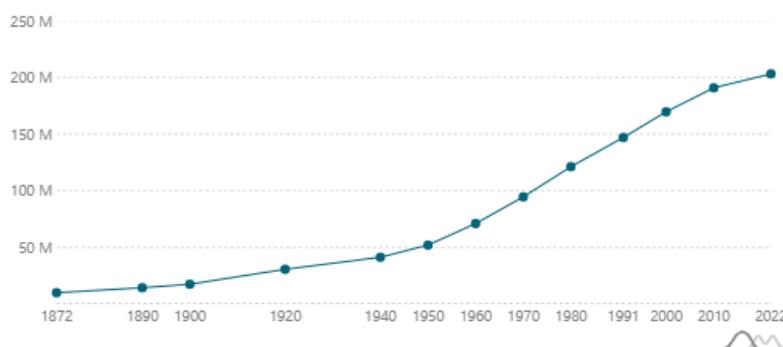
Segundo dados do IBGE (2022), a frota de automóveis no Brasil cresceu quase 120% entre 2006 e 2022, enquanto a população nacional cresceu apenas 8% no mesmo período, conforme apresentado nas Figuras 01 e 02.

Figura 01 - Crescimento da frota de automóveis no Brasil



Fonte: IBGE (2022)

Figura 02 - Crescimento populacional do Brasil



Fonte: IBGE (2022)

Este aumento pode ser justificado pelas diversas vantagens que o transporte individual particular proporciona ao usuário, como o transporte “porta-a-porta” e a flexibilidade de horários. No entanto, há diversas consequências negativas para a sociedade causadas pelo uso massivo de automóveis. Aumento no tempo de viagens causado por congestionamentos, aumento no número de acidentes e aumento na poluição atmosférica são exemplos de como o uso massivo de transporte individual afeta o cotidiano (SABBADIN, 2021).

A qualidade do transporte público também é uma característica que justifica o uso do transporte particular. Sistemas de transporte público com baixa qualidade não são atrativos para os usuários, gerando uma retenção menor de recursos para o sistema, que por sua vez não possui verba para melhorar sua infraestrutura, reduzindo a qualidade do sistema e gerando o ciclo vicioso. Sabbadin (2021) mostra como a população de uma cidade opta pelo uso de transporte individual apesar do baixo custo médio de viagens e dos benefícios à sociedade consequentes da utilização do transporte público.

Investimentos em infraestruturas de transporte público também são muito relacionados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, desenvolvidos pela ONU (2015). Diversos objetivos podem ser alcançados ao proporcionar transporte público coletivo de qualidade à população. Dentre eles, é possível citar:

- Objetivo 11.2: Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos; e
- Objetivo 11.7: Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.

2.3 BUS RAPID TRANSIT - BRT

Cabral (2013) define BRT como um sistema inteligente de transporte, combinando faixas de circulação exclusiva, estações e ônibus de alta qualidade, priorização semaforica e racionalização das linhas de ônibus. A solução proporciona baixo custo operacional e implantação rápida e de custo baixo, quando comparada com os sistemas sobre trilhos.

Assim, é possível alcançar níveis de desempenho e qualidade elevados através de um sistema com custo baixo, flexível e utilizando infraestruturas rodoviárias já existentes.

O Instituto de Políticas de Transportes e Desenvolvimento (em inglês, ITDP) define cinco características básicas de qualquer corredor de BRT. São elas (ITDP, 2014):

- Direito de passagem dedicado: As faixas exclusivas para ônibus tornam as viagens mais rápidas e garantem que os ônibus nunca sejam atrasados devido ao congestionamento do tráfego misto;
- Alinhamento da via de ônibus: O centro da via ou corredor somente para ônibus mantém os ônibus longe da calçada movimentada onde os carros estacionam, param e fazem curvas;
- Cobrança de tarifa nas estações: O pagamento da tarifa na estação, em vez de no ônibus, elimina o atraso causado pelos passageiros que esperam para pagar a bordo;
- Prioridade nas interseções: Proibir as conversões para o tráfego na faixa de ônibus reduz os atrasos causados aos ônibus devido ao tráfego de conversão. Proibir essas conversões é a medida mais importante para a movimentação de ônibus nas interseções – mais importante ainda do que a prioridade semafórica; e
- Embarque no nível da plataforma: A estação deve estar nivelada com o ônibus para um embarque rápido e fácil. Isso também o torna totalmente acessível para cadeiras de rodas, passageiros com deficiência, carrinhos de bebê e carrinhos com atrasos mínimos.

2.4 ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO

Os índices de mobilidade da população tendem ao aumento conforme o aumento da acessibilidade física às infraestruturas de transporte público. Isso se deve, pois o transporte permite a inclusão social através do acesso a serviços, empregos e outras atividades urbanas como lazer, saúde e educação. Além disso, a proximidade de redes de transporte tem efeito direto no valor dos imóveis e no uso do solo, pois os lotes se tornam atrativos para atividades econômicas (COSTA, 2008).

Dessa forma, a distância a pé no início e no fim das viagens se torna um parâmetro essencial para avaliação da acessibilidade ao transporte público, sendo um indicador de qualidade da mobilidade urbana de cálculo simples e eficiente.

Costa (2008) desenvolve o indicador através da área de influência (*buffer*) de cada ponto de acesso ao sistema, sendo um círculo de raio de 300 ou 500 metros com o centro no respectivo ponto. O raio de 300 metros é utilizado para pontos de ônibus, enquanto que o raio de 500 metros, para estações de modais de alta capacidade como metrô, trens, BRTs, entre outros. Ferraz e Torres (2004) também avaliam este mesmo parâmetro e concluem que as áreas com distâncias de até 300 metros de pontos de acesso são classificadas como “Bom”, de 300 a 500 metros como “Regular” e acima de 500 metros “Ruim”, corroborando, portanto, com a conclusão anterior.

