

METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE ESTACIONAMENTOS PERIFÉRICOS INTEGRADOS AO SISTEMA DE METRÔ BASEADA EM ANÁLISE ESPACIAL: ESTUDO DE CASO DE UMA METRÓPOLE NO NORDESTE BRASILEIRO

Ricardo Luiz dos Santos Junior

Universidade Federal da Bahia – UFBA
Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Salvador, BA, Brasil
ricardo.luiz@ufba.br

Elaine Gomes Vieira de Jesus

Universidade Federal da Bahia – UFBA
Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Salvador, BA, Brasil
elainegomes@ufba.br

Vivian de Oliveira Fernandes

Universidade Federal da Bahia – UFBA, Escola Politécnica
Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia, Salvador, BA, Brasil
vivian.fernandes@ufba.br

Mauro José Alixandrini Junior

Universidade Federal da Bahia – UFBA
Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia, Salvador, BA, Brasil
mauro.alixandrini@ufba.br

RESUMO

O estudo examina uma alternativa metodológica de uso de dados espacializados para análise da implantação de estacionamentos periféricos aos centros urbanos. Possibilitando dentre outros benefícios uma maior integração entre o metrô e o automóvel. Como estudo de caso, foi escolhida a cidade de Salvador, Bahia, Brasil. A metodologia baseou-se na utilização de técnicas de análise espacial aplicada como análises de agrupamento e avaliação de vizinhança das concentrações de vagas, localização dos centros urbanos, condições de trânsito em trechos de vias e estações de metrô, além de uma análise das origens das viagens motorizadas individuais para determinação dos parâmetros propostos. Os resultados mostram a possibilidade da implantação de parques de estacionamento ligados a estações de metrô em zonas periféricas da cidade que hoje dispõem de estrutura precária do serviço. Considerando os resultados, observa-se ainda um potencial comunitário de desenvolvimento socioeconômico ligado a tais equipamentos que complementam sua função de promover a integração metrô-automóvel. O método proposto se mostrou eficiente em seu objetivo e contrasta com alternativas tradicionais de planejamento e utilizadas para a implantação desses equipamentos públicos.

Palavras-chave: Análise espacial. Parque de estacionamentos. Centros urbanos.

METHODOLOGY FOR IMPLEMENTING PERIPHERAL PARKING LOTS INTEGRATED TO THE METRO SYSTEM BASED ON SPATIAL ANALYSIS: CASE STUDY OF A METROPOLE IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT

The study examines a methodological alternative for use of spatialized data to analyze implementation of peripheral parking lots in urban centers, which enables, among other benefits, greater integration between the subway and cars. The city of Salvador, Bahia, Brazil was chosen as a case study in this work. The methodology was based on the use of applied spatial analysis techniques such as cluster comparison and evaluation of urban centers to search for vacancies, traffic conditions in stretches of roads and subway stations, in addition to location of individual motorized trips to determine the parameters proposed. The results show the possibility of deploying parking and ride facilities connected to subway stations in peripheral areas of the city whose current structure for this service is precarious. Considering the results, there is also the community potential for socioeconomic development linked to equipment that complements its function of promoting subway-automobile integration. The proposed method proved to be efficient in its objective and contrasts with the planning alternatives used for the implementation of public facilities.

Keywords: Spatial Analysis. Parking and ride facility. Urban centers.

INTRODUÇÃO

Cidades americanas têm implementado políticas de parques de estacionamentos desde a década de 1930, todavia observasse segundo Haque *et al.* (2021) um ressurgimento recente na literatura examinada desse tipo de equipamento, o mesmo estudo revela que a maioria dos trabalhos são conduzidos com informação geográfica e serviços de trânsito extensivos focados na integração de veículos de transporte individual e transporte público baseado em locomoção sobre trilhos. Nesse sentido, Pinto, Delgado e Miranda (2014) destacam a potencialidade do metrô para a transferência de viagens realizadas através do modo carro para o modo de transporte público, pois entre suas características estão a eficiência e o conforto ofertado no serviço de transporte.

Por sua vez, Memon *et al.* (2021) indicam que os usuários de automóveis não são convencidos a usar o sistema *Park and Ride* (P&R) sem que os mesmos entendam os seus comportamentos de viagem. Assim, os autores identificaram fatores que podem influenciar na conscientização dos condutores, entre essas variáveis estão: o tempo de viagem, as despesas de viagem, a emissão de poluentes, a evitação do estresse, a concorrência pelas vagas de estacionamento nos centros urbanos e o compartilhamento de veículos. Segundo Ortega *et al.* (2021), o sistema P&R é constituído de um conjunto de instalações que permite a transferência dos usuários de veículos particulares para o transporte público com o intuito de complementação da viagem até o destino final. A principal vantagem desse sistema é a capacidade de diminuir o congestionamento no centro da cidade.

Recentemente, vários autores (AROS-VERA, MARIANOV, MITCHELL, 2013; CHERRINGTON *et al.*, 2017; CHEN e KIM, 2018; CAO e DUNCAN, 2019; HUANG *et al.* 2019) propuseram novas abordagens metodológicas para o dimensionamento, localização e apoio à decisão no tocante à questão dos parques de estacionamentos. Porém existe uma séria restrição quanto à utilização desses novos métodos recentemente desenvolvidos que está ligada à disponibilidade de dados sobre a oferta e demanda de estacionamentos e característica das populações locais. Ortega *et al.* (2021) destacam que as pesquisas voltadas para o complexo processo de tomada de decisão do problema de localização da instalação do P&R, por vezes, utilizam um modelo de decisão multicritério para selecionar a ordem de importância dos constructos associados à instalação dessa facilidade. Porém, destacam que tal questão, o problema de localização da referida infraestrutura de transporte, carece de pesquisas que adotem modelos geográficos nas metodologias (ORTEGA *et al.*, 2021).

Neste artigo, o sistema P&R é representado pela integração física entre um estacionamento periférico e uma estação de metrô. Assim, o objetivo desta pesquisa é o de orientar, com base na análise de vizinhança e na localização da demanda potencial, a implantação de estacionamentos periféricos aos centros urbanos que possibilitem a integração entre o metrô e o carro por meio de análises espaciais. Em outras palavras, esta investigação tem por finalidade a formulação de um método que simplifica inúmeros aspectos ligados à disponibilidade de dados, além de oferecer uma alternativa para a análise de viabilidade de estacionamentos periféricos aos centros das cidades integrados ao sistema de transporte público urbano, com destaque para o modo metrô. Dessa forma, a contribuição teórica deste estudo está no processo de tomada de decisão para a definição da localização de estacionamentos periféricos a partir da análise de vizinhança e da origem da demanda potencial, considerando a distância até a estação de metrô/estacionamento. Empiricamente, a contribuição está na ampliação da arrecadação do sistema metroviário e na redução da quantidade de quilômetros percorridos por veículos nas cidades.

Nesse contexto, o estudo de caso proposto neste artigo é desenvolvido a partir dos padrões de mobilidade e de concentração de vagas rotativas na cidade de Salvador. Essa cidade é relevante para a pesquisa, pois, em 1997, conforme Queiróz (2001), o município passou a integrar o Programa de Descentralização de Trens Metropolitanos do Governo Federal, com base em um projeto que previa a revitalização do trem suburbano e a construção de um trecho do metrô dessa cidade. Originalmente, o projeto do metrô de Salvador tem por objetivo a implantação desse sistema nos corredores mais carregados da cidade (Queiróz, 2001). Entretanto, segundo Santos Junior (2018), somente em 2018, o projeto do metrô teve sua última estação inaugurada, tendo o sistema a capacidade de integrar as cinco centralidades metropolitanas instituídas em 2016 pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) da cidade. Atualmente, em conformidade com CCR Metrô Bahia (2018), há planos para a implantação de três novas estações para o sistema metroviário, sendo previsto ainda que uma das estações estará localizada no centro da cidade de Lauro de Freitas, município pertencente à Região Metropolitana de Salvador (RMS), onde está localizado um shopping center.

O Sistema Metroviário Salvador-Lauro de Freitas (SMSLF) é composto por duas linhas e 21 estações, das quais, seis estações possuem integração metrô-ônibus. Esse sistema possui onze estações com

bicicletário gratuito para os usuários e um estacionamento que permite a integração física metrô-carro. A integração metrô-carro reforça a ideia de um sistema de transporte urbano multimodal e integrado para a cidade, que contribuirá ao número de passageiros do sistema metroviário e reduzirá os quilômetros percorridos pelos usuários do sistema, o consumo de combustíveis fósseis e as emissões de poluentes gerados pelo uso do automóvel.

Para viabilizar a metodologia proposta, foram observadas as variáveis espaciais ligadas à análise de estacionamentos viáveis no Brasil: a espacialização do estacionamento rotativo do município (chamada de zona azul), a condição de trânsito das principais vias arteriais e coletoras das regiões estudadas, os centros da cidade, as estações do metrô e as origens das viagens motorizadas individuais de Salvador. Essas variáveis são fundamentais para o estudo, mas têm forte confecção com características locais do caso estudado. Os centros da cidade foram definidos como aqueles estabelecidos pelo plano diretor de desenvolvimento urbano (PDDU) do município de Salvador.

Segundo o PDDU (Salvador, 2016), a Cidade do Salvador-BA possui em seu território cinco centros. São eles, os centros Águas Claras, Avenida Luís Viana/ Avenida 29 de Março, Centro Antigo, Camaragibe e Retiro/Acesso Norte. Sendo uma cidade policêntrica, torna-se necessária a hierarquização dos mesmos. Assim e em conformidade com os estudos realizados por Santos, Freitas e Souza (2010) e Freitas *et al.* (2013), esta pesquisa foi desenvolvida a partir da localização e das vagas de estacionamento pertencentes à zona azul dos três principais centros da cidade, sendo esses, o Centro Antigo, o centro Camaragibe e o centro Retiro/Acesso Norte. A zona azul é a região de vagas de estacionamento regulamentadas pela prefeitura de Salvador. No mais, as localizações do centro Águas Claras e do centro Avenida Luís Viana/Avenida 29 de Março foram consideradas para a seleção de estações do SMSLF com potencial para aderirem a um sistema *Park and Ride*, mesmo não havendo vagas da zona azul nesses dois centros.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentadas referências sobre o gerenciamento dos estacionamentos, a hierarquização dos principais centros de Salvador, o padrão de mobilidade em Salvador e o estacionamento do terminal Pituaçu. Por meio do desenvolvimento desses tópicos, foi possível compreender quais são os problemas associados ao estudo dos estacionamentos, além de contextualizar os mesmos quanto aos principais centros da capital baiana.

