

## A GEOGRAFIA URBANA DO CRIME E OS EFEITOS DO METRÔ SOBRE ASSALTOS A ÔNIBUS NA CIDADE DE SALVADOR

**Área temática 7:** Infraestrutura, transporte, energia, mobilidade e comunicação

### **Fernanda Oliveira Caires e Caires**

Economista pela UESB e Mestre em Economia Regional e Políticas Públicas pela UESC. Doutoranda em Economia pela UFBA. Bolsista FAPESB.  
Email: [fernanda.o.aires@hotmail.com](mailto:fernanda.o.aires@hotmail.com)

### **Gervásio F. dos Santos**

Professor doutor do Programa de Pós-Graduação em Economia Universidade Federal da Bahia; Grupo de Pesquisas em Economia Espacial da UFBA; Pesquisador do Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (Cidacs).  
Email: [gervasios@ufba.br](mailto:gervasios@ufba.br)

### **RESUMO**

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito da implantação do sistema metroviário (Metrô) na cidade de Salvador sobre a ocorrência de crimes de assalto a ônibus. A literatura aponta que existe uma forte relação entre as alterações no ambiente urbano e a ocorrência de crimes de trânsito. Desse modo, o trabalho parte da análise da intervenção urbana causada pela implantação do sistema metroviário na cidade de Salvador e da distribuição espacial da ocorrência de crimes de assaltos a ônibus no período anterior e posterior à implementação do metrô. A pesquisa analisa questões de dimensão urbana e fatores socioedemográficos e a sua relação com os crimes de assalto a ônibus. Os procedimentos metodológicos passam pela análise descritiva dos dados, análise econométrica espacial, pelo método diferenças em diferenças com escalonamento e, por último, *propensity score matching*. Os resultados obtidos indicam que a implantação do sistema metroviário teve o efeito de aumentar o número de crimes de assalto a ônibus na cidade de Salvador, sugerindo que a alteração nas linhas de ônibus e o modelo de integração ônibus-metrô-ônibus podem ter ampliado esta prática em função, dentre outros, do número de conexões por passageiro.

**Palavras-chave:** Criminalidade urbana. Transporte público. Fatores sociodemográficos.

Classificação JEL= **R40**

### **ABSTRACT**

This paper aims to evaluate the effect of the implementation of the subway system in the city of Salvador on the occurrence of bus robbery crimes. The literature points out that there is a strong relationship between changes in the urban environment and the occurrence of traffic crimes. Thus, the work starts from the analysis of the urban intervention caused by the implementation of the subway system in the city of Salvador and the spatial distribution of the occurrence of bus robbery crimes before and after the subway implementation. The research analyzes urban dimension issues and socio-demographic factors and their relationship with bus robbery crimes. The methodological procedures include descriptive data analysis, spatial econometric analysis, differences in differences with scaling method and, finally, propensity score matching. The results obtained indicate that the implementation of the subway system had the effect of increasing the number of bus robbery crimes in the city of Salvador, suggesting that the change in bus lines and the bus-subway integration model may have expanded this practice due, among others, to the number of connections per passenger. **Keywords:** Urban crime. Public transportation. Socio-demographic factors.

JEL classification= **R40**

## 1 INTRODUÇÃO

A conformação dos centros urbanos, para além dos significados históricos, perpassa por aspectos relacionados às questões sociodemográficas. Assim, a implementação de políticas de desenvolvimento urbano e de segurança exigem consideração acerca dos efeitos dessas políticas. A literatura aponta para diretrizes políticas de planejamento urbano das cidades, nas quais se exige uma compreensão multidisciplinar relacionada à geografia, economia, urbanismo e à conformação dos sistemas de transportes públicos e dos sistemas de mobilidade e acessibilidade. Isso implica que a avaliação dos efeitos de políticas sobre eventos específicos como a ocorrência de crimes torna-se uma tarefa muito complexa.

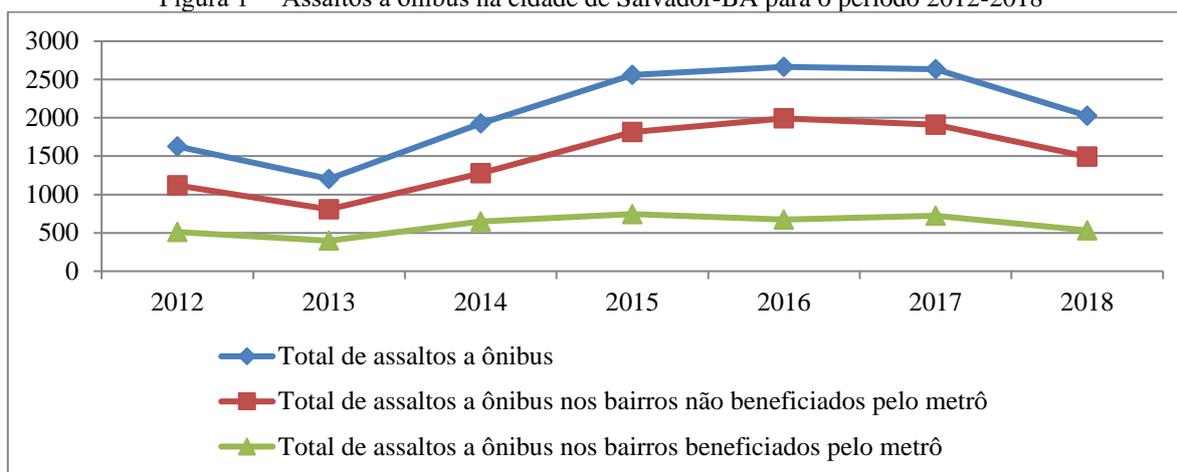
A literatura internacional sobre o tema em questão é consideravelmente ampla. Cabe destacar os trabalhos que utilizam metodologias tradicionais de avaliação de políticas como Crampton (2003), Ihlanfeldt (2003), Ligget, Loukaitou-Sideris e Iseki (2003), Billings, Leland e Swindell (2011), Melo, Graham e Brage-Ardao (2013), Mayer e Trevien (2013), Braut, Solberg e Nja (2014), Dickerson, Hole e Munford (2014), Phillips e Sandler (2015), D’Lima e Medda (2015), Priks (2015), Loukaitou-Sideris, Ligget e Iseki (2015) Lyons e Devidson (2016), Sharkey e Torrats-Espinosa (2017), Pathak, Wyczalkowski e Huang (2017), Grisé *et al.* (2018), Boisjoly *et al.* (2018), Lucas *et al.* (2018) e Sharma e Newman (2018). Estes autores avaliaram, em geral, os efeitos do transporte público sobre a criminalidade e apontam que os aspectos sociodemográficos definem a prática criminosa dentro do transporte público.

Para o Brasil esta literatura é ainda incipiente, destacando-se os trabalhos de Siqueira, Miranda e Fróes (1995), Paes-Machado e Levenstein (2000; 2002) e Nishijima e Pal (2019). Paes-Machado e Levenstein (2000; 2002) abordam os efeitos dos crimes de assaltos a ônibus na cidade de Salvador sobre a saúde e bem-estar de trabalhadores e usuários do transporte público. Os autores evidenciam que a maioria dos criminosos é formada por jovens pobres e desempregados e que, muitas vezes, não possui antecedentes criminais. O trabalho também aponta para a influência do contexto sociodemográfico sobre a criminalidade urbana, especialmente sobre os crimes de trânsito. Logo, surge como problemática de pesquisa os efeitos da implantação da linha metroviária sobre este tipo de crime na cidade de Salvador.

A cidade de Salvador possui um contingente populacional oriundo dos mais diversos locais. Assim, é comum que na ausência de infraestrutura adequada os processos migratórios majorem os problemas sociais e urbanos. A cidade possui grandes disparidades sociais reforçadas, especialmente, por problemas históricos e sociais intrinsecamente relacionados à sua população, majoritariamente negra e pobre. No que diz respeito à criminalidade, Salvador configura-se entre as capitais mais violentas do Brasil. A este problema é atribuído um conjunto de fatores como problemas sociais não resolvidos, medidas de segurança equivocadas, bem como resquícios de um processo histórico desigual e violento.