Mantendo a distância máxima a ser percorrida de forma não motorizada em até 500 metros, diminui-se o tempo de deslocamento para 8 minutos caminhando ou 3 minutos de bicicleta, garantindo comodidade e atraindo a população ao sistema de transporte público (EMBARQ, 2015).

Assim, é possível compreender a acessibilidade ao sistema de BRT a partir do indicador proposto por Costa (2008) e analisar a população atendida diretamente através da posição geográfica das estações e terminais do sistema.

2.5 LEGADOS OLÍMPICOS

A organização de um megaevento, como os Jogos Olímpicos, envolve diversos segmentos da sociedade a partir da geração de investimentos, criação de empregos diretos e indiretos e a movimentação da economia (SILVA; RUIZ, 2018). Estes eventos se transformaram em superproduções da mídia, sendo utilizados para promover a cidade-sede em um nível global (SCHIMEL, 2013).

Kassens (2009) defende que ao sediar um evento de proporções internacionais, é possível utilizá-lo como impulsionador para realizar as mudanças desejadas na rede urbana. Dessa forma, o planejamento do desenvolvimento dos sistemas de transportes deve atender às demandas exigidas pelos organizadores e às necessidades da população local, que continuará a utilizar os sistemas implementados após os eventos. A definição de legado olímpico ainda é bastante discutida. A definição mais utilizada é toda e qualquer estrutura, planejada ou não, com impacto positivo ou negativo, criada para os Jogos Olímpicos que

seja utilizada pela população local por período além do evento em si (PREUSS¹, 2007, apud SCHEU; PREUß; KÖNECKE, 2019, p.04).

O Comitê Olímpico Internacional (COI), conhecendo seu potencial como agente transformador do meio urbano (KASSENS, 2009), seleciona a cidade-sede dos Jogos Olímpicos após analisar as propostas enviadas para solucionar as exigências feitas e contribui ativamente no planejamento e na execução do desenvolvimento dos sistemas de transportes. Assim, o comitê norteia as decisões tomadas para o desenvolvimento sustentável da região, a partir do incentivo ao uso de transporte público, garantido que este seja eficiente, acessível e que corresponda às características socioeconômicas regionais.

As mudanças exigidas pelo COI são diversas. Na área de planejamento de transportes, destacam-se serviços eficientes de ponta-a-ponta ligando o aeroporto, as acomodações e os locais de competição, destinados à Família Olímpica, composta por atletas, treinadores, agentes da mídia e membros de entidades oficiais (COI, 2015). Além disso, é necessário garantir o acesso dos espectadores até os locais do evento através, exclusivamente, do transporte público. Isso significa que a rede de transporte público local deve atender a demanda adicional do evento sem prejudicar o atendimento aos usuários que utilizam o serviço para atividades cotidianas.

Cada edição dos Jogos Olímpicos trouxe legados para suas cidades-sede. A cidade de Barcelona, sede da edição de 1992, é o principal exemplo de como o processo de planejamento de transportes e urbanização da cidade para receber o evento foi fundamental para o desenvolvimento da cidade espanhola. Ao adicionar duas áreas olímpicas diferentes ao planejamento urbano, criou-se a necessidade de aprimorar todo o sistema de transporte local, incluindo a instalação de novas estações de metrô, a modernização de sistemas de gerenciamento de tráfego e a promoção de equipamentos de acessibilidade (KASSENS, 2009).

Outro exemplo positivo de desenvolvimento de sistemas de transporte é o avanço tecnológico que ocorreu durante os Jogos de 1964, em Tóquio. A primeira edição no continente asiático foi marcada pela primeira linha de trem de alta velocidade do mundo. A linha de trem bala chamada Tokaido Shinkansen foi inaugurada poucos dias antes da abertura das Olimpíadas e continua sendo utilizada nos dias atuais, juntamente com outras linhas posteriormente construídas, para ligar grandes centros no país (TAKATSU, 2007).

¹ PREUSS, H. The conceptualisation and measurement of mega sport event legacies. *Journal of sport & tourism*, v. 12, n. 3-4, p. 207-228. Alemanha, 2007.

Kassens (2009) cita o caso de Atenas, sede dos Jogos Olímpicos de 1996, como uma cidade que usou o evento para superar desavenças políticas que dificultavam o desenvolvimento do transporte público local. No entanto, os efeitos não foram os desejados já que houve uma pressão do Comitê Olímpico Internacional sobre a entrega das instalações atrasadas com a proximidade do evento. Assim, diversas intervenções foram feitas e o planejamento para a realização dos Jogos não estava de acordo com o planejamento urbano, resultando em um sistema de mobilidade urbana incoeso e com problemas futuros previsíveis.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é aumentar o repertório sobre as consequências dos Jogos Olímpicos na mobilidade urbana das cidades-sede, tendo como foco a cidade do Rio de Janeiro, sede dos Jogos Olímpicos de 2016.

3. Materiais e Métodos

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado a partir de diversas etapas. Inicialmente foi proposta a comparação da evolução do transporte público por consequência dos Jogos Olímpicos em diversas cidades-sede. No entanto, encontrou-se dificuldade em compatibilizar os dados existentes para criar um indicador único que fosse significativo para todos os casos.