Planejamento de um sistema de estacionamentos municipal

Nos últimos anos, a política de parques de estacionamento (*park and ride* - P&R) teve uma ampla aceitação por parte das autoridades europeias, pois representam uma alternativa aos escassos estacionamentos localizados no centro da cidade (HAQUE *et al.*, 2021). Segundo Dijk e Montalvo (2011), o P&R apresenta uma grande diversidade de formas de aplicação num sistema de transporte. Sugere-se que as implicações econômicas, as demandas por P&R e a governança sejam os principais fatores que levam à implementação ou não desses equipamentos.

Normalmente, é mais eficaz planejar instalações de parque de estacionamentos ou P&R como parte de um projeto coordenado como o de um sistema de transporte, do que planejar instalações individuais e tentar unir essas instalações depois do ocorrido. As instalações de estacionamento não podem funcionar por conta própria sem ligações diretas com a infraestrutura de transporte e rodovia do entorno. É importante desenvolver um plano de sistema abrangente, incluindo instalações de estacionamento antes de desenvolver os elementos individuais ou instalações dentro desse plano geral do sistema. O sucesso de cada iniciativa reside na sua capacidade de se conectar com a rede de transporte local e regional e a seleção de um local de dentro dessa rede (KRASIĆ, LANOVIĆ, 2013).

Como as instalações de parques de estacionamento geralmente estão localizadas em áreas suburbanas com alta visibilidade, essas instalações demonstram altos níveis de demanda, elevam a qualidade do sistema de transporte urbano, além disso, é um mecanismo que possibilita a transferência dos usuários do carro para o serviço de transporte público urbano (TPU) e que permite o desenvolvimento de atividades econômicas nas regiões circunvizinhas. Com a incorporação de um projeto arquitetônico eficaz, as instalações P&R podem servir como grandes centros de convergência de viagens, tornando-se pontos de destino para os seus usuários. Por vezes, são observados múltiplos usos associados aos parques de estacionamento pelo mundo, como a associação com atividades públicas, sociais e comerciais, bem

como, promovendo a integração entre diferentes modos de transportes, sendo esses integrantes do sistema de TPU ou outros modos privados (motorizados ou não). Assim, o investimento público nessa tipologia de estacionamento pode favorecer a melhoria da condição de trânsito nos centros urbanos e o adensamento do uso da terra, com potencial para melhoria da caminhabilidade na região, situação na qual a instalação dessa infraestrutura de transporte respeita as diretrizes de políticas de uso e ocupação do solo (SPILLAR,1997).

O processo de planejamento do sistema é uma etapa crítica para garantir o sucesso do P&R em operações em todo o ambiente metropolitano. Muitas vezes, as agências dentro de uma única área metropolitana (por exemplo, local, estadual e regional) podem estar interessadas em construir tais instalações. Desse modo, a agência de trânsito deve estabelecer os critérios com base nos condicionantes do plano diretor da cidade e avaliar a infraestrutura de transporte e serviços disponíveis no entorno desses equipamentos (por exemplo, abrigos, quiosques de horários, bancos, no local fornecedores de varejo, dispositivos de segurança), além disso, identificar atributos de acesso de cada instalação em relação à ocupação da rede viária (HAQUE *et al.*, 2021).

A integração do transporte público, um dos principais caminhos para promoção dos modos desse serviço, é, segundo Oliveira (2013), uma medida eficaz para o gerenciamento da mobilidade urbana, além de diminuir o uso do automóvel. Na integração entre o transporte público urbano e o carro, a área para estacionamento pode estar localizada nas proximidades dos terminais de transbordo ou nas instalações do equipamento. O objetivo é atrair usuários do automóvel para o transporte coletivo e reduzir o fluxo de veículos nas vias centrais. Os terminais com estas características estão localizados em regiões periféricas ao centro.

Medidas de modelos de planejamentos aplicadas aos estacionamentos

Segundo Cervero (2004), o *Traffic System Management* (TSM), ou gerenciamento de sistemas de transporte, está relacionado com a oferta de infraestrutura para viagem. Nesse sentido, Figueiredo (2005) indica que o TSM é uma forma de planejamento que foi utilizada para tratar problemas de congestionamento e de aumento da capacidade das rodovias nos Estados Unidos (EUA), na década de 1960. As estratégias TSM implementadas nos EUA abrangiam a totalidade do sistema de transporte urbano e tinham por finalidade a melhoria da qualidade de vida urbana e conservação de recursos como energia, tempo e espaço (Figueiredo, 2005). As considerações desses autores corroboram a ideia de Baggi (2012) de que o TSM se assemelha à visão tradicional do planejamento de transporte, pois utiliza técnicas para prever a demanda e para prover a oferta.

Fry *et al.* (2016) destacam que as medidas TSM, em geral, são de baixo custo de implementação e tendem a aumentar a eficiência do sistema rodoviário, com base na utilização de infraestrutura direcionada à melhor circulação e segurança no tráfego. Segundo os autores, são medidas TSM com o objetivo de restringir o estacionamento: a) a proibição temporária de estacionamento em rua, prioritariamente durante períodos de pico de deslocamento; b) a remoção de vagas de estacionamento em vias arteriais congestionadas, liberando a faixa para livre circulação dos diferentes modos de transporte ou para uso exclusivo dos modais integrantes do sistema de transporte público e c) a remoção de vagas de estacionamento em vias com o objetivo de criação de baias para parada de ônibus.

De acordo com Cervero (2004), o *Travel Demand Management* (TDM), ou gerenciamento de demanda de viagens, além de gerenciar de maneira eficiente a demanda e a capacidade do sistema de transporte, adiciona princípios de transporte sustentável em suas estratégias. Para o pesquisador, o TDM não é amplamente utilizado na Europa, pois o serviço de transporte público é muito bom nesse continente, além de atender a parcela significativa da população. É destacado, ainda, que os países europeus têm altas densidades populacionais, devido à restrição de terra, além de não comportar a demanda da utilização do carro particular, devido ao traçado antigo da rede. Porém nos EUA, assim como no Brasil, a aplicação de estratégias de TDM é facilitada devido à grande quantidade de espaço, à menor densidade populacional em relação aos países europeus, serviço de transporte público limitado, problemas de congestionamentos e estacionamento gratuito, que facilitam a demanda por automóvel. Entretanto, Portugal, Flórez e Silva (2010) diferenciam as características desses países em função da divisão entre os modos de transporte, com parcela significativa de viagens não motorizadas e por transporte público, da menor utilização de veículos e da baixa confiabilidade dos sistemas de informações de transportes no país sul-americano.

Entre as medidas TDM aplicadas aos estacionamentos, Ríos, Vicentini e Acevedo-Daunas (2013) recomendam a aplicação das seguintes medidas: a) eliminação do número mínimo de vagas para estacionamento; b) definição de número máximo de vagas para estacionamento, para controle da oferta total; c) cobrança de tarifas de estacionamento na via segundo as condições do mercado, para garantir os padrões de desempenho; d) criação de distritos para que a renda dos parquímetros seja reinvestida na comunidade; e) reversão do espaço das ruas utilizado pelos automóveis para usos sociais, como bicicletas, faixas exclusivas para ônibus, calçadas mais largas ou espaços mistos; f) concepção de espaços de estacionamento integrados corretamente aos edifícios em volta às áreas para pedestres; g) incorporação de políticas de estacionamento aos planos de transporte metropolitano; h) inclusão do gerenciamento de estacionamento na formulação de iniciativas governamentais voltadas para a habitabilidade, o gerenciamento do trânsito, as estratégias de combate à poluição do ar, as ações contra a mudança climática e os programas inovadores de financiamento e i) ampliação da fiscalização das diversas tipologias de estacionamento.

Para Beroldo (2007) o *Mobility Management* (MM), ou gerenciamento da mobilidade, é uma maneira mais ampla de olhar para o transporte, a infraestrutura e a gestão, fundamentado em princípios do transporte sustentável (Cervero, 2004). Shreffler (2005) considera que o MM na Europa se concentra na informação disponibilizada em tempo real e na educação aos usuários do sistema de transporte. Nesse contexto, as estratégias MM promovem a redução do número de viagens, da quantidade de quilômetros percorridos e do uso de automóveis. Neiva (2003) atribui, prioritariamente, a idealização do MM aos congestionamentos no horário de pico das viagens pendulares nas cidades europeias. Entretanto, Figueiredo (2005) destaca que o MM também incide na utilização ótima da infraestrutura de transporte e na intermodalidade, como a utilização da bicicleta, transporte público (local, regional e internacional), rodoviário, férreo, aquaviário, aéreo, além do uso do carro.

Simões (2015) estabelece que o MM é orientado para a demanda e enfatiza a educação, a sensibilização para a mobilidade e o marketing de modos sustentáveis. A gestão de informação sobre as medidas e os modos de transporte mais sustentáveis buscam a mudança voluntária, através da sensibilização, do padrão de deslocamento dos usuários do sistema de transporte urbano. Para o autor, são exemplos de informações que devem ser tornadas públicas: o transporte de bicicletas no transporte público; os planos estratégicos de mobilidade; a restrição à circulação do automóvel; a pedonalização de determinadas ruas e outras.

Hierarquização das centralidades de Salvador

Sobre o processo expansão das áreas centrais nas cidades brasileiras, Campos (2004) e Caiado (2007) indicam que, a partir da segunda metade do século XX, houve um processo que deslocou as funções da centralidade dominante para áreas cada vez mais distantes do núcleo tradicional, que se popularizava. Posteriormente, o conceito de “centralidade”, fator localizável em qualquer ponto que abrigue importantes funções terciárias, ganhou destaque devido à implantação de shoppings, centros empresariais e condomínios fechados nas cidades. No início do século XXI, emerge uma revalorização da ideia original de centro, assim como dos centros tradicionais em si (CAMPOS, 2004).

Salvador, cidade que se expandiu ao longo de vales e cumeadas, segundo Freitas *et al.* (2012), vivenciou a partir da década de 1960 um intenso e desordenado processo de urbanização. Na década seguinte, 1970, esse fenômeno ampliou-se, gerando impactos socioeconômicos, no uso e ocupação do solo e o surgimento de novas centralidades na cidade. Entre as novas centralidades, está o centro Iguatemi, que, para Santos (2013), foi um projeto concebido pela Prefeitura Municipal de Salvador, pelo Governo do Estado e pela iniciativa privada, construção civil e capital comercial. No curto prazo, o autor destaca a segregação socioespacial (vetor norte e miolo x vetor sul e orla oceânica) e a especulação imobiliária como resultado dos interesses do poder governamental e de grupos privados.