A figura 1 indica uma trajetória ascendente do número de assaltos a ônibus entre 2013 e 2015. Concomitantemente a isto, a primeira linha metroviária foi implantada na cidade de Salvador no ano de 2014, em fase de testes, começando a operar, oficialmente, no ano de 2015. A Figura 1 sugere que após este período há uma tendência de redução dos crimes de assalto a ônibus, especialmente nos bairros que são atendidos pela linha metroviária, o que não é corroborado pelos modelos econométricos utilizados por este trabalho. A complexidade do tema exige a utilização de métodos e técnicas que evidenciem os reais efeitos da mudança no sistema de transporte, a fim de assegurar que a implantação da linha metroviária exerceu efeito sobre a ampliação dos crimes supracitados. Desta maneira, espera-se que bairros com maior número de vias que facilitem acesso e fuga também apresentem maiores registros de crimes relacionados ao transporte público, especialmente assaltos a ônibus. Do mesmo modo, tais ocorrências tendem a ser mais comuns em bairros periféricos ou comerciais, em função de suas peculiaridades.

Figura 1 — Assaltos a ônibus na cidade de Salvador-BA para o período 2012-2018



Fonte: elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

De acordo com informações da concessionária que administra o serviço metroviário de Salvador – Bahia, CCR Metrô Bahia, este é o serviço que mais cresceu na América Latina nos últimos anos. Assim, a conclusão do projeto de implantação do metrô com a entrega da estação Aeroporto e, por consequência, a chegada à região metropolitana da capital baiana, fez com que a cidade de Salvador se tornasse uma das três capitais brasileiras com conexão entre o centro da cidade e o aeroporto. Dispondo de 2 linhas e 40 trens, o sistema atende a 350 mil pessoas diariamente e está integrado a 08 terminais de ônibus.

Figura 2 — Linhas metroviárias e suas conexões com os terminais rodoviários na cidade de Salvador-BA



Fonte: CCR Metrô Bahia.

A inserção da linha metroviária que conecta o centro da cidade ao aeroporto coloca a cidade de Salvador entre as três capitais do país a dispor desta conexão, o que amplia a relevância do presente estudo. Ademais, a cidade de Salvador é a terceira cidade mais populosa do Brasil (dividida em 163 bairros) e aquela que abriga a maior comunidade negra fora do continente africano, questões apontadas pela literatura como relevantes para a ocorrência dos crimes em análise (IBGE CIDADES, 2010). A distribuição logística do transporte público de Salvador aliada às configurações urbanas subsidiam as análises acerca da relação entre a conformação urbana e a criminalidade, elementos apontados pela literatura como relevantes para a prática de determinados tipos de crimes, o que justifica a escolha dos modelos metodológicos adotados pelo presente trabalho.

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho analisa de que maneira a implementação da linha metroviária em 2014 na cidade de Salvador, Bahia, pode ter alterado a conformação

dos crimes de assalto a ônibus, buscando também identificar a maneira pela qual os crimes no trânsito tem relação com a conformação sociodemográfica dos bairros da cidade. O trabalho pressupõe que a implantação de uma linha metroviária perpassando por uma das avenidas mais importantes da cidade de Salvador, a Avenida Luis Viana Filho, conhecida popularmente como Avenida Paralela, bem como por bairros de igual relevância, ocasionou alterações sobre este tipo de prática criminosa, atreladas às conformações mencionadas. Ademais, ressalta-se que esta mesma linha metroviária atende alguns dos bairros que mais registraram este tipo de prática no período em análise.

Diante disso, questiona-se: *de que modo a conformação urbana atrelada à logística de transportes pode determinar a criminalidade na cidade de Salvador?* A resposta a esta pergunta permite compreender como a urbanização afeta a criminalidade, permitindo a identificação de políticas que possam gerar maior segurança para a população.

Além desta introdução, o trabalho contém mais quatro seções. Na segunda seção será apresentada a revisão de literatura e trabalhos empíricos. A terceira seção apresenta a metodologia econométrica de identificação dos efeitos do metrô sobre crimes de assalto a ônibus e o banco de dados utilizado. Na quarta seção serão discutidos os resultados da pesquisa. A quinta seção apresenta as considerações finais do trabalho.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

As discussões acerca da teoria da localização se aprimoraram especialmente pelo uso de ferramentas metodológicas que auxiliam na elaboração de políticas direcionadas à minimização das disparidades regionais e que permitem a compreensão de fenômenos específicos, peculiares aos centros urbanos, por exemplo. Neste sentido, Shaw e Mckay (1942) inferem que a deterioração física de áreas residenciais acompanhada de desorganização social fortalece a prática de crimes e ocasiona mais violência. Por essa razão, Becker (1968) indica que os agentes públicos e privados devem delinear ações punitivas, com vistas a coibir e ampliar os custos do agente criminoso ao praticar crimes, assegurando que o investimento em inteligência policial e em conhecimento acerca da elasticidade de resposta às penas de prisão ou reclusão seria mais eficiente do que a prisão.

De modo sistemático, os eventos criminosos relacionam-se com a distribuição espacial da pobreza dentro das cidades, havendo uma padronização de crimes dentro das áreas urbanas, resultado de interações que se relacionam à distribuição física de oportunidades para o crime, padrões de fluxo de transporte, tamanho das cidades, desordem social, dimensão dos centros urbanos, renda *per capita*, desigualdade de renda e tamanho da população. Com vistas a coibir tais práticas a literatura tem apontado para comportamentos coletivos que visam ao bem comum, dado que um indivíduo é mais propenso a cometer crimes se está inserido em um espaço onde os agentes com os quais se relaciona o fazem, atendendo ao preceito das interações sociais (SILVERMAN, SPRUILL, 1977; COELHO, 1978; BRANTINGHAM, BRANTINGHAM, 1981-82; SAMPSON, RAUDENBUSH, EARLS, 1997; GLAESER, SACERDOTE, 1999; ZENOU, 2003; GUMUS, 2004; WEISBURD, GROFF, YANG, 2012; BEATO FILHO, 2012).

Estes elementos associam-se, dentre outros, à utilização do solo urbano: usos comerciais favorecem a maior incidência de crimes de rua em sua vizinhança imediata, sobretudo em bairros onde há menos transeuntes. Por outro lado, esse efeito é fortemente compensado pela densidade populacional, indicando que áreas densas de uso misto são mais seguras do que áreas residenciais típicas (TWINAM, 2017). Para compreender esses fenômenos faz-se necessário analisar a relação entre configuração urbana e criminalidade sob a ótica do setor de transportes. A avaliação de políticas sobre o transporte público perpassa pelo entendimento de outras searas, a saber: desenvolvimento econômico, conectividade, ampliação de redes e também da criminalidade. Por esta razão, compreender os fenômenos que se relacionam com este setor é

relevante para a consecução de políticas que garantam o bem-estar social. Desta feita, as políticas públicas de segurança devem considerar os elementos que se relacionam ao acesso visual das áreas ao redor dos locais atendidos pelo transporte público uma vez que, de modo geral, estes locais dispõem de múltiplas alternativas de fuga em função da sua localização bem como registram grandes aglomerações, o que dificulta o monitoramento pelos agentes de segurança. Também, os níveis gerais de crimes, as localidades com maiores incidências de crimes de modo geral, a maior quantidade de paradas ao longo da rota e a própria existência e conformação do transporte público favorecem a ampliação destes eventos (FALANGA, 1989; LIGGETT, LOUKAITOU-SIDERIS, ISEKI, 2004; NEWTON, 2008; PHILLIPS, SANDLER, 2015).

No que diz respeito ao transporte ferroviário os níveis de atividade, os tipos de acesso e os níveis de criminalidade em uma estação e a conexão desta com outras estações são indicadores consistentes de altos índices de criminalidade. Ademais, as características físicas e sociais das estações e seus bairros também são determinantes para a prática de crimes (LOUKAITOU-SIDERIS, LIGGETT, ISEKI, 2002; IRVIN-ERICKSON, LA VIGNE, 2015). Estas inferências evidenciam que a implantação de uma rede de transportes públicos traz consigo elementos que alteram a configuração do espaço urbano e, por conseguinte, as decisões dos agentes, o que ocasiona, num processo *vis-à-vis*, uma reinvenção das práticas e mecanismos dos agentes ali instalados, especialmente econômicos.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de estudo e banco de dados**

A cidade de Salvador foi selecionada para a presente análise. Trata-se da terceira cidade mais populosa do Brasil, com 2,8 milhões de habitantes, sendo ainda uma das capitais mais violentas do país. A cidade também está entre as três capitais brasileiras a conectar o centro da cidade ao aeroporto através da linha metroviária e por suas características sociodemográficas. Todos estes elementos, em conjunto, podem responder de que maneira a implantação da linha supracitada justifica o número de assaltos a ônibus (IBGE CIDADES, 2010).