Desta forma, iniciou-se a busca por cidades-sede cujos dados fossem de fácil acesso e suficientes para uma análise de eficiência da infraestrutura de transporte público. Encontrou-se na cidade do Rio de Janeiro diversos dados disponíveis através da plataforma oficial da cidade chamada DATA.Rio. Por se tratar de uma cidade brasileira, os dados encontrados eram de fácil interpretação, pois não havia a barreira linguística e seria possível aplicar análises encontradas em trabalhos como Ferraz e Torres (2004) sem grandes alterações no método proposto.

Em seguida, foi realizado um aprofundamento na temática abordada, juntamente da busca por análises de interesse que poderiam ser feitas com os dados encontrados.

Após o aprofundamento, foi definido o recorte temporal a ser estudado. Este seria de 12 anos a partir da seleção da cidade como sede dos Jogos Olímpicos, em 2008, de modo a avaliar a evolução da infraestrutura de transporte público na cidade com o passar do tempo. Definido o recorte temporal, houve a necessidade de buscar em canais oficiais e em canais jornalísticos as datas de construção e inauguração das estações de BRT, para que fosse possível incluir a informação no banco de dados a fim de criar mapas de evolução em função do tempo.

Depois de obtidos os dados, foi utilizada a ferramenta do QGIS, que é um programa que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados, para tratá-los. Primeiramente os mapas com as estações de BRT e linhas dos corredores foram importados de maneira adequada para o programa. Para analisar a acessibilidade da população ao sistema de BRT, foi necessário criar duas envoltórias com as distâncias recomendadas, conforme Ferraz e Torres (2004) e Costa (2008), a primeira com raio de 300m e a segunda com raio de 500m, a partir das estações de BRT.

Para analisar a área e a população atendida, foi utilizada uma planilha excel com dados socioespaciais de cada bairro da cidade, disponibilizada pelo DATA.RIO (2021). Através das ferramentas de geoprocessamento do programa QGIS, foi possível calcular a área de cobertura das estações em cada bairro. Assim, tendo os dados de população total, área total e área de cobertura em cada bairro, é possível estimar a população atendida na cidade para cada envoltória de cobertura através da Equação 1.

$$\sum_{\text{bairro}} (\text{População atendida}) = \sum_{\text{bairro}} (\text{População total} * \frac{\text{Área de cobertura}}{\text{Área total}}) \quad (1)$$