Como produto da segregação urbana, Delgado (2014) identifica a coexistência de duas cidades no território da capital baiana. A orla atlântica, que apresenta melhores indicadores de renda e qualidade de vida, representa a cidade moderna e dinâmica na qual predomina a propriedade e o uso do carro. A outra cidade é representada pelas regiões do Subúrbio Ferroviário e do Miolo, apresentando os piores indicadores ambientais e socioeconômicos, assim como carência de empregos, serviços e lazer próximos, constituindo a demanda cativa do transporte coletivo (por ônibus) em Salvador.

Os autores Santos, Freitas e Souza (2010) classificam Salvador como policêntrica, pois no território estão presentes três centros: a) o Centro Tradicional, data do século XVI e está relacionado com a fundação da cidade; b) o centro do Camaragibe, ou centro do Iguatemi, consolidado a partir da década de 1970, é um

centro pós e pró-automóvel e c) o centro do Retiro/Acesso Norte, em consolidação desde 2008, vem recebendo investimentos dos setores público e privado. Freitas *et al.* (2013), ao hierarquizar esses centros, ponderam que o Centro Tradicional demonstra vitalidade ao concentrar grande quantidade de atividades urbanas, mesmo perdendo o posto de principal centralidade da cidade. O centro Camaragibe, principal centro da cidade, apresenta saturação das vias em seu perímetro, evidenciando necessidades de melhorias no planejamento do sistema de transportes e do uso e ocupação do solo. O centro Retiro/Acesso Norte, ainda em consolidação, apresenta potencial para agravar as condições da mobilidade urbana vigente, pois se localiza próximo ao centro Camaragibe.

Entretanto, segundo o PDDU (SALVADOR, 2016), Salvador possui em seu território cinco centros, são eles, os centros Águas Claras, Avenida Luís Viana/Avenida 29 de Março, Centro Antigo, Camaragibe e Retiro/Acesso Norte.

O padrão de mobilidade em Salvador

O padrão de mobilidade da cidade, para Freitas *et al.* (2013), é caracterizado pela concentração e convergência das viagens com destino aos centros Tradicional, Camaragibe e Retiro/Acesso Norte. Um motivo que favorece a existência desse padrão de viagens na cidade, segundo Pinto, Delgado e Miranda (2014), é a forma de península da cidade. Os autores destacam que tal forma, ao longo da história, favoreceu a construção de uma rede viária e de transportes fortemente convergente.

Segundo Silva *et al.* (2016), desde a década de 1980, o sistema de transporte público por ônibus em Salvador tem apresentado sinais de baixa eficiência frente à demanda crescente de passageiros, entre eles a superlotação. Segundo esses autores, são fatores que evidenciam esses problemas: a) frota incompatível com a demanda; b) frequência irregular e c) infraestrutura precária dos abrigos nos pontos de ônibus. Souza (2014) destaca que a expansão urbana ao longo da orla oceânica favorece a concentração e a convergência das viagens pendulares em Salvador. Tais viagens ampliam a concorrência entre o transporte individual motorizado e o transporte público na cidade. Segundo a autora, esse movimento regional de veículos, predominantemente, passa pelo centro do Camaragibe, gerando um tráfego complexo e deseconomias urbanas significativas.

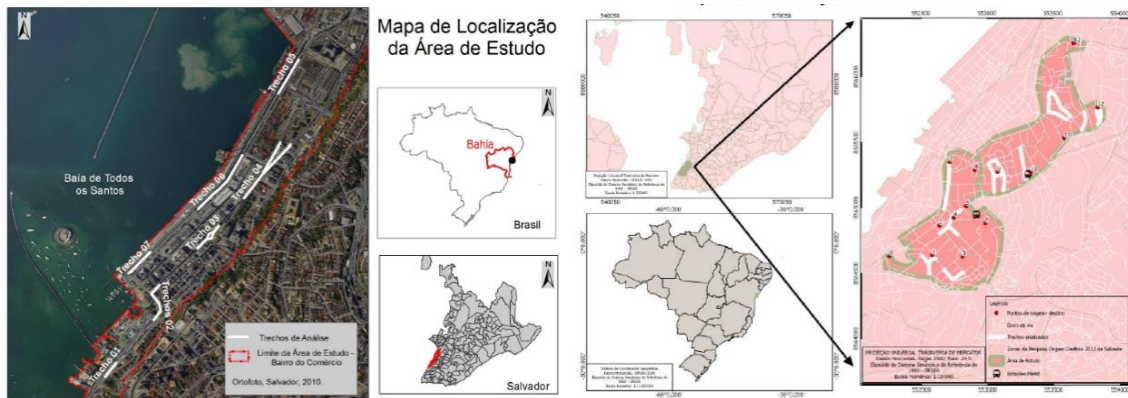
Anteriormente à inauguração das principais estações do metrô, Delgado (2014) apontava para a existência de uma concorrência danosa entre os automóveis e o transporte coletivo (ônibus) pelo espaço de circulação em Salvador. Tal disputa impactou nos custos de operação dos ônibus devido à baixa produtividade gerada por tal situação. Os congestionamentos presentes em Salvador impuseram aos ônibus uma velocidade média de 14 km/h e o tempo de espera superior a 19 minutos, sendo recomendável até 10 minutos. Assim, a perda de atratividade dos ônibus frente aos usuários potenciais tornou-se constante e foi agravada, segundo o autor, pelas baixas frequências de operações e problemas de segurança pública e de trânsito.

Através da consulta ao acervo do trânsito típico no Google Maps, Santos Junior (2018) observou que: a) as vias de acesso aos centros Águas Claras e Avenida Luís Viana/Avenida 29 de Março apresentam uma condição ruim de tráfego no sentido norte para o sul, já em relação ao centro Camaragibe, em qualquer dos sentidos de acesso, o volume do fluxo prejudica o tráfego na via; b) os efeitos das viagens geradas e atraídas pelo centro Camaragibe são sentidos no centro Acesso Norte e nas avenidas Antônio Carlos Magalhães, Luís Viana e Mário Leal Ferreira e c) os condutores que utilizam a avenida Octávio Mangabeira como fuga aos engarrafamentos da Av. Luís Viana enfrentam uma condição ruim de tráfego na região próxima à avenida Professor Magalhães Neto.

Em relação ao Centro Antigo de Salvador, Delgado *et al.* (2014), ao pesquisarem o bairro Comércio, região integrante da parte baixa do referido centro, identificaram que o padrão da concentração das vagas de estacionamentos compromete as vias de acesso (entrada-saída) ao bairro, tanto ao norte como ao sul, sendo que ao sul a fluidez está mais prejudicada. Santos Junior; Pinto; Delgado (2018) analisaram uma região integrante da parte alta do centro e verificaram que a área pesquisada apresenta condições razoáveis de acessibilidade, tanto ao sul como ao norte, e uma condição de tráfego que varia entre ruim e

muito ruim na porção central. A Figura 1 apresenta os trechos analisados por Delgado *et al.* (2014) e por Santos Junior; Pinto; Delgado (2018), respectivamente.

Figura 1 - Localização dos trechos de vias no Centro Antigo de Salvador.



Fonte - Delgado *et al.* (2014) e Santos Junior, Pinto e Delgado (2018).

Para Delgado (2016), os problemas relacionados com o padrão de mobilidade de Salvador são: a) a importância de enfrentar a descontinuidade do processo de gestão; b) a topografia da cidade, que é caracterizada pela ocorrência de múltiplos vales e cumeadas e c) o uso do automóvel. Com o início da operação do Sistema Metroviário Salvador-Lauro de Freitas (SMSLF), Pinto, Delgado e Miranda (2014) destacam a potencialidade do metrô para o sistema de transporte coletivo da cidade devido à eficiência e ao conforto do modo em relação aos seus usuários diretos. Além dessas características, esse sistema poderá servir como indutor de mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo na sua área de influência e de integração com outros modos de transporte.

O estacionamento do Terminal Pítuaçu

Ríos, Vicentini e Acevedo-Daunas (2013) advertem que a classificação dos estacionamentos impacta nas condições distintas de operação, na regulamentação e no funcionamento dos mesmos. Os estacionamentos públicos fora de vias, segundo Casseb *et al.* (1979), possuem características semelhantes ao estacionamento controlado em vias públicas, local onde é cobrado uma taxa para a permanência do veículo e seus usuários utilizam essas vagas em um pequeno ou médio período de tempo, porém não é fixado um tempo máximo de permanência. Considerando Salvador, o PDDU (Salvador, 2016) inclui o sistema de estacionamento de veículos como componente do sistema de mobilidade da cidade. A lei prevê a implantação de edifícios-garagem e estacionamentos subterrâneos próximos às estações e às paradas dos sistemas de transporte coletivo de alta e média capacidade da cidade.