Quadro 1- Variáveis analisadas<sup>1</sup>

Variável	Unidade de medida	Período	Unidade geográfica	Informação complementar	Fonte
<b>CRIMINALIDADE</b>					
Assalto a ônibus	Unidade	2012-2018	Bairro	-	SSP-BA
<b>CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS</b>					
População	Unidade	2010	Bairro	Informação desmembrada por gênero, cor e faixa etária	Censo IBGE
Tipo de domicílio	Percentual	2010	Bairro	Próprio, alugado	Censo IBGE
Condição do domicílio	Unidade	2010	Bairro	Particular permanente	Censo IBGE
<b>EMPREGO E RENDA</b>					
Rendimento médio do responsável pelo domicílio	Monetária	2010	Bairro	-	Censo IBGE
<b>INFRAESTRUTURA URBANA</b>					
Esgotamento sanitário rede geral	Percentual	2010	Bairro	-	Censo IBGE
Abastecimento de água rede geral	Percentual	2010	Bairro	-	Censo IBGE
Coleta de lixo	Percentual	2010	Bairro	-	Censo IBGE
<b>EDUCAÇÃO</b>					
População residente acima de 15 anos não alfabetizada	Percentual	2010	Bairro	-	Censo IBGE

Fonte: elaboração própria.

A criminalidade na cidade de Salvador foi tratada sob a ótica do número de assaltos a ônibus, variável *proxy*. A escolha das variáveis, apresentadas no Quadro 1, foi determinada pela literatura que ampara este trabalho e o período escolhido para análise em função da disponibilidade dos dados. Para segmentar as análises, subdividiu-se as variáveis em cinco categorias: criminalidade, representada pela variável *proxy* assaltos a ônibus, características sociodemográficas, emprego e renda, infraestrutura urbana e educação.

### 3.2 Análise Exploratória de Dados Espaciais

A fim de identificar de que maneira a criminalidade afeta os bairros da cidade de Salvador utilizou-se das ferramentas da econometria espacial. Desta feita, o recurso utilizado para tal foi o *software* geoda, que evidencia de que maneira os crimes estão distribuídos no espaço e se estes eventos têm ocasionado o surgimento de *clusters*. De modo mais específico, identificou-se os bairros mais violentos e sua distribuição espacial. Este tipo de análise permite propor medidas que deem mais segurança aos bairros, através da consideração dos seus aspectos sociodemográficos.

Para tanto, utilizou-se o Índice de Moran — I-Moran (global e local), que mede a dependência espacial entre áreas. Esta mensuração é feita via cálculo da autocorrelação espacial indicando a magnitude de associação espacial do conjunto de dados com *n* localizações. De acordo com

<sup>1</sup> No que diz respeito às variáveis explicativas repetiu-se os mesmos valores para ambos os anos por se tratar de informações oriundas do censo demográfico.

Druck *et al.* (2004) e Marques *et al.* (2010) esta mensuração pode ser feita através da seguinte equação:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - z_m)(z_j - z_m)}{\sum_{i=1}^n (z_i - z_m)^2} \quad (1)$$

A interpretação do valor do Índice de Moran é semelhante à interpretação do valor de correlação entre duas variáveis aleatórias. O I-Moran fornece um único valor como medida da associação espacial para o conjunto de dados de área, sendo útil quando se deseja caracterizar uma região como um todo. Muitas vezes, porém, é importante ter uma escala de maior detalhe, para verificar se a hipótese de estacionariedade do processo ocorre localmente, daí se calcula o I-Moral local denominado de LISA.

O LISA é uma ferramenta para analisar a associação entre diferentes áreas de uma variável distribuída espacialmente. Assim, o valor obtido permite identificar se há agrupamentos e os padrões significativos de associação espacial a partir da decomposição do índice global. O LISA para cada área  $i$  a partir dos valores normalizados  $z_i$  do atributo é dado por:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2} \quad (2)$$

### 3.3 Estratégia de identificação: diferenças em diferenças com escalonamento e pareamento por score de propensão

Para se calcular o estimador do método de diferenças em diferenças — *Diff-in-Diff* — é preciso calcular uma dupla diferença de médias da variável de resultado. Desta forma, pode-se denotar por  $T = \{1, 0\}$  a participação ou não no programa e por  $t = \{1, 0\}$  os períodos antes e depois da intervenção (FOGUEL, 2017). Neste estudo, analisa-se os crimes de assalto a ônibus nos bairros de Salvador tomando como referência os bairros beneficiados pela implantação da linha metroviária em relação àqueles bairros que não se beneficiaram diretamente de tal investimento. Formalmente:

$$\beta_{DD} = \left\{ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 1, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 1, t = 0 \right] \right\} - \left\{ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 0, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 0, t = 0 \right] \right\} \quad (3)$$

O estimador pressupõe que a variação temporal na variável de resultado para o grupo de controle represente o que ocorreria com o grupo de tratamento, caso este não houvesse passado pela intervenção (*ibidem*, 2017). Isto pode ser representado através da notação de resultados potenciais, como se segue:

$$\begin{aligned} E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 1, t = 1 \right] &= E \left[ \frac{Y_i(1)}{T_i} = 1, t = 1 \right] \\ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 1, t = 0 \right] &= E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 0 \right] \\ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 0, t = 1 \right] &= E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 1 \right] \\ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 0, t = 0 \right] &= E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 0 \right] \end{aligned}$$

Onde  $Y_i(1)$  e  $Y_i(0)$  equivalem à variável de resultado do indivíduo  $i$  nas situações de tratamento e de não tratamento, respectivamente, sendo os valores observados representados por:  $Y_i = T_i Y_i(1) + (1 - T_i) Y_i(0)$ . A partir disso, o estimador de *Diff-in-Diff* pode ser escrito como:

$$\beta_{DD} = \left\{ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 1, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 0 \right] \right\} - \left\{ E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 0 \right] \right\} \quad (4)$$

Também, é possível evidenciar o efeito médio do tratamento sobre os tratados (EMTT) através da média dos resultados potenciais para os tratados pós-programa:

$$E \left[ \frac{Y_i(1)}{T_i} = 1, t = 1 \right] = E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 1 \right]$$

Com base na hipótese de que a variação temporal para o grupo de controle corresponde à média para o grupo de tratamento caso este não tivesse sob esta condição:

$$E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 1 \right] - \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 0 \right] = \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 1 \right] - \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 0 \right] \quad (H1)$$

Escreve-se a média contrafactual:

$$E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 1 \right] - \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 0 \right] + \left\{ E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 0 \right] \right\}$$

Assim, a inserção deste resultado na expressão do EMTT resulta em:

$$EMTT = \left\{ E \left[ \frac{Y_i(1)}{T_i} = 1, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 0 \right] \right\} - \left\{ E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 0 \right] \right\} \\ = \beta_{DD}$$

Desta maneira, respaldado pela hipótese 1 (H1), o estimador de diferenças em diferenças é capaz de identificar o efeito médio do tratamento sobre os tratados (EMTT). Importante ressaltar que as diferenças de médias da variável de resultado para os grupos de controle não precisam ser idênticas às do grupo de tratamento no período anterior ao programa. Elas precisam somente apresentar a mesma tendência temporal (FOGUEL, 2017).

Pela dupla diferença tem-se:

$$\beta_{DD} = \left\{ E \left[ \frac{Y_i}{T_i} = 1, t = 1 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 1 \right] \right\} - \left\{ E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 1, t = 0 \right] - E \left[ \frac{Y_i(0)}{T_i} = 0, t = 0 \right] \right\} \quad (5)$$

ou seja, o método permite a diferença de médias antes do tratamento e por isso não exige que o segundo termo entre chaves na expressão 5 seja igual a 0. Há de se considerar as situações nas quais não seja possível obter dados por longos períodos de tempo.

Considerando que existam informações para somente um período antes e um período depois do tratamento, é possível representar o método através de uma regressão linear:

$$Y_{it} = \alpha + \gamma T_i + \sigma \partial t_t + \beta (T_i \partial t_t) + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Na equação (6),  $t$  representa o período de tempo no qual a unidade de observação  $i$  se encontra;  $T_i$  é uma variável binária que assume valor 1 se o indivíduo é tratado e 0 caso contrário;  $\partial t_t$  é também uma variável binária na qual o valor 1 indica período pós-programa e 0 período anterior ao mesmo;  $\varepsilon_{it}$  é variável de erro com média nula.  $\beta$  mede, portanto, o efeito do programa.