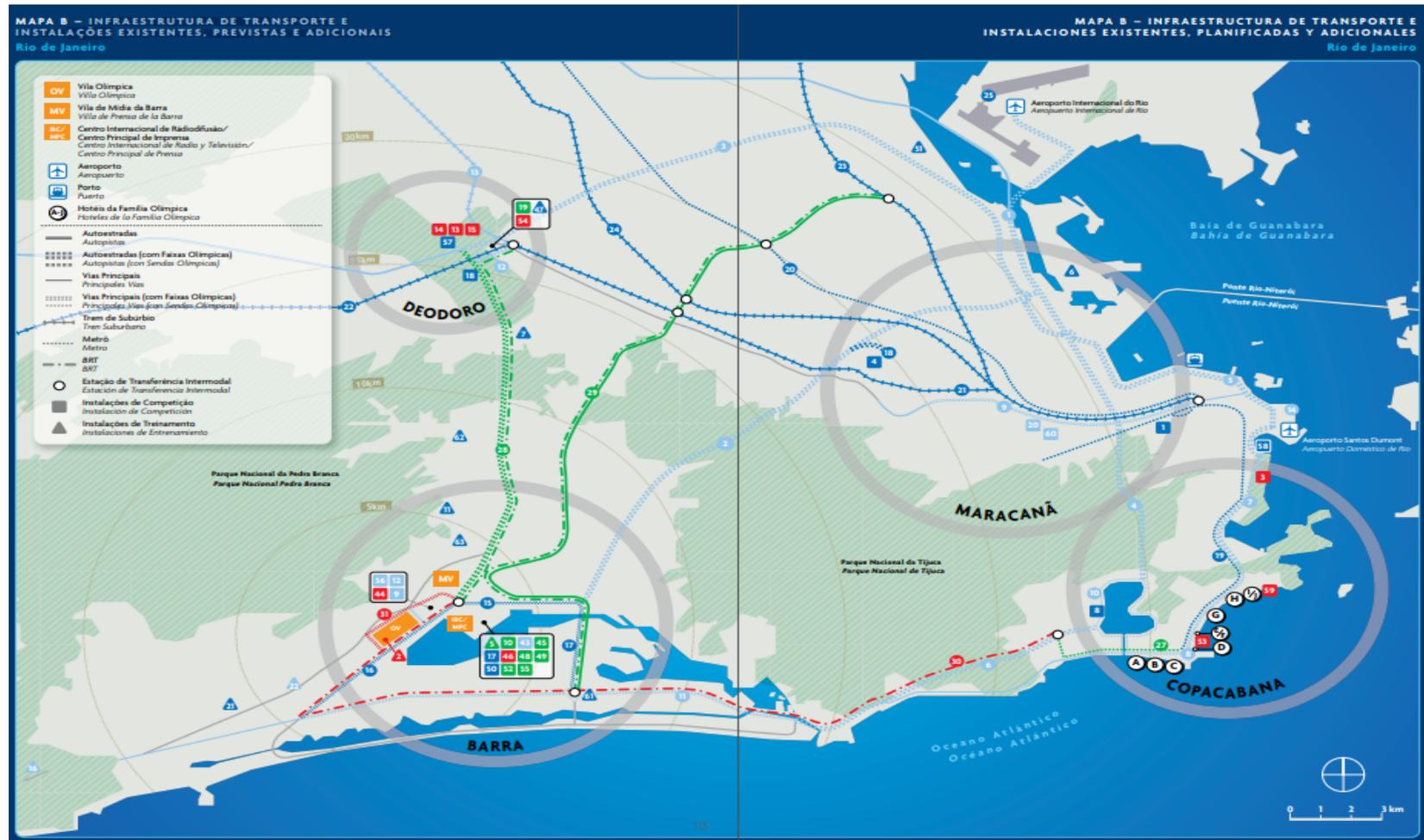
4. Resultados e Análises

4.1 REDE DE BRT DO RIO DE JANEIRO

A rede de BRT do Rio de Janeiro é operada pela Mobi-RIO e conta com 143 quilômetros de extensão, com 155 estações, divididas entre 4 corredores: Transcarioca, Transoeste, Transolímpica e Transbrasil. O último ainda se encontra na fase de construção (DATA.RIO, 2022).

O projeto das linhas de BRT foi apresentado no Dossiê da candidatura da cidade para sediar os Jogos Olímpicos de 2016, conforme apresentado na Figura 03. Assim, o projeto inicial é concebido de forma a criar um anel viário de alta capacidade, com integração entre BRT, metrô e trem, para atender as 4 regiões olímpicas: Barra, Copacabana, Deodoro e Maracanã.

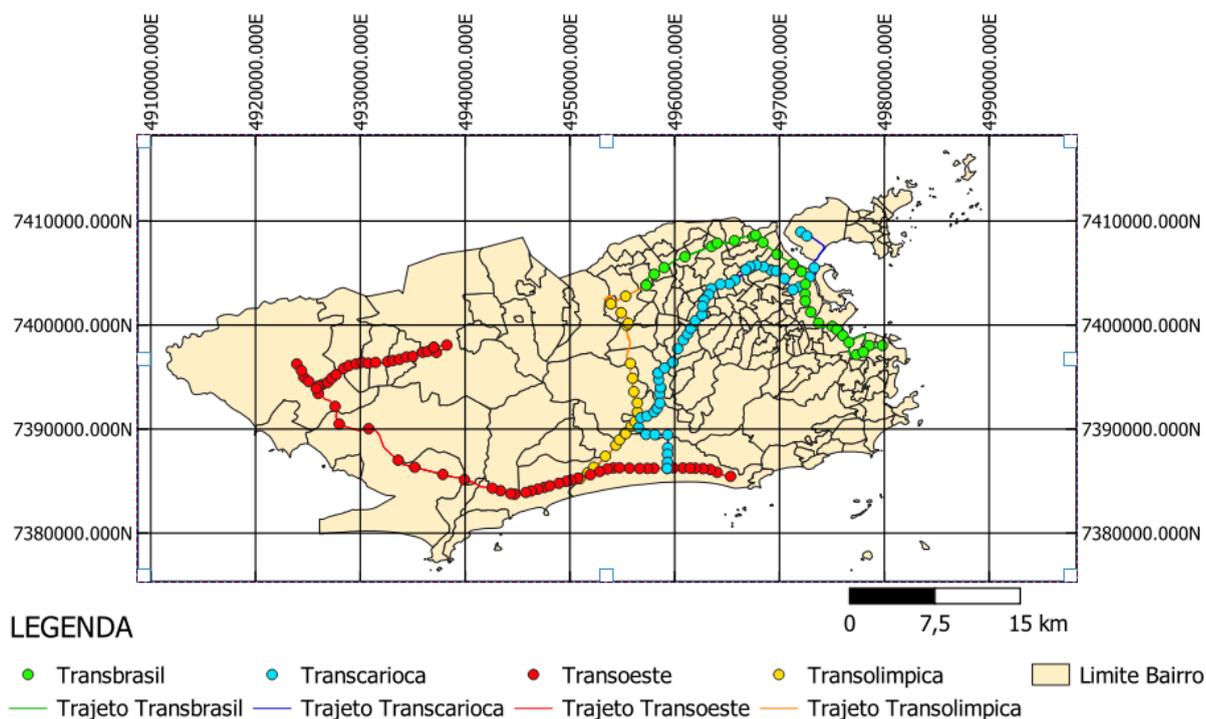
Figura 03 - Infraestrutura de transporte e instalações existentes, previstas e adicionais



Fonte: BRASIL (2009)

A partir da concepção inicial, expandiu-se os corredores projetados com foco no atendimento da população, visto que a criação do BRT se tornaria um dos legados urbanos das Olimpíadas à cidade carioca. Dessa forma, os 3 corredores: BRT Ligação C, BRT Corredor T5 e BRT Barra-Zona Sul, previstos no Dossiê de candidatura do Rio de Janeiro a sede dos Jogos Olímpicos, se tornaram 4 corredores chamados: Transoeste, Transcarioca, Transolímpico e Transbrasil, destacados na Figura 04.