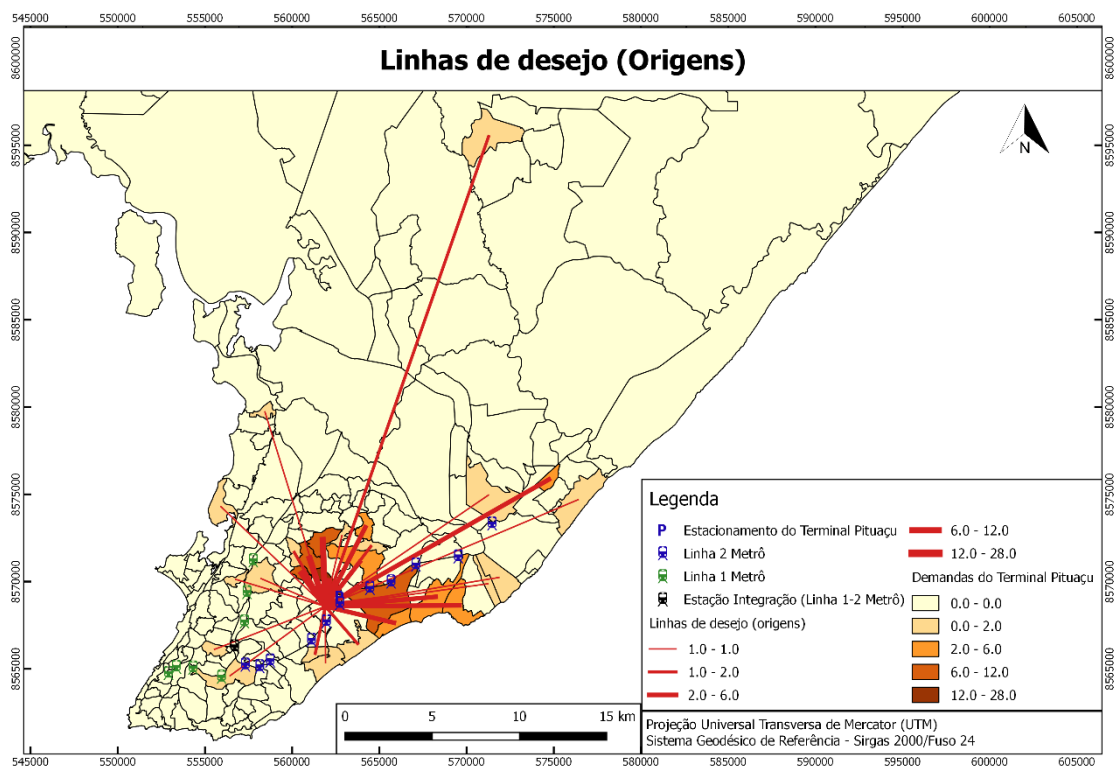
Conforme Santos Junior (2018), a CCR Metrô Bahia, concessionária que mantém e opera terminais de integração de passageiros (ônibus urbanos) e estações de metrô, inaugurou em março de 2018 um estacionamento com 370 vagas no pavimento superior do Terminal Pítuaçu. Esse estacionamento está localizado na periferia dos cinco centros instituídos pelo PDDU de 2016 e integrado fisicamente à estação Pítuaçu (SMSLF, linha 2). O autor identificou que a ocupação média do estacionamento, em um dia útil, era de 179 vagas, ou seja, 48,4% do total de vagas, e, nos finais de semana e feriados, essa ocupação média reduzia para 83 vagas, 22,4% do total. Em 2019, o estacionamento deixou de ser operado gratuitamente.

Mota (2018), ao realizar um estudo com os usuários do estacionamento localizado no Terminal Pítuaçu, identificou que: a) 70% dos usuários do estacionamento tendem à transferência do modo de transporte individual motorizado para o metrô; b) Em se tratando do perfil dos usuários do estacionamento, aproximadamente, 70% são homens, o público mais jovem, até 39 anos, e os indivíduos com nível

superior possuem maior tendência à transferência e o trabalho é o principal motivo para a geração dessas viagens; c) os principais fatores que contribuem para a transferência são a redução do custo da viagem e a fuga dos congestionamentos e d) entre os principais fatores que impedem a integração metrô-carro estão a praticidade, a falta de estações de metrô no destino final e a necessidade de uma transferência para o ônibus.

Santos Junior (2018) identificou a origem e os destinos de 113 usuários do Terminal Pituvaçu, através da aplicação de formulário para 148 condutores que estacionam no local. A Figura 2 apresenta uma análise de dispersão espacial das origens e as linhas de desejo das viagens levantadas no período da manhã. Segundo o autor, a maior demanda de condutores de automóveis que fazem integração com o metrô possui a origem de suas viagens dentro de um raio de aproximadamente 5 a 10 km do Terminal Pituvaçu.

Figura 2 - Origem dos usuários do estacionamento do Terminal Pituvaçu e as linhas de desejo.



Fonte - Santos Junior (2018).

METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa consiste na aplicação da análise espacial visando a orientar a implantação de estacionamentos periféricos de integração metrô-automóveis tendo por base os seguintes procedimentos: I) identificação da localização dos estacionamentos da zona azul de Salvador, bem como do número de vagas; II) determinação das concentrações das vagas zona azul de Salvador e correlação com a localização dos centros da capital baiana; III) determinação da zona de influência do estacionamento periférico integrado ao metrô; IV) compreensão da condição de tráfego nas vias do centro Camaragibe, com o intuito de identificar o maior carregamento de trechos de vias e V) identificação de potenciais estações periféricas que integrem o metrô e os automóveis.

Entre as variáveis pesquisadas neste estudo, estão a zona azul, a condição de trânsito, os centros da cidade, as estações do metrô e as origens das viagens motorizadas individuais de Salvador. A partir

dessas, foram realizadas duas interações espaciais: 1) a associação entre a distribuição espacial das vagas da zona azul e dos cinco centros da cidade e 2) a associação entre a localização das estações do metrô e as origens das viagens motorizadas individuais. Na primeira interação, buscou-se hierarquizar os centros da capital baiana com base nas vagas rotativas. A partir da segunda interação, foi possível identificar duas estações do metrô da cidade que poderão receber a infraestrutura metroviária que permitirá a integração entre o metrô e o carro, bem como a área de influência do estacionamento do Terminal Pituaçu, infraestrutura já existente.

Os procedimentos propostos foram aplicados nos centros de Salvador, área de estudo desta pesquisa. O procedimento I é composto pela consulta ao geoportal zona azul da Transalvador para identificação das localizações e dos números de vagas associados à zona azul da cidade e o segundo procedimento é a vetorização de pontos que representam os estacionamentos na plataforma global Google Earth, tendo como atributo as vagas (TRANSALVADOR, 2019). Na etapa II, foram relacionadas as concentrações das vagas pertencentes ao programa zona azul de Salvador, através de círculos proporcionais no QGIS, e a localização dos cinco centros da capital baiana, instituídos pelo PDDU (SALVADOR, 2016).

A viabilidade do procedimento III está relacionada com a base de dados de Santos Junior (2018), referente à localização das origens das viagens dos usuários do estacionamento do Terminal Pituaçu. A partir desses dados, foi possível verificar com maior precisão a área de influência de um estacionamento semelhante ao do terminal. A Tabela 1 apresenta a tabulação dos dados de Santos Junior (2018), que permite determinar uma área de influência de 5 km para a tipologia desse estacionamento. O raio dessa área de influência foi assim definido, pois 87 condutores, aproximadamente, 77% da amostra, percorrem até 5 km para chegar ao estacionamento.

Tabela 1 - Tabulação da distância das origens das viagens dos usuários do estacionamento do Terminal. Pituaçu.

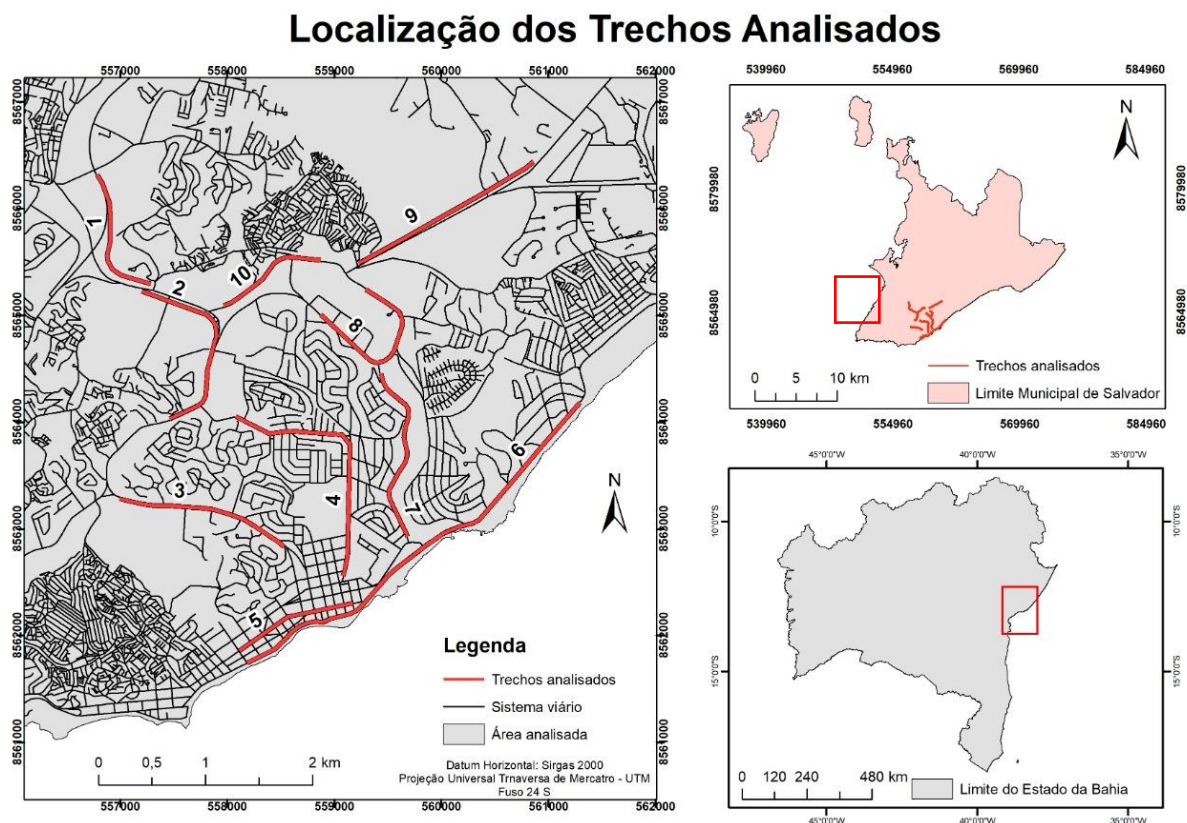
DISTÂNCIAS PERCORRIDAS	NÚMERO DE VIAGENS	PORCENTAGEM
1 km - 6,4 km	95	84%
6,4 km - 11,8 km	11	10%
11,8 km - 17,2 km	5	4%
17,2 km - 22,6 km	0	0%
22,6 km - 28,5 km	2	2%
TOTAL	113	100%
MÉDIA	6,92 km	
MODA	1,42 km	
MEDIANA	4,70 km	

Fonte - Elaborado pelos autores a partir de dados de Santos Junior (2018).

No procedimento IV, as informações sobre a condição de tráfego nas vias do centro Camaragibe, coletadas através de consulta à plataforma Google Maps, têm por objetivo identificar o maior carregamento em trechos de vias selecionados, analisados em intervalos de 30 minutos. Na plataforma existe uma aplicação “trânsito” que permite a visualização da condição típica do trânsito nos sete dias da semana, das 6h às 22h. Em conformidade com os estudos de Delgado *et al.* (2014), Santos Junior *et al.* (2018) e Santos Junior (2018), foi possível identificar que as quartas-feiras representam o trânsito mais intenso na cidade. Essa consulta ao acervo do Google Maps foi realizada no dia 31 de março de 2019. Para viabilizar essa etapa metodológica, foram selecionados alguns trechos viários do centro Camaragibe para análise, conforme Figura 3. Os trechos analisados são: 1) Acesso Norte; 2) Av. Antônio Carlos Magalhães; 3) Av. Antônio Carlos Magalhães; 4) Av. Paulo VI; 5) Av. Manuel Dias da Silva; 6) Av. Octávio Mangabeira; 7) Av. Prof. Magalhães Neto; 8) Av. Tancredo Neves; 9) Av. Luís Viana e 10) Av. Tancredo Neves.