A utilização da técnica de resultados potenciais permite identificar a média da variável de resultado na ausência de intervenção:

$$Y_{it}(0) = \alpha + \sigma \partial t_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Enquanto que a média para aqueles que foram tratados é:

$$Y_{it}(1) = \alpha + \gamma + \sigma \partial t_t + \beta \partial t_t + \varepsilon_{it} = Y_{it}(0) + \gamma + \beta \partial t_t = \alpha + \sigma \partial t_t + \beta \partial t_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

A inserção das equações (7) e (8) para a variável de resultado  $Y_{it} = T_i Y_{it}(1) + (1 - T_i) Y_{it}(0)$ , resulta em:

$$Y_{it} = T_i [\alpha + \gamma + \sigma \partial t_t + \beta \partial t_t + \varepsilon_{it}] + (1 - T_i) [\alpha + \sigma \partial t_t + \varepsilon_{it}] = Y_{it}(0) + \gamma T_i + \beta T_i \partial t_t = \alpha + \gamma T_i + \sigma \partial t_t + \beta (T_i \partial t_t) + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Para compreender melhor os resultados pré e pós-intervenção e de que maneira as variáveis apresentam a mesma tendência, apesar de nem sempre partirem do mesmo ponto, escreve-se as médias da variável de resultado, como se segue:

(A) Tratados, pré-programa:

$$E = [Y|T = 1, t = 0] = \alpha + \gamma + E[\varepsilon|T = 1, t = 0] = \alpha + \gamma + E[\varepsilon_{10}]$$

(B) Tratados, pós-programa:

$$E = [Y|T = 1, t = 1] = \alpha + \gamma + \sigma + \beta + E[\varepsilon|T = 1, t = 1] = \alpha + \gamma + \sigma + \beta + E[\varepsilon_{11}]$$

(C) Controles, pré-programa:

$$E = [Y|T = 0, t = 0] = \alpha + E[\varepsilon|T = 0, t = 0] = \alpha + E[\varepsilon_{00}]$$

(D) Controles, pós-programa:

$$E = [Y|T = 0, t = 1] = \alpha + \sigma + E[\varepsilon|T = 0, t = 1] = \alpha + \sigma + E[\varepsilon_{01}]$$

Calculando a dupla diferença, tem-se:

$$\{(B) - (A)\} - \{(D) - (C)\} = \{(\alpha + \gamma + \sigma + \beta + E[\varepsilon_{11}]) - (\alpha + \gamma + E[\varepsilon_{10}])\} - \{(\alpha + \sigma + E[\varepsilon_{01}]) - (\alpha + E[\varepsilon_{00}])\} = \beta + \{(E[\varepsilon_{11}] - E[\varepsilon_{10}]) - (E[\varepsilon_{01}] - E[\varepsilon_{00}])\} = \beta \quad (10)$$

Deste modo, é possível isolar o parâmetro de interesse, através do formato aditivo, onde vários termos se anulam.

Ao se considerar as características observáveis  $X_{it} = (X_{it1}, \dots, X_{itk})$  da unidade  $i$  no período  $t$  a equação (8) ganha nova configuração:

$$Y_{it} = X'_{it}\alpha + \gamma T_i + \sigma \partial t_{it} + \beta(T_i \partial t_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

Considerando determinado período de tempo, mês, por exemplo, no qual ocorra a intervenção e  $t=1,2,\dots, \tau$ , onde  $\tau \geq 3$  a equação (11) pode ser expandida considerando múltiplos períodos de tempo:

$$Y_{it} = X'_{it}\alpha + \gamma T_i + \sigma_t + \beta(T_i \partial t_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

Onde  $T_i = \{1,0\}$  continua sendo uma variável binária em que 1 representa o tratamento e 0 o controle.

Assim, de acordo com Foguel (2017), para verificar a maneira como o método de *Diff-in-Diff* controla as influências das variáveis não observáveis que são fixas no tempo, pode-se utilizar uma regressão linear na qual se considera múltiplos períodos de tempo e de unidades observadas:

$$Y_{it} = X'_{it}\alpha + \sigma_t + \beta D_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Na equação (13) insere-se o termo  $\mu_i$  que representa as características específicas da unidade observada que não variam ao longo do tempo. Esta inserção garante, portanto, que o problema do viés de seleção seja contornado (*ibidem*, 2017). A última equação pode ser estimada também por primeiras diferenças, onde o termo  $\mu_i$  é eliminado da equação:

$$\Delta Y_{it} = Y_{it} - Y_{it-1} = (X'_{it} - X'_{it-1})\alpha + (\sigma_t - \sigma_{t-1}) + \beta(D_{it} - D_{it-1}) + (\mu_i - \mu_i) + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}) = \Delta X'_{it}\alpha + \lambda_t + \beta \Delta D_{it} + \Delta \varepsilon_{it} \quad (14)$$

O fato de as linhas do metrô terem sido implantadas em períodos distintos nos bairros da cidade de Salvador faz com que o método *diff-in-diff* tradicional não capture os reais efeitos da política. Por essa razão, adotou-se o método *diff-in-diff* com escalonamento, fazendo a estimativa e a inferência para os efeitos médios do tratamento em um ambiente com dados em painel, a fim de capturar os efeitos do metrô sobre assaltos a ônibus. Assim, analisa-se os bairros que receberam metrô em determinado momento e permanecem expostos a esse tratamento em todo o período posterior. Usando a estrutura de resultados potenciais para inferência causal, considerou-se um cenário com os 163 bairros que compõem a cidade de Salvador. Cada um desses bairros é caracterizado por um conjunto de resultados potenciais em períodos  $T$  para níveis de tratamento  $T + 1$ ,  $Y_{it}(a)$ , onde  $i \in \{1, \dots, N\}$  indexa as unidades,  $t \in T = \{1, \dots, T\}$  indexa os períodos de tempo e o argumento da função de resultado potencial  $Y_{it}(\cdot)$ ,  $a \in A = TU \{\infty\} = \{1, \dots, T, \infty\}$  indexa o tratamento discreto, a data em que o metrô foi implementado pela primeira vez por bairro. Os bairros podem adotar a política em qualquer um dos períodos  $1, \dots, T$  ou não adotar a política durante o período de observação; nesse caso, a data de adoção é codificada como  $\infty$ . Depois que uma unidade adota o tratamento, ela permanece exposta ao tratamento por todos os períodos posteriores<sup>2</sup> (ATHEY; IMBENS, 2018).

A fim de robustecer as análises, o pareamento com score de propensão também será utilizado. De acordo com Pinto (2017) o método de pareamento é utilizado quando se deseja verificar os efeitos do tratamento sobre determinado grupo em relação àquele com características semelhantes e que compõem o grupo controle, supondo que a única diferença entre estes indivíduos é que um deles é tratado e o outro, o par, não. Desta feita, supõe-se que o vetor de variáveis observáveis  $X_i$  contém todas as informações sobre o resultado potencial na ausência do tratamento ( $Y_i(0)$ ) e sobre o resultado potencial sob o tratamento ( $Y_i(1)$ ).

---

<sup>2</sup> Para mais detalhes acerca deste método ver Athey e Imbens (2018).

Contudo, quanto maior for a dimensão do vetor  $X_i$  tanto maiores as dificuldades para se formar pares. Por esta razão, para amostras grandes recomenda-se a utilização de uma função deste vetor, que é a probabilidade de receber o tratamento, dado o conjunto de características  $X_i$ . Assim, o escore de propensão é definido como (*ibidem*, 2017):

$$p(X_i) = \Pr[T_i = 1 | X_i]$$

Deste modo, considerando a validade da hipótese de seleção nos observáveis tem-se que a independência entre o resultado potencial na ausência de tratamento e a decisão de participar do programa também são válidas:

$$(Y_i(0), Y_i(1)) \perp T_i | X_i \rightarrow (Y_i(0), Y_i(1)) \perp T_i | p(X_i)$$