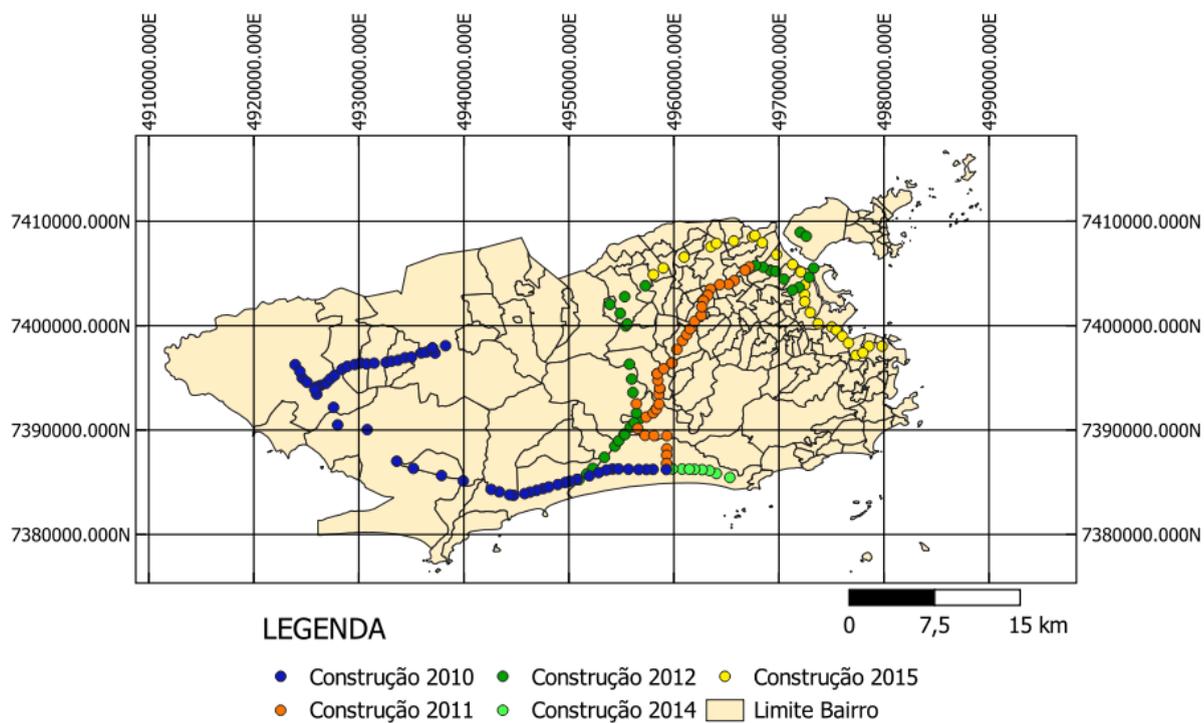
Figura 04 - Estações e corredores do BRT Carioca



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

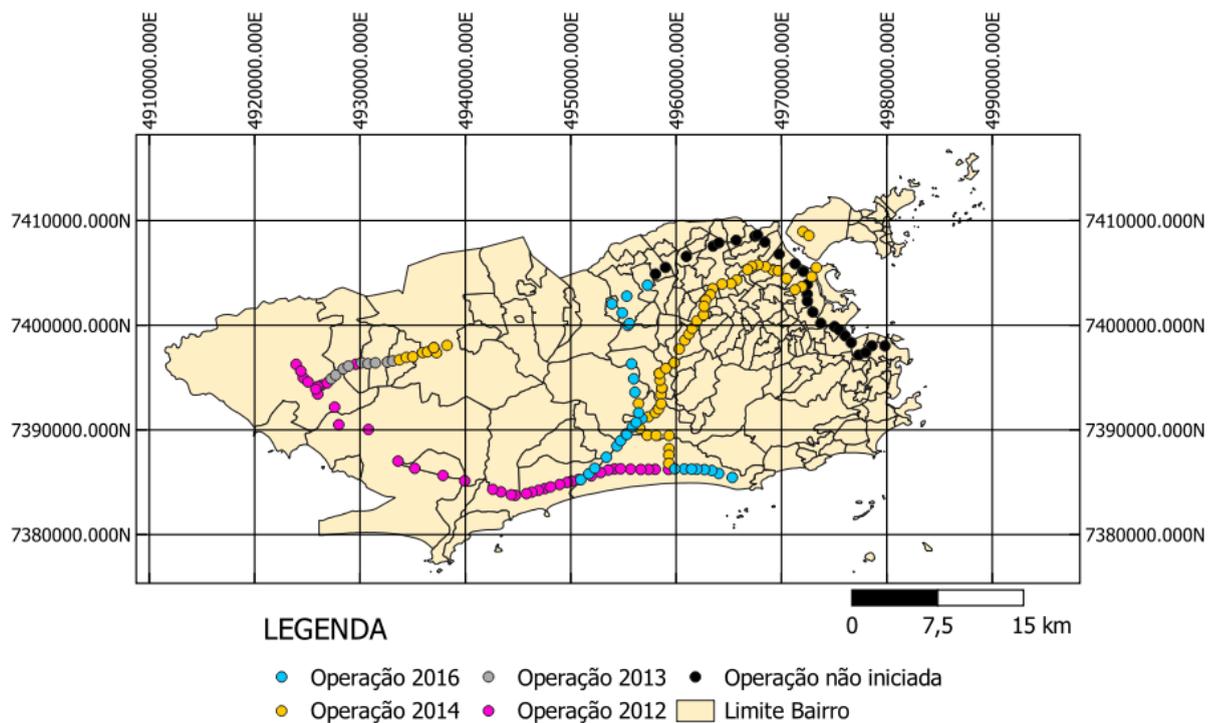
As Figuras 05 e 06 apresentam as estações de BRT destacando o ano de construção e de operação, respectivamente, a fim de expor o crescimento da infraestrutura de BRT com o passar dos anos até 2016, ano em que ocorreram os Jogos Olímpicos na cidade.

Figura 05 - Ano do início de construção das estações de BRT



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 06: Ano do início de operação das estações de BRT



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Observa-se que algumas das datas de início das construções foram estimadas para algumas estações, visto que não foi possível encontrar dados precisos sobre cada estação, mas sim sobre o corredor na sua totalidade, salvo alguns casos em que trechos foram destacados, como pode ser observado no corredor Transoeste, no trecho leste chamado de “Lote Zero”, e no corredor Transcarioca, no trecho norte, nas proximidades do Aeroporto Tom Jobim.