No procedimento V foram confrontadas as origens das viagens realizadas através de modos motorizados individuais na Região Metropolitana de Salvador (RMS), destacando Salvador, e a localização das estações do Sistema Metroviário de Salvador e Lauro de Freitas (SMSLF). A comparação dessas duas informações tem por objetivo identificar quais estações do SMSLF possuem potencial para implementação de um estacionamento, possibilitando a integração metrô-carro. Para tanto, as estações localizadas nos três principais centros foram excluídas da possibilidade de receber esse tipo de estacionamento. O principal fator para a seleção de duas novas estações para a integração metrô-carro é a proximidade da demanda potencial, considerando uma área de influência de 5 km. Os dados das viagens são da SEINFRA (2012), referentes à Pesquisa Origem-Destino de 2012 da RMS e à localização das estações do metrô, foram vetorizadas através de inserção de pontos, no Google Earth.

Figura 3 - Localização dos trechos de vias analisados no centro Camaragibe.



Fonte - Elaborado pelos autores.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados apresentam uma análise da distribuição das vagas rotativas (zona azul) na cidade de Salvador, espacializando seus quantitativos e avaliando sua interação com as centralidades circunvizinhas. É apresentada a avaliação de potenciais estações de integração baseadas nas relações com a condição do trânsito no centro Camaragibe. A partir desses potenciais pontos de integração, definidos com base em levantamentos de origem e destino no terminal Pituaçu, na hierarquia dos centros urbanos e da dinâmica do padrão da mobilidade, são dimensionados potenciais estações de integração metro-carro no município de Salvador.

Após a vetorização, através de pontos, das vagas da zona azul de Salvador, foi identificado que o número de vagas total informado pela Transalvador é de 10648 vagas rotativas (TRANSALVADOR, 2019). Esse número está associado a 224 pontos, estacionamentos zona azul. Na Tabela 2 são apresentados os números das vagas por centro/localidade. Entretanto, nesses centros há vagas não oficiais nas vias públicas. A título de comparação, no estudo desenvolvido por Santos Junior (2018) em região pertencente ao Centro Antigo de Salvador, foi identificado que o número de vagas observadas é 3,6 vezes maior que o número oficial (676 vagas), ocupando uma área 2,6 vezes maior que a da zona azul para a área de estudo, que é de aproximadamente 12000 m². Levando em conta a razão entre a área ocupada e o número de vagas, aproximadamente 17,8 m²/vaga, é possível identificar que a zona azul de Salvador pode ocupar uma área de até 189000 m². Assim, uma política restritiva ao estacionamento nos centros da cidade tem potencial para devolver parte da área ocupada para o sistema viário, ou, de maneira mais sustentável, disponibilizar a área para convivência humana e desenvolvimento de atividade econômica.

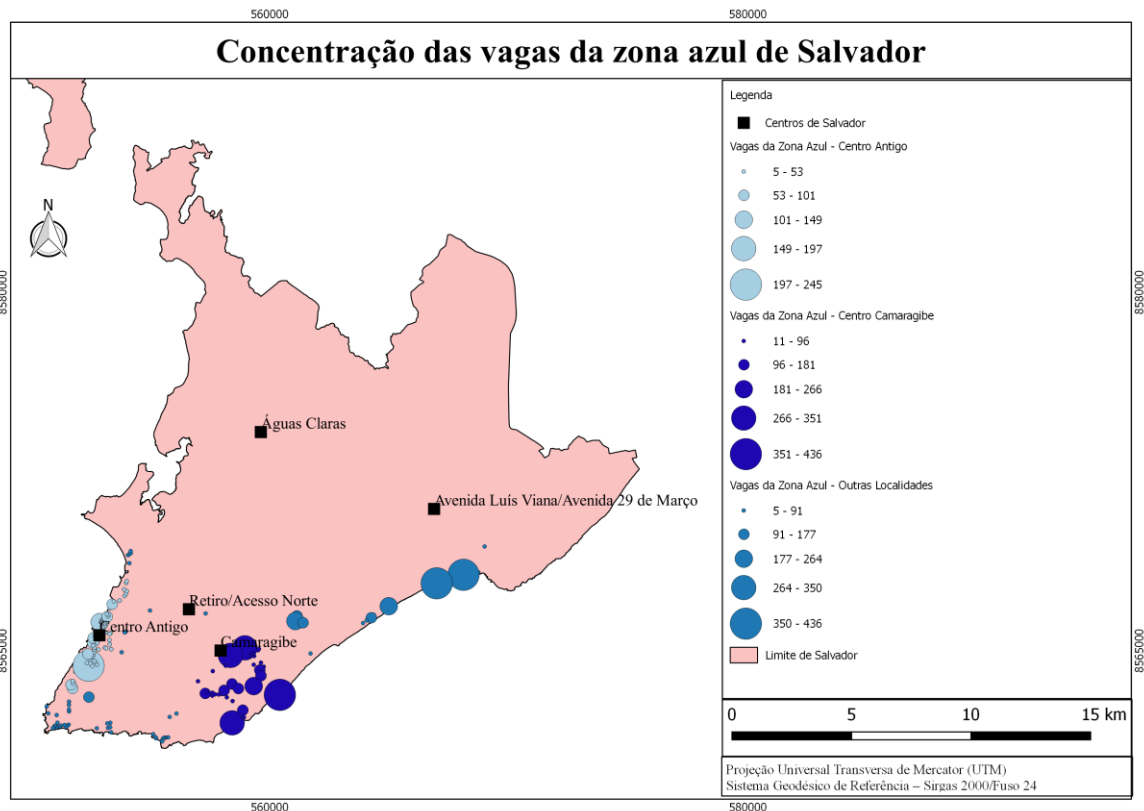
Tabela 2 - Vagas vetorizadas da zona azul distribuídas por centro/localidade.

CENTRO/LOCALIDADE	VAGAS	PORCENTAGEM
Centro Camaragibe	4034	37,89%
Centro Antigo	3150	29,58%
Orla - norte de Salvador	1318	12,38%
Outros(as)	1103	10,36%
Orla - sul da Salvador	1014	9,52%
Centro Retiro/Acesso Norte	29	0,27%
Salvador (Total)	10648	100,00%

Fonte - Elaborado pelos autores a partir dos dados de Transalvador (2019).

Na Figura 4 estão apresentados os cinco centros de Salvador e a concentração espacial das vagas da zona azul da cidade. Analisando os agrupamentos de pontos na Figura 4 e a Tabela 2, é possível verificar o relacionamento espacial com os centros listados no referencial teórico deste trabalho. Os centros Águas Claras e Luís Viana/Avenida 29 de Março, localizados na região norte de Salvador, não possuem vagas zona azul. O centro Retiro/Acesso Norte possui participação quase nula na concentração das vagas da zona azul de Salvador, representando 0,27% do total de vagas ofertadas na cidade. Já os centros Antigo e Camaragibe concentram aproximadamente 68% das vagas zona azul, sendo que o centro mais antigo concentra 30% e o centro consolidado a partir da década de 1970 concentra 38%. Tal constatação corrobora a ideia de Freitas *et al.* (2013) que classificam o centro Camaragibe como o principal centro da cidade e ressaltam que o Centro Antigo apresenta vitalidade ao concentrar grande quantidade de atividades urbanas, bem como, que o centro Retiro/Acesso Norte está em consolidação.

Figura 4 - A concentração da zona azul e os centros de Salvador.

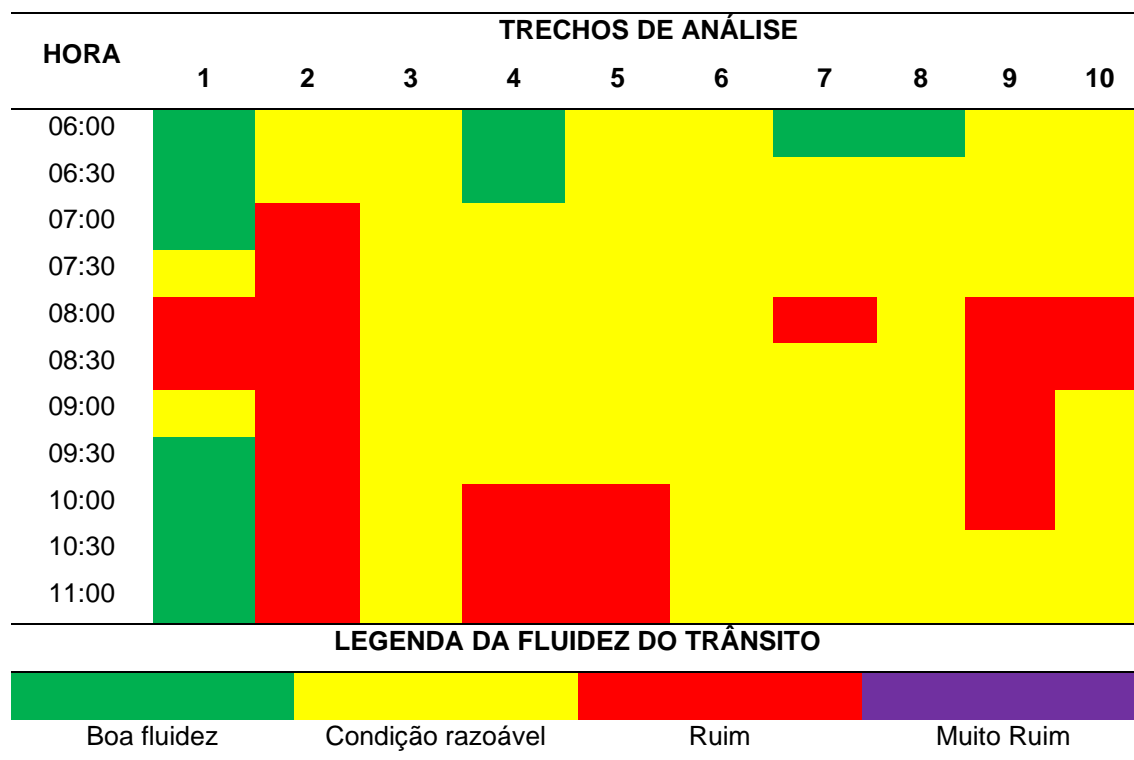


Fonte - Elaborado pelos autores.