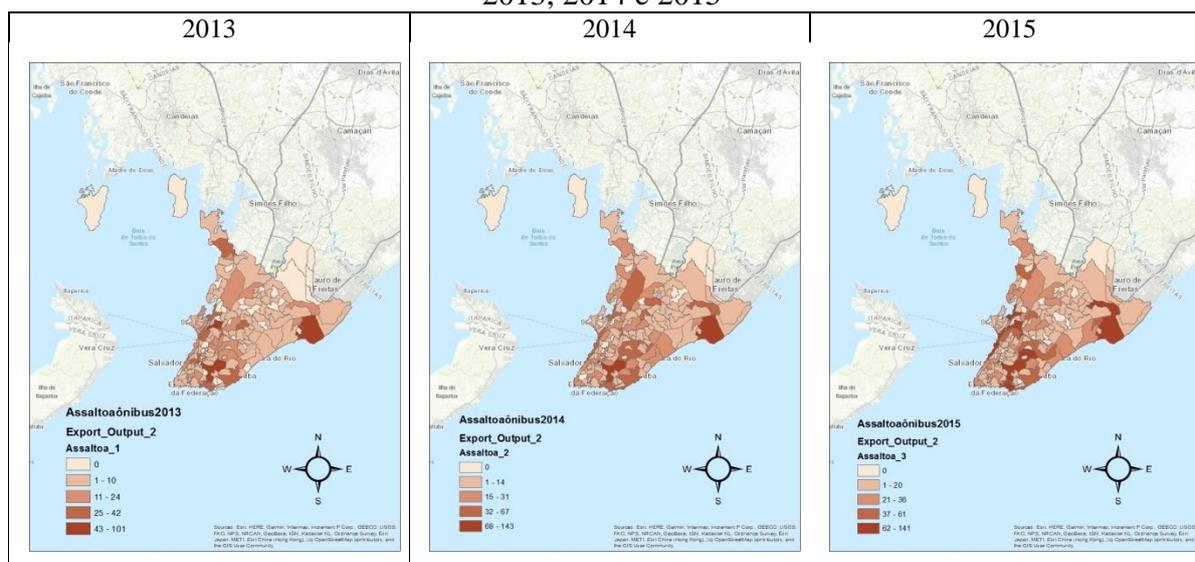
Isto indica que é possível estimar o efeito médio do tratamento sobre os tratados com base no pareamento entre indivíduos tratados e não tratados tomando por base o escore de propensão. Para tanto, toma-se como base algum procedimento paramétrico de probabilidade, como *probit* ou *logit* (*ibidem*, 2017).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise dos crimes de assalto a ônibus na cidade de Salvador

A literatura apresentada por este trabalho apontou para a relação entre criminalidade urbana e a configuração das cidades. Tal assertiva é reforçada quando se incorporam elementos relacionados aos crimes no trânsito, especificamente, os crimes de assalto a ônibus. Desta feita, com vistas a identificar o tipo de relação entre estes elementos esta subseção exhibe os resultados encontrados para a cidade de Salvador. De acordo com a figura 3 os crimes relacionados a assalto a ônibus ampliaram ao longo do período 2013-2015, apesar desta tendência oscilar a partir deste último ano, mesmo período em a que a linha metroviária implantada em fase de testes em 2014 começa a funcionar de modo oficial. Verifica-se que bairros nos quais não havia este tipo de ocorrência em 2013 passam a registrá-lo em 2014 e em 2015. Por isso, é relevante compreender a configuração urbana bem como de que maneira a implantação da linha metroviária pode ter corroborado para tal. Para fins de análise local, o **Anexo 1**, apresenta a denominação dos bairros da cidade de Salvador.

Figura 3- Mapas temáticos de assaltos a ônibus na cidade de Salvador para os períodos 2013, 2014 e 2015



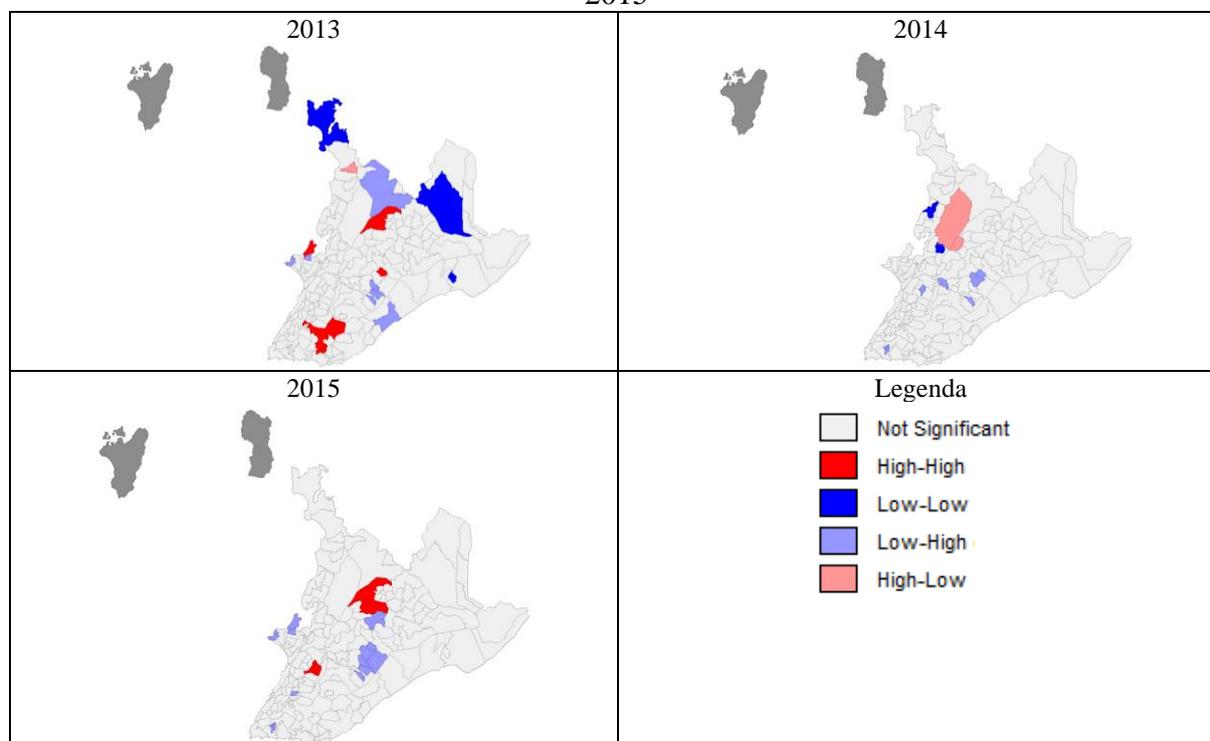
Fonte: elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

A figura 3 evidencia a conformação dos crimes de assalto a ônibus na cidade de Salvador nos períodos anterior, durante e posterior à implantação da linha metroviária. Observa-se que

algumas regiões que no ano de 2013 não registravam os crimes supracitados passam a registrá-lo nos anos subsequentes. Há de se considerar que este fato, associado a outros elementos que compõem a configuração urbana, fortalece a hipótese de que a inserção da linha metroriária favoreceu a prática destes crimes, dentre outros, pela ampliação de possíveis vítimas em função do maior número de usuários do transporte público, especialmente aqueles que passaram a usar do serviço de integração: ônibus-metrô-ônibus.

De acordo com os mapas de *cluster* e de significância, verifica-se que são poucos os bairros de Salvador que não são acometidos pelos crimes de assalto a ônibus. De maneira geral, estes bairros possuem singularidades no que diz respeito às suas características sociais: são bairros pobres habitados por pessoas com baixa qualificação e, por consequência, com menor poder aquisitivo, o que as faz depender do transporte público e, então, tornam-se num fator atrativo para o criminoso. No que concerne aos agrupamentos, observa-se a existência dos mesmos para determinadas regiões da cidade, como mostra a figura 4.

Figura 4- Mapas de *cluster* do número de assaltos a ônibus nos bairros de Salvador, 2013-2015