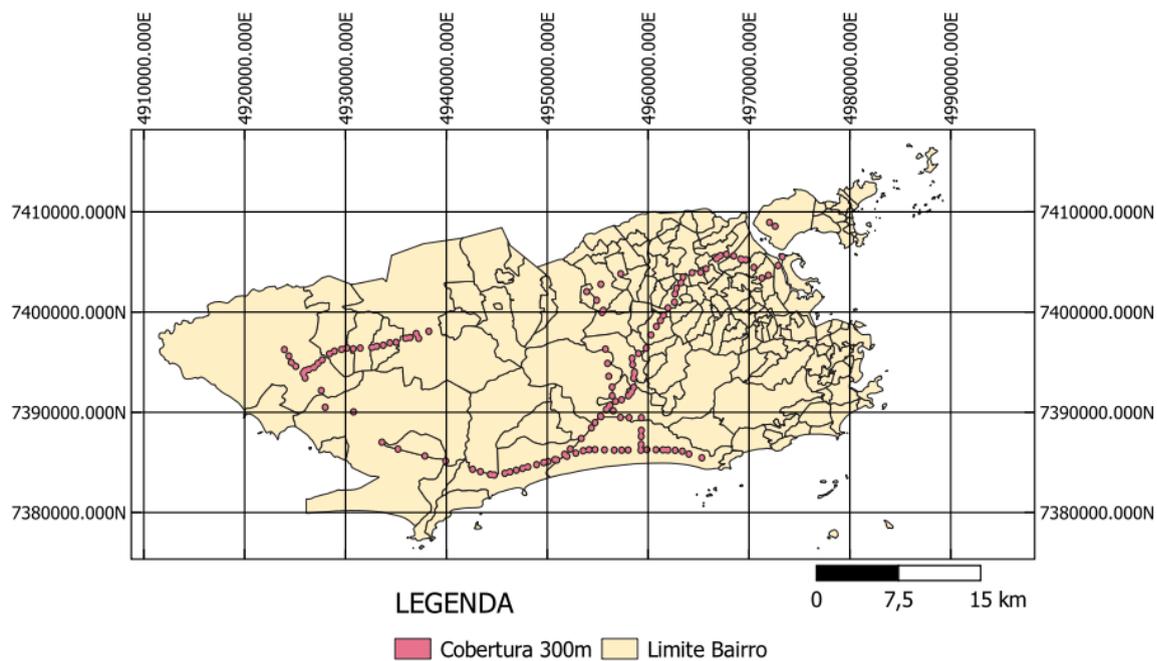
Nota-se também que a partir do início das operações, diversas estações ficaram inoperantes por determinado período por diferentes razões, além de passar por reformas e manutenções. Dessa forma, apenas a data de inauguração foi utilizada para a elaboração do mapa apresentado na Figura 06.

O projeto proposto no Dossiê de Candidatura do Rio de Janeiro à sede dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016 (BRASIL, 2009) inclui a construção de 62 quilômetros de extensão de vias para BRT, separadas entre os 3 corredores propostos. Sabendo as datas de início de operação das estações, conforme apresentado na Figura 06, observa-se que 121 quilômetros de extensão já estavam operantes no início do megaevento, o que representa um acréscimo de 95% da extensão projetada inicialmente.

Em relação às estações ainda não operantes até a data de publicação deste trabalho, todas pertencentes ao corredor Transbrasil, estas representam um total de 20 estações e 5 terminais de BRT. Apesar de adicionadas ao projeto posteriormente à publicação do Dossiê de Candidatura, também estavam previstas para entrar em operação antes do início dos Jogos Olímpicos. Dessa forma, as estações/terminais de BRT implementadas até o início das Olimpíadas representam 84,5% do total projetado (136 estações/terminais em operação de 161 projetados).

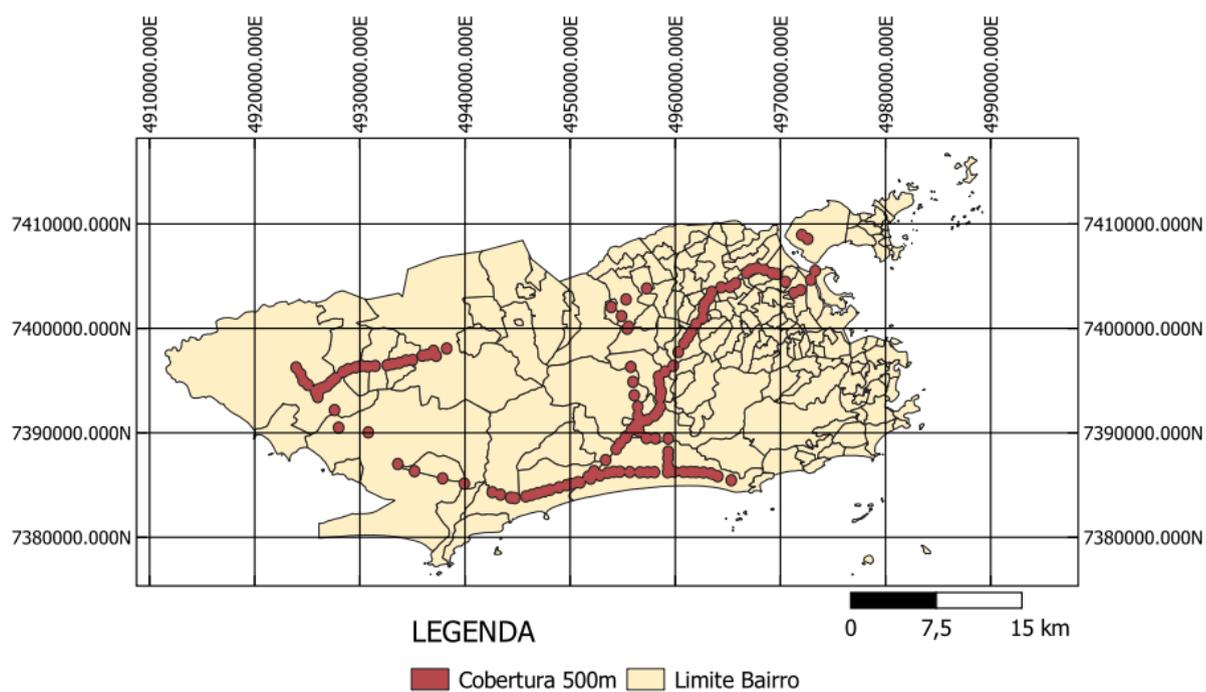
Para avaliar o atendimento das estações de BRT no Rio de Janeiro, criou-se dois mapas a partir do mapa apresentado na Figura 04. O primeiro com raios de 300 metros a partir das estações e o segundo com raios de 500 metros a partir das estações. Os mapas são apresentados nas Figuras 07 e 08, respectivamente. Nota-se que para a elaboração destes mapas, não foi considerado o corredor Transbrasil, visto que ele ainda não foi inaugurado no momento da elaboração deste trabalho, conforme apresentado na Figura 06.