Analisando conjuntamente a Figura 4 e a Tabela 2, foi possível identificar que, aproximadamente, 22% das vagas da zona azul de Salvador atendem ao serviço de lazer/turismo na orla da capital baiana. No extremo sul da península, estão concentradas cerca de 10% das vagas. Ao norte do centro Camaragibe, estão concentradas 12% das vagas da zona azul. Assim, esses bolsões atendem a orla atlântica, que por sua vez é uma região, conforme Delgado (2014), que apresenta os maiores indicadores de renda, qualidade de vida e predomina a propriedade e o uso do carro. Assim, o padrão da concentração das vagas rotativas da zona azul de Salvador está diretamente associado aos dois maiores centros da cidade, que concentram serviços e viagens, e à orla atlântica.

A Figura 5 apresenta a condição do trânsito no centro Camaragibe nos trechos selecionados, conforme Figura 03, no pico da manhã. Os dados exemplificam em escala local problemas estruturais de mobilidade na cidade apontados por diferentes autores na fundamentação teórica desse trabalho. Foi possível identificar que: a) o centro apresenta uma condição razoável de tráfego no período analisado, com destaque para uma condição ruim de trânsito em determinados trechos e hora; b) no trecho 1, que liga o centro à rodovia BR 324, foi encontrada uma condição de trânsito razoável para ruim entre as 7 h e 30 min e 9 h; c) no trecho 2, que permite o acesso ao centro, foi encontrada uma condição de trânsito ruim a partir das 7 h; d) no trecho 4, que conecta a região norte ao sul do centro, apresenta um trânsito com condição ruim a partir das 10h; e) no trecho 5, que possibilita uma saída ao centro na região sul, a condição do trânsito é ruim das 10 h às 11 h e f) nos trechos 9 e 10, que representam o acesso ao centro na região norte, apresentam uma condição de trânsito ruim das 8 h às 9 h e 30 min. Assim, considerando o norte do centro Camaragibe, as vias que permitem o acesso e a saída ao centro, trechos 1, 2, 9 e 10, possuem uma condição ruim de trânsito e, ao sul, através do trecho 5, o condutor que sair do referido centro encontrará um trânsito ruim a partir das 10h.

Figura 5 - Condição do trânsito no centro Camaragibe, pico da manhã.

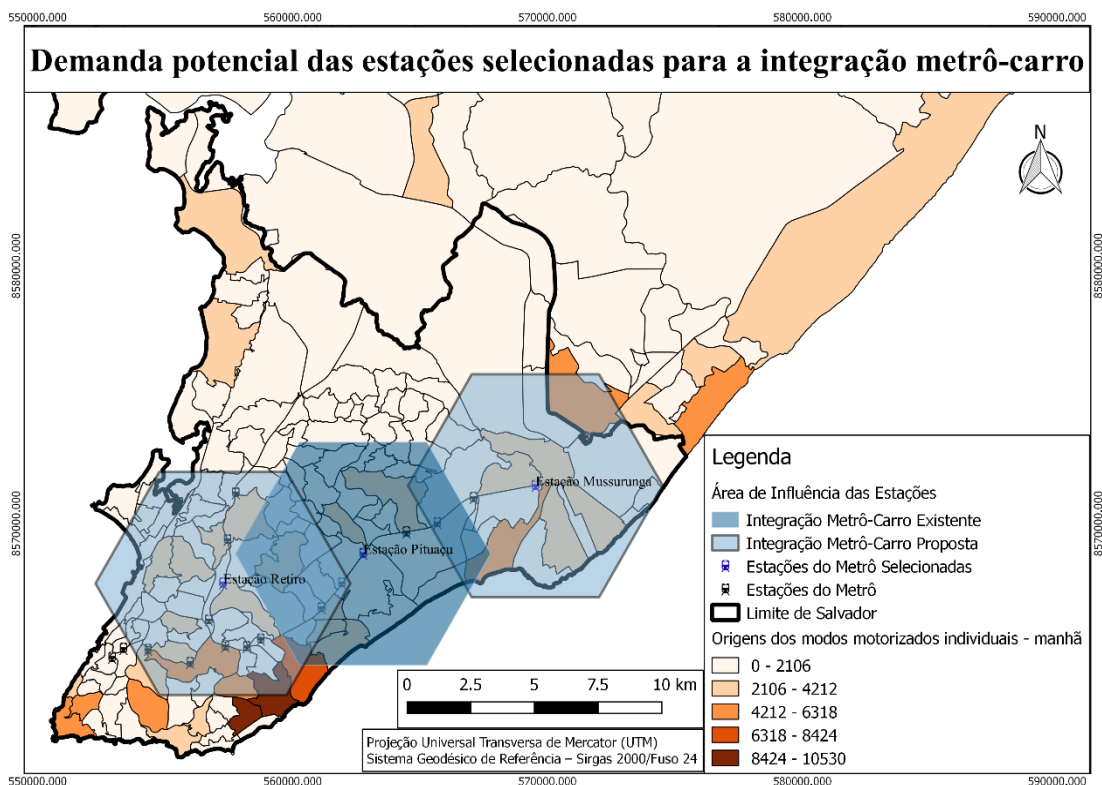


Fonte - Elaborado pelos autores.

Os resultados da condição de trânsito estão em conformidade com as indicações de Freitas *et al.* (2013), que o centro Camaragibe apresenta saturação das vias em seu perímetro, situação que ficou evidenciada a partir da condição de trânsito nos trechos de vias 1, 2, 4, 5, 9 e 10. O destaque dos autores para a piora na condição de mobilidade na região devido à proximidade entre o centro Retiro/Acesso Norte e o centro Camaragibe é visualizada nas análises deste artigo nos trechos 1 e 2, sendo que a condição de trânsito varia entre condição razoável e ruim a partir das 7 h. Além dessas confirmações, a condição de trânsito do trecho 6, ver Figura 5, corrobora as análises de Santos Junior (2018) sobre os condutores utilizarem a Av. Octávio Mangabeira (trecho 6) como fuga aos engarrafamentos presentes na região do centro Camaragibe. Cabe o destaque que foi observado uma condição razoável de tráfego para essa avenida durante o pico da manhã.

A figura 6 apresenta estações periféricas com potencial para integrar o metrô e os automóveis, tendo como base uma análise de vizinhança e a demanda potencial de condutores de automóveis no pico da manhã. É possível observar que as localizações apontadas na figura têm potencial similar à estação Pituacu agindo como *hub* de cobertura do território do município de Salvador. A Figura 6 permitiu verificar que: as estações do metrô de Salvador não estão localizadas nas zonas de tráfego que geram grande quantidade de viagens individuais motorizadas; os estacionamentos propostos estão localizados em regiões periféricas aos cinco centros da cidade; a localização dos estacionamentos propostos está associada a uma demanda potencial de condutores de automóveis; os estacionamentos propostos podem servir de parada para condutores de automóveis que se deslocam dos demais municípios da RMS para Salvador, seja pela BR 324 (linha 1 – Estação Retiro) ou pela Av. Luís Viana (linha 2 – Estação Mussurunga) e as estações que possuem potencialidade para integrar o metrô e o carro estão localizadas próximas de vazios urbanos. Há estações de metrô mais ao sul da área de estudo, entre o Centro Antigo e os centros Camaragibe e Acesso Norte-Retiro, que podem vir a integrar o metrô e o carro, entretanto, essas estações estão localizadas em regiões ocupadas, levando à necessidade de implantação de estacionamentos subterrâneos.

Figura 6 - Estações selecionadas para integrar o metrô e o carro.



Fonte - Elaborado dos autores.

A implantação de um estacionamento periférico integrado à estação Mussurunga favorece a redução do número de usuários na estação Pituacu. Porém é necessário destacar que o poder público poderá reverter essa situação desfavorável ao propor um programa que enfatize a educação e a sensibilização dos condutores para a intermodalidade com modos mais sustentáveis, tal como foi destacado por Shreffler (2005) e Simões (2015) sobre o gerenciamento da mobilidade (MM). O SMSLF possivelmente será ampliado em três estações. Sendo assim, um novo estacionamento periférico poderá ser implantado ao norte da estação Retiro, atendendo a condutores dentro da zona de influência do estacionamento, do subúrbio e miolo de Salvador e de outras cidades pertencentes à RMS.

Assim, após essa descrição cabem algumas discussões sobre as potencialidades da instalação dos estacionamentos propostos e medidas que podem maximizar os resultados desse sistema multimodal integrado. A metodologia baseada em análise espacial permitiu a identificação de duas estações periféricas aos centros da cidade de Salvador para a instalação de estacionamento que permite a integração entre o automóvel e o metrô a partir da demanda potencial e o atributo distância entre a origem e o estacionamento, viagem intermediária, que é complementada pelo modo metrô até o destino final. A demanda é, conforme Dijk e Montalvo (2011), uma das principais dimensões consideradas no momento de tomada de decisão por parte dos governantes para implementação de política P&R. Por sua vez, a distância percorrida pelos condutores de automóveis até o estacionamento periférico é uma das variáveis que impactam na redução dos custos de viagem. De acordo com Mota (2018), a redução do custo de deslocamento é relevante para os usuários de estacionamentos periféricos optarem pela integração entre o metrô e carro.

Logo, este estudo demonstra a viabilidade de pesquisas que adotem modelos geográficos para o problema de localização da instalação do sistema *Park and Ride* (P&R) (Ortega *et al.*, 2021). Sobre esse sistema, é necessário retomar a indicação de Pinto, Delgado e Miranda (2014), que destacam a potencialidade do modo metrô para a transferência de viagens realizadas através do modo carro para o modo de transporte público. Transferência que, segundo Memon *et al.* (2021), não é possível sem que antes os usuários de automóveis compreendam os seus comportamentos de viagem. Essa necessidade de compreensão está em conformidade com Shreffler (2005) e Simões (2015) que apontam a

educação/sensibilização desses usuários e a disponibilidade de informações em tempo real, medidas do MM, para incentivo à mudança voluntária do padrão de deslocamento.

Para a maximização desses resultados outras medidas podem ser implementadas. A partir da visão do gerenciamento de sistemas de transporte (TSM), Fry *et al.* (2016) recomendam as medidas de remoção de vagas de estacionamento em vias, liberando a faixa para livre circulação dos diferentes modos de transporte ou para uso exclusivo dos modais integrantes do sistema de transporte público, por exemplo a criação de baias para parada de ônibus. Ríos, Vicentini e Acevedo-Daunas (2013) indicam as seguintes medidas de gerenciamento de demanda de viagens (TDM) para aplicação em estacionamentos: cobrar estacionamento na via segundo as condições do mercado; usar tecnologia para estacionamento que ofereça máxima flexibilidade ao consumidor e aos gestores de políticas; retomar o espaço das ruas usado pelos automóveis, para aproveitá-lo em usos sociais, e incorporar políticas de estacionamento aos planos de transporte metropolitano.