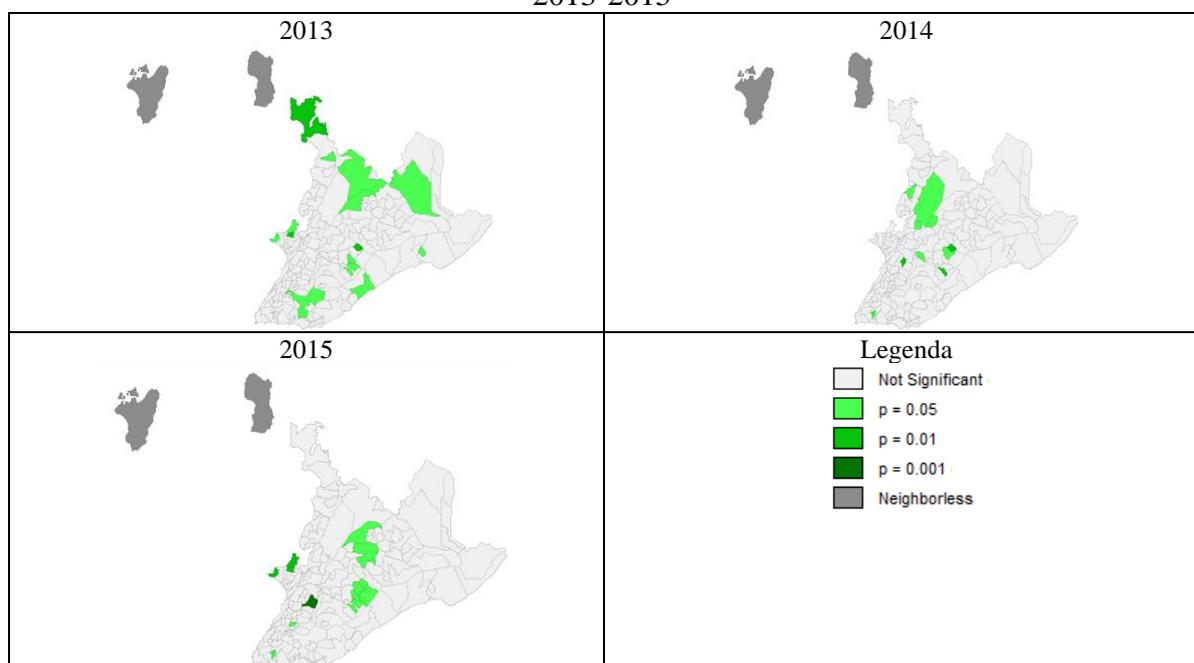
Fonte: elaboração própria

Este fato exige medidas específicas de combate à criminalidade, dado que o efeito espraiamento pode agir como multiplicador sobre este tipo de ocorrência. Na figura 5 pode-se ver o nível de significância destas ocorrências. Também é possível verificar o quão integrados estão estes bairros onde o maior número de ocorrências tem sido registrado.

Observa-se uma relação entre as ocorrências de assaltos a ônibus com as particularidades dos bairros em que os mesmos acontecem, indicando que as decisões dos criminosos perpassam por análises acerca dos aspectos sociodemográficos e, especialmente, acerca da configuração urbana destes locais, como facilidades de acesso e rotas de fuga. Por essa razão, é comum observar que os bairros mais vulneráveis socialmente e aqueles nos quais há grandes vias que facilitam acesso e fuga registram maior número destas ocorrências como Acupe, Aeroporto, Águas Claras, Alto da Terezinha, Alto das Pombas, Alto do Cabrito, Alto do Coqueirinho, Amaralina, Areia Branca, Bairro da Paz, dentre outros. Ademais, bairros ocupados por pessoas

com menor poder aquisitivo costumam registrar o maior número deste tipo de ocorrência, dado o maior número de potenciais vítimas.

Figura 5- Mapas de significância do número de assaltos a ônibus nos bairros de Salvador, 2013-2015



Fonte: elaboração própria

A subseção seguinte apresentará os resultados do modelo *Diff-in-Diff* com escalonamento e, em seguida, os resultados do *propensity score matching*, a fim de identificar os efeitos da implantação da linha metroviária sobre o número de assaltos a ônibus.

#### 4. 2 Os resultados do modelo de diferenças em diferenças com escalonamento e do *propensity score matching*

A fim de assegurar que quaisquer alterações no número de assaltos a ônibus nos bairros da cidade de Salvador que foram beneficiados com a linha metroviária o foram em função disso apropriou-se do método *diff-in-diff* com escalonamento e, em seguida, aplicou-se o PSM, tomando como respaldo os bairros com características similares e que não foram beneficiados por tal serviço. Deste modo, considerou-se como grupo tratado os bairros (31) que foram beneficiados diretamente pela linha metroviária e o grupo controle representado pelos bairros (132) que não são atendidos diretamente pela linha metroviária. Através do método *propensity score matching* — PSM é possível isolar os efeitos do metrô sobre assaltos a ônibus, dado que o procedimento considera bairros com potencialidades similares para receber tal política e que não o receberam. Portanto, isto se torna um bom preditor para tal mensuração. Considerando a variável de resultado após o tratamento, tem-se que a implantação do metrô ocasionou ampliação do número de assaltos a ônibus com coeficientes significativos. Ao aplicar o PSM estes resultados se mostram persistente e também significativos (Quadros de 3 a 5).

A regressão com efeitos fixos da variável assalto a ônibus indicou que a implementação da linha metroviária pode ter favorecido este tipo de prática (Tratado= 9.41 e constante= 11.88). Também, testou-se um modelo no qual se considerou somente o efeito fixo de ano e os resultados foram persistentes (Tratado = 11.81 e constante = -108.2). Em seguida, analisou-se o efeito fixo de bairro e de tempo de intervenção. Similarmente ao passo anterior, os resultados foram positivos e significativos (Tratado =11.81 e constante= -109.83).

A fim de verificar o comportamento do crime de assaltos a ônibus sobre o tempo de exposição dos bairros ao metrô se regrediu a variável dependente com as *dummies* de tempo e os resultados

também foram positivos (Tratado=20.32 e constante=10.65). Analisando separadamente os períodos (2014-2018, período pós-metrô) tem-se uma ampliação significativa da prática criminosa de 2014 para 2015 e uma tendência de crescimento a taxas decrescentes nos anos subsequentes. Por fim, com vistas a verificar o número de assaltos a ônibus apenas nos bairros que detinham metrô, viu-se que a trajetória anterior se mantinha: ampliação significativa de 2014 para 2015 com a mesma tendência anteriormente supracitada<sup>3</sup>.

Quadro3- Situação de tratados e controles por tipo de procedimento

Procedimento	Coefficiente tratado e significância (t)	Coefficiente constante e significância (t)	P> t  Tratado e constante	Intervalo de confiança (95%) Tratado e constante
Regressão com efeitos fixos variável dependente	9.41 (5.45)	11.88 (30.93)	0.00 e 0.00	6 a 12 e 11 a 12
Regressão por tempo de exposição ao metrô	4.07 (2.32)	21.30 (5.04)	0.21 e 0.00	0.63 a 7.52 e 13.0 a 29.6
Regressão com efeitos fixos por tempo de exposição (ano 2014)	6.80 (2.77)	11.9 (31.31)	0.006 e 0.00	1.98 a 11.63 e 11.14 a 12.64
Regressão com efeitos fixos por tempo de exposição (ano 2015)	13.99 (5.58)	11.9 (31.31)	0.00 e 0.00	9.06 a 18.9 e 11.14 a 12.64
Regressão com efeitos fixos por tempo de exposição (ano 2016)	10.09 (4.02)	11.9 (31.31)	0.00 e 0.00	5.17 a 15.0 e 11.14 a 12.64
Regressão com efeitos fixos por tempo de exposição (ano 2017)	6.30 (2.51)	11.9 (31.31)	0.012 e 0.00	1.38 a 11.22 e 11.14 a 12.64
Regressão com efeitos fixos por tempo de exposição (ano 2018)	3.64 (0.91)	11.9 (31.31)	0.364 e 0.00	-4.24 a 11.53 e 11.14 a 12.64

Fonte: elaboração própria com base nos resultados das regressões.

Por fim, com vistas a dar robustez às análises, utilizou-se do *propensity score matching*. Os resultados indicam ampliação do número de crimes pós implantação da linha metroviária, sendo estes bastante significativos. Ao se calcular o impacto do programa supondo que este tenha sido implementado de modo aleatório, encontrou-se os seguintes resultados:

<sup>3</sup> Os coeficientes para a variável “tratado” são todos positivos e significativos (não significativo apenas para o ano de 2018), indicando que a implantação da linha metroviária teve o efeito de aumentar os crimes de assalto a ônibus na cidade de Salvador. A análise é feita em comparação aos valores da “constante”.

Quadro 4- Impacto do programa supondo que a implementação tenha se dado de modo aleatório

Assalto a ônibus	Coefficiente	Desvio-padrão	T	P> t	Intervalo de confiança
Tratado	20.32	2.02	10.05	0.00	16.35 a 24.3
Constante	10.65	0.66	16.03	0.00	9.35 a 11.95

Considerando que a implementação da linha metroviária na cidade de Salvador tenha acontecido de modo aleatório tem-se, de acordo com o Quadro 4, que os resultados são positivos e significativos. Fez-se os testes considerando, por outro lado, que a implementação da linha metroviária tenha ocorrido de modo não aleatório e o pareamento entre os bairros ocorreu de um para um, ou seja, considerando apenas os vizinhos mais próximos. Para tanto, utilizou-se da hipótese de suporte comum, considerando para a identificação que na vizinhança de um ponto há indivíduos que não receberam o tratamento mesmo dispondo das mesmas características daqueles que receberam (hipótese 2 do suporte comum). Sob esta condição, os resultados também são relevantes.