Figura 07 - Raio de cobertura das estações de BRT - 300 metros



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 08 - Raio de cobertura das estações de BRT - 500 metros



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A avaliação de acessibilidade mostra o impacto do sistema de BRT, implementado visando o atendimento da demanda gerada nos Jogos Olímpicos de 2016, na população carioca. A Figura 09 apresenta a tabela construída a partir dos mapas de cobertura de 300 e 500 metros e dos dados populacionais disponibilizados através da plataforma DATA.RIO, buscando comparar a área de cobertura e a população atendida, em valores absolutos e relativos. Para isso, considerou-se para área urbana o valor de 640,34 km² (IBGE, 2022) e para população, 6.320.446 habitantes (DATA.RIO, 2021).

Figura 09 - Resultado de cobertura geográfica e populacional das estações de BRT

	Área atendida		População atendida	
	km ²	%	habitantes	%
Raio 300m	32,22	5,03%	164.808	2,61%
Raio 500m	75,52	11,79%	392.419	6,21%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Simulando um cenário em que todas as estações e terminais de BRT projetados para os Jogos Olímpicos estivessem em operação na data de início do evento, é possível estimar os valores para área e população atendidas com o sistema operando em sua totalidade. A Figura 10 mostra os resultados encontrados para a simulação proposta, enquanto a Figura 11 mostra o aumento absoluto e percentual em relação aos resultados encontrados anteriormente com a situação real do sistema.

Figura 10 - Resultado de cobertura geográfica e populacional das estações de BRT, simulando 100% de estações em operação antes do início dos Jogos Olímpicos.

	Área atendida		População atendida	
	km ²	%	habitantes	%
Raio 300m	38,51	6,01%	242.010	3,83%
Raio 500m	98,25	15,34%	587.903	9,30%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 11 - Aumento dos valores em relação aos resultados encontrados com a situação real do sistema.

	Aumento em área		Aumento em População	
	km ²	%	habitantes	%
Raio 300m	6,29	0,98%	77.202	1,22%
Raio 500m	22,73	3,55%	195.484	3,09%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A partir dos resultados obtidos, é possível observar que o sistema de BRT poderá atender aproximadamente 9% da população da capital carioca a partir apenas de sua posição geográfica. Além disso, os principais efeitos do BRT Carioca podem ser vistos nas regiões periféricas da cidade que, a partir da implementação dos corredores, se tornaram parte do sistema de transporte público de alta capacidade do Rio de Janeiro.

Observa-se que a área de atendimento das estações de BRT corresponde a cerca de 15% da área urbana total da cidade. Portanto, esse valor também apresenta regiões com alto potencial de desenvolvimento urbano, devido ao possível interesse residencial e comercial nas proximidades das estações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização dos Jogos Olímpicos é causa de diversas mudanças na cidade-sede e a infraestrutura urbana de transporte público é uma das grandes afetadas por essas mudanças. O BRT Carioca, principal modal utilizado pela família olímpica durante o evento, é um dos legados urbanos que alterou a dinâmica do transporte público no Rio de Janeiro, com a expansão do projeto original a fim de atender bairros que estavam além do anel viário de alta capacidade proposto inicialmente.

Conforme apresentado neste trabalho, a acessibilidade das estações de BRT é relativamente baixa, atendendo diretamente apenas 6% da população carioca atualmente, com potencial de até 9% com as obras do corredor Transbrasil concluídas. No entanto, análises mais profundas podem ser feitas considerando a integração entre os diferentes modais da cidade, principalmente com as linhas de metrô e trem no centro da cidade e as linhas de ônibus convencionais nas periferias.

Vale ressaltar que, apesar dos baixos indicadores de acessibilidade, a implementação do BRT levou o modal de transporte público de alta capacidade para diversos bairros da metrópole, visando a redução dos tempos de viagens a um baixo custo inicial e operacional. Dessa forma, o BRT Carioca também auxilia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, formulado pela ONU (2015). Ele promove acesso ao transporte coletivo e, conseqüentemente, aos espaços públicos, de forma segura e acessível, principalmente para a população que vive em bairros periféricos.