Após o destaque dessas medidas, torna-se necessário retomar essa discussão para a dinâmica do padrão de mobilidade urbana em Salvador, pois essas intervenções possuem potencial para viabilizar a transferência de vagas de estacionamento localizadas nos centros urbanos para regiões periféricas a esses centros. Conforme Delgado (2014), coexistem duas cidades na capital baiana, a orla atlântica e o subúrbio ferroviário/miolo. As análises espaciais realizadas permitiram a identificação de dois estacionamentos periféricos em potencial em cada uma dessas “cidades” indicadas pelo autor. Potencialidades que contrariam o padrão de concentração das vagas zona azul (ver Figura 4) e a dinâmica urbana, que privilegia a orla atlântica (Delgado, 2014).

Oliveira (2013) aponta que o objetivo dos estacionamentos periféricos integrados ao transporte público urbano (TPU) é o de atrair usuários do automóvel para o transporte coletivo e reduzir o fluxo de veículos nas vias centrais. A transferência do modo motorizado individual para o TPU é notória, pois a viagem até o estacionamento é um deslocamento intermediário. A localização dos estacionamentos permite a redução do fluxo de veículos nas vias dos centros urbanos de Salvador, sobretudo no centro Camaragibe. O estacionamento da Estação Retiro está na região denominada por miolo e atenderia os condutores de automóveis que se deslocam para os centros urbanos de Salvador através da BR 324, com potencial para reduzir o tráfego nos trechos 2, 3 e 8. O estacionamento da Estação Mussurunga está localizado na orla atlântica, em região próxima ao limite de Salvador-Lauro de Freitas. Os usuários desses estacionamentos seriam condutores residentes da região norte da cidade e do município vizinho. Esse equipamento tem potencial para reduzir o tráfego nos trechos 1, 8, 9 e 10.

Esses dois estacionamentos, juntamente com o estacionamento da Estação Pituvaçu (infraestrutura existente), possuem potencial para reduzir a circulação de veículos nos centros urbanos de Salvador, principalmente no Centro Antigo e centro Camaragibe, que são os destinos finais dos usuários do estacionamento do Terminal Pituvaçu (Santos Junior, 2018). Segundo Mota (2018), 70% dos usuários desse estacionamento de Pituvaçu tendem à transferência do carro para o metrô e os principais fatores para essa transferência são a redução do custo da viagem e a fuga dos congestionamentos. Os estacionamentos propostos nesta pesquisa respeitam esses fatores, pois estão próximos das origens das viagens (redução do custo de deslocamento) e localizados em região periférica (longe das vias congestionadas dos centros). Outra potencialidade do sistema está na capacidade do Sistema Metroviário Salvador-Lauro de Freitas servir como indutor de mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo na sua área de influência nas estações (Pinto, Delgado e Miranda, 2014).

CONSIDERAÇÕES

As análises espaciais realizadas demonstraram que metodologias baseadas em modelos geográficos podem ser utilizadas em investigações acerca do problema de localização da instalação do sistema *Park and Ride*, lacuna apontada por Ortega *et al.* (2021). Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa atenderam ao objetivo de orientar a implantação de estacionamentos periféricos aos centros que possibilitem a integração entre o metrô e carro, levando em conta a análise de vizinhança e os dados de demanda. Considerando seu impacto potencial, essa metodologia pode auxiliar municípios na implantação de sistemas de parques de estacionamento tipo *park and ride* (P&R). O estudo também traz o foco para benefícios socioeconômicos indiretos desses equipamentos uma vez que tendem a atender centros periféricos urbanos. O planejamento integrado dessas ações via análise espacial possibilita a racionalização do investimento nessa infraestrutura e principalmente a otimização da demanda propiciando uma ampla difusão dos seus benéficos. A temática é atual e necessária frente aos desafios

impostos pelas políticas de: redução de emissão de gases de efeito estufa, melhoria da qualidade do ar nas metrópoles, alternativas para resolução da saturação de estruturas viárias urbanas em metrópoles.

Os procedimentos aplicados neste estudo permitiram a identificação de duas estações do metrô da cidade que poderão receber infraestrutura que integre o metrô e o carro. Esses estacionamentos periféricos, que possuem uma área de influência de 5 km em relação à demanda dos condutores de automóvel, apresentam potencial para valorizar o transporte público de passageiros na cidade, mitigar o número de carros nas áreas centrais e eliminar vagas rotativas em vias públicas. Outra potencialidade é a melhoria da condição de tráfego nas áreas centrais, pois o consumo da infraestrutura viária para realização de deslocamentos e paradas será abrandado.

Soma-se a esses resultados a compreensão das relações espaciais existentes entre os estacionamentos rotativos zona azul e os centros urbanos. Os dois principais centros da cidade, Camaragibe e Centro Antigo, concentram a maior parte das vagas pertencentes ao programa zona azul de Salvador. No que se refere ao centro Retiro/Acesso Norte, é necessário ter prudência na criação de áreas para o estacionamento de veículos, pois esse centro está próximo ao centro Camaragibe, atualmente o principal centro da cidade e que possui condição ruim de tráfego em algumas vias de seu perímetro. Os centros Águas Claras e Av. Luís Viana/Av. 29 de Março não possuem estacionamento zona azul. Outro padrão espacial identificado, a partir da concentração das vagas da zona azul, foi o relacionamento desses estacionamentos com o serviço de lazer/turismo na orla atlântica, ao norte e ao sul da península.

Conforme Haddad (2016), entre as limitações do método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa, estão a aquisição dos dados espaciais e a incapacidade de explicar como os padrões espaciais foram construídos. Sobre essas limitações no desenvolvimento desta pesquisa é necessário destacar que os dados espaciais são fonte secundária, oriundos da pesquisa origem-destino da Região Metropolitana de Salvador do ano de 2012, que é o censo do transporte, além disso, como todo censo, há elevados custos de aquisição dos dados. Por sua vez, a explicação do padrão de mobilidade na cidade de Salvador foi realizada na FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA deste artigo, nas seções: Hierarquização das centralidades de Salvador e O padrão de mobilidade em Salvador. Recomenda-se que os trabalhos futuros que tratem dos estacionamentos de Salvador abordem a identificação do perfil dos usuários do estacionamento do Terminal Pituaçu após política tarifária aplicada ao mesmo, bem como verifiquem as tipologias de estacionamento existentes no centro Retiro/Acesso Norte e sua contribuição para consolidação do referido centro.

Outra questão que deve ser considerada em pesquisas futuras são os impactos das políticas de enfrentamento ao coronavírus (COVID-19) na formulação de políticas de mobilidade urbana. Ao simular o processo de disseminação do vírus durante viagens realizadas através do sistema de transporte público urbano (TPU), a partir de dados dos usuários desse sistema na cidade de Seul, capital da Coreia do Sul, Ku *et al.* (2021) apuraram que, com o uso obrigatório da máscara no TPU, sem distanciamento social, ocorreu uma redução de 95,8% na probabilidade de contaminação entre os usuários, caso não fosse implementada medida de contenção à transmissão do vírus. As máscaras que serviram de referência para o desenvolvimento das simulações dos autores são dos modelos KF94 e KF80.

No contexto de combate à pandemia em Salvador, Santos Junior e Jesus (2021) sinalizam que as políticas de distanciamento social aplicadas na cidade em maio de 2020 resultaram na melhoria da condição de trânsito no centro Camaragibe em relação ao período anterior à COVID-19, bem como na suspensão da cobrança de tarifa pelo uso de vagas de estacionamento da zona azul, fatores que impactam diretamente no custo e no estresse (congestionamentos) associados ao deslocamento realizado através do automóvel, contrariando os fatores indicados por Mota (2018) para a integração metrô-carro. Logo, essas situações favorecem o deslocamento dos condutores de automóveis do local da origem até o destino final através do modo motorizado individual, ou seja, dificultando a integração desse modo com o metrô a partir de um estacionamento periférico. Torna-se necessário investigar em trabalhos futuros os impactos da COVID-19 na atração dos usuários do automóvel para o transporte público urbano.

REFERÊNCIAS

AROS-VERA, F., MARIANOV, V., & MITCHELL, J. E. (). p-Hub approach for the optimal park-and-ride facility location problem. **European Journal of Operational Research**, 226(2), p. 277–285, 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.11.006>