Quadro 5- Impacto do programa supondo que a implementação tenha se dado de modo não aleatório – Modelo suporte comum

Variável	Amostra	Tratado	Controle	Diferença	S.E	T-test
Assalto a ônibus	Sem pareamento	31.73	10.66	21.07	2.07	10.18
	ATT	31.73	24.93	6.80	7.15	0.95
	ATU	13.12	25.70	12.58	-	-
	ATE	-	-	11.73	-	-

Os resultados asseguram que a implantação da linha metroviária na cidade de Salvador ampliou o número de assaltos a ônibus nesta cidade, indicando os efeitos da configuração urbana e do sistema de transportes sobre a criminalidade. A literatura pertinente sugere que a implantação de uma linha ferroviária em determinada cidade pode ter efeitos positivos ou negativos sobre a criminalidade, que isto é uma função das características da vizinhança e que a combinação dessas características pode elevar o número de crimes em uma área e reduzi-los em outras, por exemplo. Utilizando uma estimativa de modelo de efeitos fixos, Ihlanfeldt (2003) corroborou esta premissa para a realidade de Atlanta, nos Estados Unidos, o que auxilia na compreensão dos resultados encontrados para a cidade de Salvador, especialmente ao se considerar que a principal rota da linha metroviária implantada nesta cidade dispõe de inúmeras vias de acesso e aglomeração, o que pode facilitar a prática de assaltos a ônibus.

De maneira geral, os debates acerca dos investimentos realizados em transporte ferroviário costumam se concentrar em questões relacionadas às atividades criminosas, especialmente na possibilidade de se criar oportunidades para o crime ou mesmo na perspectiva de se transportar crimes de um lugar para outro. Ao analisarem crimes que ocorriam dentro e ao redor das estações de transporte ferroviário leve na cidade de Charlotte, nos Estados Unidos, Billings, Leland e Swindell (2011) verificaram uma diminuição nos crimes contra a propriedade quando os locais das estações eram anunciados, resultado que difere dos achados de Nishijima e Pal (2019) para a realidade da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), ao verificarem que determinados crimes são majorados em função da ampliação da rede de transportes públicos. Através da aplicação do método *diff-in-diff*, as autoras examinaram o impacto do transporte público em índices específicos de criminalidade na região supracitada, distinguindo entre linhas de ônibus e metrô. Observou-se que a expansão do transporte público reduziu significativamente as taxas de homicídios, embora tenha sido acompanhada por um aumento

significativo de crimes contra a propriedade (furtos e roubos de carros) nos subdistritos que receberam os novos transportes públicos. Tais efeitos foram mais significativos onde ocorreu expansão das linhas de metrô, em comparação às linhas de ônibus. Para a realidade da cidade de Salvador, os resultados encontrados pelo presente trabalho sugerem que o aumento dos crimes analisados seja decorrente da ampliação no número de conexões e, conseqüentemente, do número de potenciais vítimas, resultado do modelo de transporte representado pela integração ônibus-metrô-ônibus, além de bairros com elevado número de rotas para acesso e fuga terem sido beneficiados com tal integração, a exemplo dos bairros Barris, Brotas e Pernambués.

As limitações temporais não permitiram, contudo, que o presente trabalho adentrasse em questões mais complexas, tais como os efeitos da linha metroviária sobre crimes de homicídios e crimes de propriedade. Tal análise foi realizada no trabalho de Nishijima e Pal (2019). No que diz respeito à redução de homicídios na RMSP, as autoras atribuem este fato à crescente gentrificação dos subdistritos tratados que recebem novos transportes públicos em função, dentre outros, de moradias mais seguras nas localidades beneficiadas pelo novo transporte público, em relação àquelas que compunham o grupo controle<sup>4</sup>. Verificaram, por outro lado, que os crimes de propriedade aumentaram em razão de proprietários de veículos, a fim de aproveitarem a nova oferta de transporte público, estacionarem seus veículos nas localidades vizinhas. Isto robustece as inferências do presente estudo, uma vez que a linha metroviária na cidade de Salvador atende a bairros que se situam às margens de uma das avenidas mais importantes da cidade, a Avenida Luis Viana Filho (Paralela) e que dispõe de elevado número de rotas para acesso e fuga, ampla visibilidade do entorno, conexão com outros terminais, questões sociodemográficas, além do efeito integração (ônibus-metrô-ônibus), que modificou a oferta de ônibus nos bairros e alterou o itinerário de muitos usuários do transporte público e, por consequência, as estratégias do agente criminoso, justificando os resultados encontrados. Todos estes elementos, em conjunto com a implantação da linha metroviária, podem ter favorecido o aumento da prática do crime de assalto a ônibus. Por esta razão, é relevante compreender os efeitos e desdobramentos da implantação da linha metroviária e da nova configuração das linhas de ônibus, particularmente a integração ônibus-metrô-ônibus, sobre outros eventos criminógenos na cidade de Salvador, exigindo que a presente pesquisa se estenda a outras searas e tipos de crimes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura que amparou este trabalho evidenciou que os crimes de transporte possuem conexão com os aspectos sociodemográficos dos locais nos quais ocorrem. Deste modo, a estrutura urbana é fator determinante para este tipo de prática fazendo com que os lugares que possuem melhor infraestrutura sejam acometidos em menor grau pelos crimes de assalto a ônibus em relação àqueles em que a infraestrutura é precária.

Para a realidade de Salvador verificou-se que os bairros periféricos e menos assistidos socialmente são os que registram o maior número de assaltos a ônibus. Soma-se a isto o fato de serem estes os locais em que as pessoas, em função de suas condições socioeconômicas, mais utilizam o transporte público, o que converge para os pressupostos da racionalidade do agente criminoso e dos baixos custos de oportunidade.

---

<sup>4</sup> As limitações temporais tidas pelo presente trabalho não permitiram que tais análises fossem realizadas para a cidade mote de estudo. Dada a relevância desta temática, tais questões serão adicionadas à agenda de pesquisa dos autores.

Ademais, observou-se que este tipo de crime espalha-se por quase todo o território da cidade de Salvador, sendo pouquíssimos os bairros que não registram tal crime. Além disso, ampliou-se o número de crimes relacionados a assaltos a ônibus após a implantação da linha metroviária. Isto pode ser resultado da conexão entre o metrô e as linhas de ônibus, inclusive através da integração entre tais meios de transporte. Este evento alterou alguns itinerários exigindo que parte das pessoas, a depender do seu bairro residencial, acrescentasse mais de uma linha de ônibus ao seu roteiro, com vistas a chegar ao seu destino. Além disso, o fato de o metrô perpassar por grande parte de uma das avenidas mais importantes da cidade de Salvador, a Avenida Luís Viana Filho (Paralela), pode ter favorecido a prática criminosa em função, dentre outros, do número elevado de potenciais vítimas em relação ao período anterior à implementação bem como por dispor de elevado número de rotas de acesso e fuga.

Deste modo, com base nestes resultados, com vistas a identificar os efeitos da integração ônibus-metrô-ônibus e da exigência de utilização de mais de uma linha de ônibus para completar o percurso para alguns usuários, a agenda de pesquisa construída pelos autores para a cidade de Salvador incorporará estas questões. Além disso, com base na literatura especializada e em resultados empíricos, a agenda de pesquisa investigará também os efeitos do transporte público sobre os crimes de propriedade e sobre os crimes de homicídios. Para tanto, o próximo passo será analisar quais bairros tiveram modificações nos serviços de transporte de ônibus após a implantação da linha metroviária, o que permitirá compreender de modo mais específico de que maneira a linha metroviária interfere sobre os crimes analisados e sobre os crimes que passam a compor esta agenda de pesquisa (crimes contra a propriedade e homicídios) e, conseqüentemente, propor medidas que possam coibir a prática criminosa. Ademais, tem-se que o método *Diff-in-Diff* possui algumas fragilidades, a despeito de poder atribuir ao efeito do tratamento alterações na variável de resultado quando, por exemplo, isso pode ser em razão de mudanças na composição dos grupos nas áreas tratadas e não tratadas ou por mudanças independentes do programa. Com vistas a minimizar este problema, recorreu-se à estimação por PSM, a fim de assegurar que as mudanças foram, de fato, em razão da nova política de transportes, medida que corroborou os resultados anteriormente encontrados.