Ainda há diversas críticas feitas ao projeto BRT Carioca, principalmente nas questões de qualidade de serviço e gestão da infraestrutura. Há diversos relatos de superlotação em horários de picos e estações com demandas menores do que estimado. Além disso, houve diversas estações que tiveram suas operações comprometidas por causa do alto risco regional devido a ações criminosas.

As principais dificuldades encontradas para a execução deste trabalho estão relacionadas ao levantamento de dados. Os bancos de dados referentes às estações de BRT não continham informações de início de construção e operação, sendo necessário

realizar buscas em canais jornalísticos, que trouxeram informações referentes aos corredores de maneira geral, sem especificar dados para cada estação.

Também houve dificuldades com os dados socioespaciais da cidade do Rio de Janeiro. Inicialmente, apenas o banco de dados de 2022 seria utilizado, por ser o mais atual. Porém os dados populacionais por bairro mais atuais disponibilizados são de 2010, sendo necessário utilizar valores desatualizados, porém mais confiáveis.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a infraestrutura do BRT como legado olímpico na cidade do Rio de Janeiro. Além da acessibilidade às estações, indicador avaliado neste trabalho, diversos indicadores, como condições das vias e veículos, integração intermodal, segurança, confiabilidade, entre outros, são relevantes para que a análise da qualidade e eficiência seja fiel à realidade carioca.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Comitê de Candidatura Rio 2016. Dossiê de candidatura do Rio de Janeiro a sede dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016. v. 3, 2009.
- BRASIL. Lei nº 12,587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União. Brasília, 2012.
- CABRAL, R. et al. BRT Transoeste: transformando o conceito de transporte público no Rio de Janeiro. In: 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, Brasília, Brasil. 2013.
- COI – Comitê Olímpico Internacional. Host City Contract Operational Requirements. Lausanne: International Olympic Committee, 2015.
- COSTA, M. S. Um Índice de Mobilidade Urbana. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- DA SILVA, A. N. R.; COSTA, M. S.; MACEDO M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. Transport Policy, v 15, n. 6, p. 350-360, 2008.
- DATA.RIO. População residente, por idade e por grupos de idade, segundo as Áreas de Planejamento (AP), Regiões Administrativas (RA) e Bairros em 2000/2010. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em <bit.ly/45kLdWi>. Acessado em 07 de julho de 2023.
- DATA.RIO. Estações BRT. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.data.rio/datasets/estações-brt/explore>>. Acessado em 07 de julho de 2023.
- EMBARQ. DotS Cidades - Manual de Desenvolvimento urbano orientado ao transporte Sustentável. Porto Alegre: EMBARQ Brasil, 2015.
- FERRAZ, A. C. P. TORRES, I. G. E. Transporte Público Urbano. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004. 410 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Frota de Veículos. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>>. Acessado em 07 de julho de 2023.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- ITDP (INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO). Padrão de Qualidade BRT. 2014. Disponível em: <<https://www.itdp.org/2016/06/21/the-brt-standard/>>. Acessado em 08 de agosto de 2023.
- KASSENS, E. Transportation Planning for Mega Events: a Model for Urban Change. Dissertação (Doutorado de Filosofia em Planejamento Urbano e Regional) – Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2009.

KASSENS-NOOR, E. et al. Olympic transport legacies: Rio de Janeiro's bus rapid transit system. *Journal of Planning Education and Research*, v. 38, n. 1, p. 13-24, 2018. DOI 10.1177/0136456X16683228

ONU - Organizações das Nações Unidas. Agenda 30: ODS – Objetivos de desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/>>.

PEIXOTO, J. B. Os transportes no atual desenvolvimento do Brasil. Biblioteca do Exército. Editora. Rio de Janeiro, 1977.

RAIA JUNIOR, 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 em Engenharia de Transportes) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), São Paulo, 2000.

RAIA JUNIOR, A. A. Transportes Contemporâneos. Notas de aula. São Carlos, 2016.

SABBADIN, A. C.. Análise da cobertura das linhas e dos pontos de ônibus da cidade de São Carlos-SP. Trabalho de Graduação Integrado (Bacharelado em Engenharia Civil) Departamento de Engenharia Civil (DECiv), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2021.

SCHEU, A.; PREUß, H.; KÖNECKE, T. The Legacy of the Olympic Games: A Review. *Journal of Global Sport Management*. Alemanha. 2021.

SCHIMMEL., K. S. Os grandes eventos esportivos: desafios e perspectivas. Coordenação de Paulo Cesar Montagner e Pedro A. Funari. Belo Horizonte; Unicamp, 2013. (Coleção CEAv Esporte).

SILVA FILHO, N. G. Mobilidade sobre trilhos: um estudo comparativo entre o sistema metroviário do Recife e o sistema metroviário de Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU). Recife, 2011.

SILVA, B. O.; RUIZ, T. C. D. Principais legados dos jogos olímpicos de verão do novo milênio. Fórum Internacional de Turismo do Iguassu, 12., 2018, Foz do Iguaçu, PR. Anais [...]. Foz do Iguaçu, PR: Secretaria Municipal de Turismo, 2018. Disponível em: <http://festivaldascataratas.com/forum-turismo/anais/2018/eventos/principais-legados-dos-jogos-olimpicos-de-verao-do-novo-milenio.pdf>. Acesso em: 05 out. 2021.

TAKATSU, T. The History and Future of High-Speed Railways in Japan. *Japan Railway and Transport Review*, n.48, p.6-21, 2007,