- BAGGI, M. S. **A mobilidade urbana na era digital: análise do tele trabalho como estratégia de gerenciamento da mobilidade**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012. <https://doi.org/10.5821/ctv.7871>
- BEROLDO, S. Interviewing Steve Beroldo. [Entrevista cedida a] Wellington C. Figueiredo, PhD/Editor. **Revista do Centro de Estudo de Transporte e Meio Ambiente**, Salvador, v. 3, n. 2, p. 22-25, jul./dez. 2007.
- CAIADO, Aurílio Sérgio Costa. Dispersão urbana, integração produtiva e mobilidade: novas territorialidades e novos desafios na rede urbana paulista. *In*: REIS, Nestor Goulart; TANAKA, Marta Soban. (Org.). Brasil. **Estudos sobre dispersão urbana**. São Paulo: Editora FAU/USP, 2007, p.113-137.
- CAMPOS, C. M. Da praça à centralidade: evolução da ideia de centro na cidade brasileira. *In*: Seminário de História da Cidade e do Urbanismo, 8., 2004, Niterói. **Anais [...]**. Niterói: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, 2004.
- CAO, J., e DUNCAN, M. (). Associations among distance, quality, and safety when walking from a park-and-ride facility to the transit station in the Twin Cities. **Journal of Planning Education and Research**, 39(4), 2019. P.496–507. <https://doi.org/10.1177/0739456X19883858>
- CASSEB, V.; NETTO, A. R.; HOLLO, D. M.; VASCONCELLOS, E. A.; KATO, S. **Um estudo sobre os problemas de estacionamento de veículos**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 1979. 100 p.
- CCR METRÔ BAHIA. **Mapas do metrô**: mapa das linhas. Disponível em: <<https://www.ccrmetrobahia.com.br/guia-do-cliente/mapas-do-metr%C3%B4/>>. Acessado em: 18 de nov. 2021.
- CERVERO, R. B. An interview with Robert Burke Cervero. [Entrevista cedida a] Wellington C. Figueiredo, PhD/Editor. **Revista do Centro de Estudo de Transporte e Meio Ambiente**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 2-8, jan/jun. 2004.
- CHEN, X., e KIM, I. . Modelling rail-based park and ride with environmental constraints in a multimodal transport network. **Journal of Advanced Transportation**. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2310905>
- CHERRINGTON, L. K., BROOKS, J., CARDENAS, J., ELGART, Z., GALICIA, L. D., HANSEN, T. WALK, M. J.. **Decision-making toolbox to plan and manage park-and-ride facilities for public transportation** (TCRP Research Report 192). Washington DC: Transportation Research Board. 2017. <https://doi.org/10.17226/24770>
- DELGADO, J. P. M. Padrões de mobilidade e forma urbana - argumentos a favor da descentralização de atividades na cidade de Salvador. *In*: CARVALHO FILHO, M. J.; URIARTE, U. M. **Panoramas urbanos: usar, viver e construir Salvador**. Salvador: EDUFBA, 2014. 315 p.
- _____. A rede integrada de transporte de alta capacidade como indutor da descentralização de atividades urbanas na Região Metropolitana de Salvador. *In*: Silva, S. B. M.; I. M. M. Carvalho e G. C. Pereira (eds.) **Transformações metropolitanas no século XXI**: Bahia, Brasil e América Latina. Salvador: EDUFBA, 2016. Brasil. 383 p.
- DELGADO, J. P. M.; SANTOS JUNIOR, R. L.; JESUS, E. G. V.; BRITO, P. L.; FERNANDES, V. O. O impacto da concentração espacial dos estacionamentos no centro da cidade de Salvador, capital do Estado da Bahia, Brasil: inter-relações com o tráfego e com as atividades urbanas. *In*: Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 6., 2014, Lisboa. **Proceedings [...]**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014. p. 1210-1221.
- DIJK, M.; MONTALVO, C. Policy frames of Park-and-Ride in Europe. **Journal of Transport Geography**, Leiden (Holanda), v. 19, p. 1106–1119, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.05.007>
- FIGUEIREDO, W. C. MM & TDM in developing countries, definitions and insights. **Revista do Centro de Estudo de Transporte e Meio Ambiente**, Salvador, v. 2, n. 2, p. 6-9, jul/dez. 2005.
- FREITAS, I. M. D. P.; DELGADO, J. P. M.; MIRANDA, S. C. F.; SANTOS, J. L. C. Centralidades, concentração de serviços e padrões de mobilidade urbana em Salvador - Bahia - Brasil. *In*: Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 5., 2012, Brasília. **Proceedings [...]**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012. 10 p.

_____. Centros urbanos e seus impactos na mobilidade da cidade de Salvador, Bahia. *In: Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito*, 19., 2013, Brasília. **Anais [...]**. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos, 2013.

FRY, R.; BLASI, S.; FOX, D.; LEVIN, I.; POLLOCK, J.; GRIGGS, C.; GUYER, S. Transportation system management element. *In: FRY, R.; BLASI, S.; FOX, D.; LEVIN, I.; POLLOCK, J.; GRIGGS, C.; GUYER, S. Salem transportation system plan*. Salem: Public Works Department, 2016.

HADDAD, M. A. Análise exploratória de dados espaciais: suporte aos estudos urbanos com ênfase nos padrões de distribuição. *In: MOURA, A. C. M. (Org.). Tecnologias de geoinformação para representar e planejar o território urbano*. Rio de Janeiro: Interciência, 2016.

HAQUE, A. M., BRAKEWOOD, C., REZAEI, S., & KHOJANDI, A. (). A literature review on park-and-rides. *Journal of Transport and Land Use*, 14(1), 2021, p.1039–1060. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2021.1923>

HUANG, K., ZHU, T., AN, K., LIU, Z., & KIM, I. (). Analysis of the acceptance of park-and-ride by users. *Journal of Transport and Land Use*, 12(1), 2019. p. 637–647. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2019.1390>

KRASIĆ, D., LANOVIĆ, Z. Park & Ride facility planning. *Građevinar* 2/ 65 2, 2013, p. 111-121. DOI: 10.14256/JCE.852.2012. <https://doi.org/10.14256/JCE.852.2012>

KU, D.; YEON, C.; LEE, S.; LEE, K.; HWANG, K.; LI, Y. C.; WONG, S. C. Safe traveling in public transport amid COVID-19. *Science Advances*, Washington, v. 7, n. 43, Oct. 2021. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg3691>

MEMON, I. A.; SAHITO, N.; KALWAR, S.; HWANG, J.; NAPIAH, M.; SHAH, M. Z. Choice modelling of a car traveler towards Park-and-Ride services in Putrajaya to create green development. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 14, July 2021. <https://doi.org/10.3390/su13147869>

MOTA, L. R. **Transferência modal dos usuários do transporte individual motorizado para o metrô: o caso da estação de metrô de Pituçu em Salvador**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

NEIVA, I. M. C. **Estudo do gerenciamento da mobilidade urbana na cidade de Salvador - área do Comércio**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

OLIVEIRA, G. S. **Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ORTEGA, J.; MOSLEM, S.; PALAGUACHI, J.; ORTEGA, M.; CAMPISI, T.; TORRISI, V. An integrated multi criteria decision making model for evaluating Park-and-Ride facility location issue: a case study for Cuenca city in Ecuador. *Sustainability*, v. 13, n. 13, July 2021. <https://doi.org/10.3390/su13137461>

PINTO, I. M. D.; DELGADO, J. P. M.; MIRANDA, S. C. F. Centralidades e estrutura espacial da Cidade de Salvador, Bahia. *In: KNEIB, E. C. (Org.) Projeto e cidade: centralidades e mobilidade urbana*. Goiânia: FUNAPE, 2014. 324 p.

PORTUGAL, L. S.; FLÓREZ, J.; SILVA, A. N. R. Rede de pesquisa em transportes: um instrumento de transformação e melhora da qualidade de vida. *Transportes*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, mar. 2010. <https://doi.org/10.14295/transportes.v18i1.395>

QUEIRÓZ, L. N. Metrô de Salvador: um novo modelo de concessão de serviços de transporte ferroviário urbano. *Revista dos Transportes Públicos*, São Paulo, n. 91, p. 75-83, 2001.

RÍOS, R. A.; VICENTINI, V. L.; ACEVEDO-DAUNAS, R. A necessidade de gerenciamento da demanda de mobilidade (GDM) e implementação de políticas de estacionamento na América Latina. RÍOS, R. A.; VICENTINI, V. L.; ACEVEDO-DAUNAS, R. **Guia prático: estacionamento e políticas de gerenciamento de mobilidade na América Latina**. Washington: Inter-American Development Bank, 2013.

SALVADOR. LEI Nº 9069, DE 30 DE JUNHO DE 2016. **Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador - PDDU 2016 e dá outras providências**, Salvador, BA, jun. 2016. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a2/ba/s/salvador/lei-ordinaria/2016/907/9069/lei-ordinaria-n-9069-2016-dispoe-sobre-o-plano-diretor-de-desenvolvimento->

urbano-do-municipio-de-salvador-pddu-2016-e-da-outras-providencias?q=LEI+N%C2%BA+9069%2C+DE+30+DE+JUNHO+DE+2016>. Acessado em: 11 set. 2018.

SANTOS, D. V. C.; FREITAS, I. M. D. P.; SOUZA, F. A. Evolução das centralidades e os impactos sobre a mobilidade na cidade de Salvador. *In: Congresso Pan-Americano de Engenharia de Tráfego, Transporte e Logística*, 16., 2010, Lisboa. **Proceedings** [...]. Lisboa: Centro de Sistemas Urbanos e Regionais do Instituto Superior Técnico, 2010. p. 1-19.

SANTOS, J. **A Cidade Poli(Multi)Nucleada: a reestruturação do espaço urbano de Salvador**. Salvador: EDUFBA, 2013. 327 p.

SANTOS JUNIOR, R. L. **Avaliação das potencialidades e dos desafios da implantação de políticas para gerenciamento de estacionamentos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

SANTOS JUNIOR, R. L.; JESUS, E. G. V. Políticas públicas aplicadas ao combate da COVID-19 no Brasil: frente às políticas restritivas à mobilidade. *In: Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, 9., 2021, Águas de Lindóia. **Proceedings** [...]. Presidente Pudente: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2021. p. 1342-1354.

SANTOS JUNIOR, R. L.; PINTO, I. M. D.; DELGADO, J. P. M. Análise espacial das vagas rotativas em vias públicas como medida para formulação de políticas de estacionamento: estudo de caso Salvador/Bahia/Brasil. *In: Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, 8., 2018, Coimbra. **Proceedings** [...]. Coimbra: Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, 2018. 13 p.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DO ESTADO DA BAHIA (SEINFRA). (2012). **Banco de Dados da Pesquisa de Mobilidade Urbana da Região Metropolitana de Salvador e Feira de Santana 2012**. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=16>>. Acessado em: 17 de jun. 2016.

SHREFFLER, E. N. Interviewing Eric N. Shreffler. [Entrevista cedida a] Wellington C. Figueiredo, PhD/Editor. **Revista do Centro de Estudo de Transporte e Meio Ambiente**, Salvador, v. 2, n. 2, p. 2-5, jul/dez. 2005.

SILVA, H. R. F.; LIMA, U. D. S.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, A. G.; SANTOS, M. G.; REGIS, L. M. L.; VASCONCELOS NETTO, J. A. Análise geográfica do entorno de 4 estações de metrô dos municípios de Salvador e Lauro de Freitas-BA. *In: Congresso Luso-brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, 7., 2016, Maceió. **Proceedings** [...]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2016. 10p.

SIMÕES, B. E. V. **Avaliação de medidas de gestão da mobilidade: casos de estudo no Porto**. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Projeto Urbano) – Porto: Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. 2015.

SOUZA, A. G. Salvador metrópole: novas fronteiras e fluxos urbanos no século XXI. *In: CARVALHO FILHO, M. J.; URIARTE, U. M. Panoramas urbanos: usar, viver e construir Salvador*. Salvador: EDUFBA, 2014. 315 p.

SPILLAR, Robert J. **Park-and- Ride Planning and Design Guidelines**. Lead Transportation Engineer, Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc., October 1997.

TRANSALVADOR. **Mapa geral de Zona Azul**. Disponível em: <<http://transalvador.salvador.ba.gov.br/conteudo/index.php/setorAreaLogradouro/mapaGeralZonaAzul>>. Acessado em: 02 de mar. 2019.

Recebido em: 28/04/2021

Aceito para publicação em: 03/03/2022