## REFERÊNCIAS

- ATHEY, S; IMBENS, G. W. Design-based analysis in difference-in-differences settings with staggered adoption. NBER working paper series, working paper 24963. August 2018.
- BAHIA, SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO BAHIA — SSP — BA. Assaltos a ônibus, 2013-2015.
- BEATO FILHO, C. C. Crime e cidades. Belo Horizonte. Editora: UFMG, 2012. p. 291. Segurança e espaços urbanos.
- BECKER, G. Crime and Punishment: an economic approach. *Journal of political economy*, v. 76, n. 1, p. 169-217, 1968.
- BILLINGS, S. B. LELAND, S. SWINDELL, D. The effects of the announcement and opening of light rail transit stations on neighborhood crime. *Journal of urban affairs*, Volume 33, Number 5, pages 549–565, 2011.
- BOISJOLY, G. GRISÉ, E. MAGUIRE, M. VEILLETTE, M. DEBOOSERE, R. BERREDI, E. EL-GENEIDY, A. Invest in the ride: A 14 year longitudinal analysis of the determinants of public transport ridership in 25 North American cities. *Transportation Research Part A* 116 (2018) 434–445.
- BRANTINGHAM, P. L. BRANTINGHAM, P. J. Mobility, notoriety, and crime: a study in the crime patterns of urban nodal points. *J. Environmental Systems*, Vol. 11(1), 1981-82.

BRAUT, G. S. SOLBERG, O. NJA, O. Organizational effects of experience from accidents. Learning in the aftermath of the Tretten and Åsta train accidents. *Transportation Research Part A* 69 (2014) 354–366.

CARVALHO, D. S. A. Transporte e densidade populacional na área urbana de Salvador. Dissertação de mestrado. Repositório Institucional UFBA. Salvador, Bahia. 2016.

CCR METRÔ BAHIA. Metrô em números. Disponível em: <<http://www.ccrmetrobahia.com.br/por-dentro-do-metr%C3%B4/metr%C3%B4-em-n%C3%BAmeros/>>.

COELHO, E. C. A criminalização da marginalidade e a marginalização da criminalidade. *Revista de Administração Pública*, v. 12, nº 02, p. 139-161, abr/jun 1978. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/7458>>.

CRAMPTON, G. R. Economic Development Impacts of Urban Rail Transport. Aug, 2003.

D’LIMA, M. MEDDA, F. A new measure of resilience: An application to the London Underground. *Transportation Research Part A* 81 (2015) 35–46.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M.; CAMARGO, E. C. G.; FELGUEIRAS, C. A.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004. 209p.

FALANGA, M. Reducing Crime Through Design in the Chicago Subway System. Dissertation, 1989. United States of Americana. Disponível em: <<http://www.ncjrs.gov/App/publications/abstract.aspx?ID=119204>>

FOGUEL, M. N. DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS. Capítulo 4. In: Avaliação Econômica de projetos Sociais/ [Organizadores: Naércio Aquino Menezes Filho, Cristine Campos de Xavier Pinto]. 3ª edição. São Paulo: Fundação Itaú Social. 2017.

FUJITA, M. KRUGMAN, P. VENABLES, A. J. *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*. The Mit Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1999.

GLAESER, E. L. *Cities, agglomerations and spatial equilibrium*. Oxford University Press, The Lindahl Lectures. New York, United States, 2008.

GLAESER, E. L. SACERDOTE, B. Why Is There More Crime in Cities? *Journal of Political Economy*, Vol. 107, No. S6 (December 1999), pp. S225-S258.

GRISÉ, E. BOISJOLY, G. MAGUIRE, M. EL-GENEIDY, A. Elevating access: Comparing accessibility to jobs by public transport for individuals with and without a physical disability. *Transportation Research Part A* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.017>.

GUMUS, E. Crime in Urban Areas: An Empirical Investigation. *Akdeniz I.I.B.F. Dergisi*, Vol. 4, No. 7, pp. 98-109, May 2004.

IBGE CIDADES. Salvador- Bahia-Brasil. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama>>. Acesso em 23 de abril de 2018.

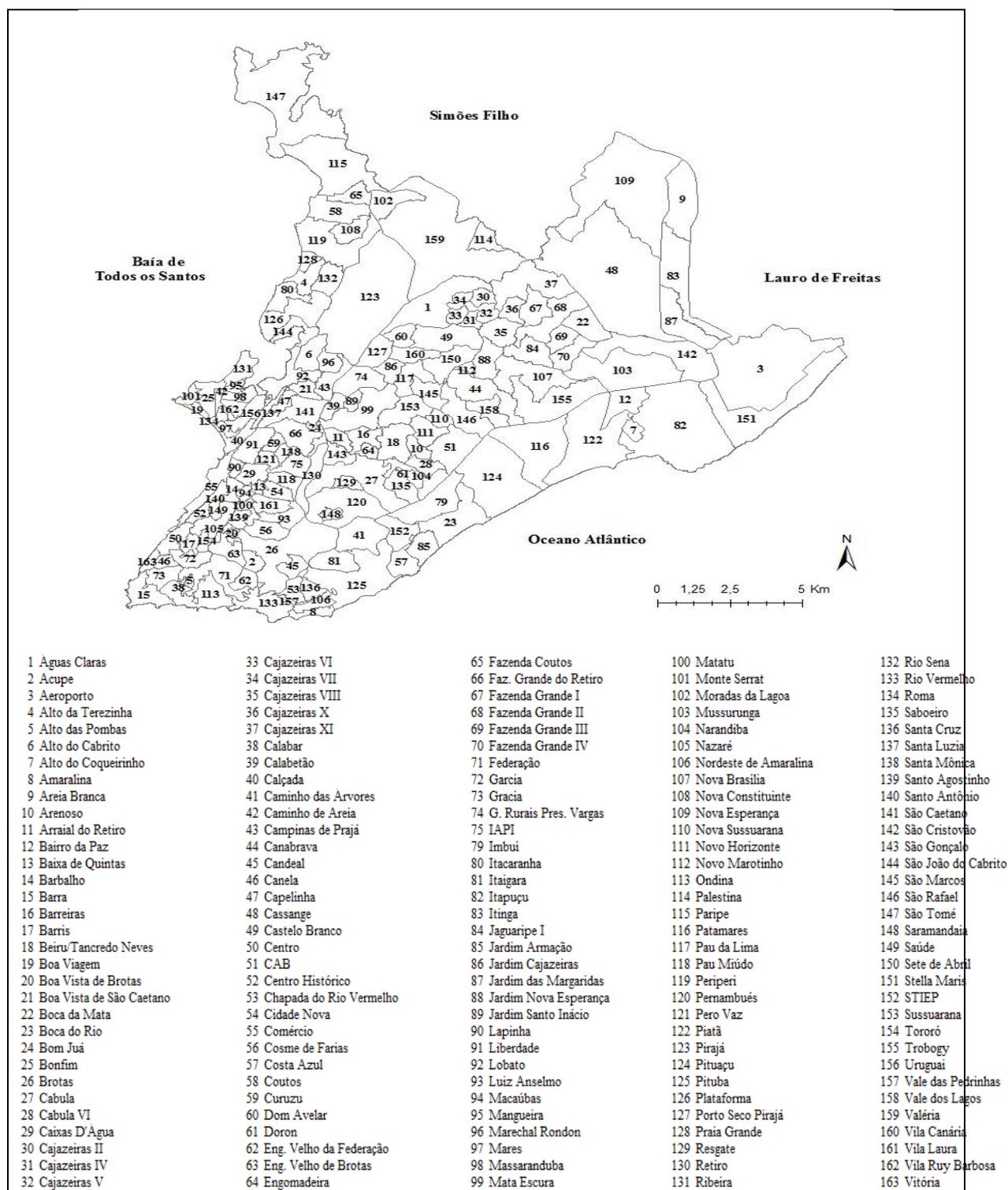
IHLANFELDT, K. R. Rail Transit and Neighborhood Crime: The Case of Atlanta, Georgia. *Southern Economic Journal*, Vol. 70, No. 2 (Oct., 2003), pp. 273-294.

IRVIN-ERICKSON, Y. LA VIGNE, N. A Spatio-temporal Analysis of Crime at Washington, DC Metro Rail: Stations’ Crime-generating and Crime-attracting Characteristics as Transportation Nodes and Places. *Crime Science* (2015) 4:14 DOI 10.1186/s40163-015-0026-5.

- LIGGETT, R. LOUKAITOU-SIDERIS, A. HIROYUKI, I. Journeys to crime: Assessing the effects of a light rail line on crime in the neighborhoods. Department of Urban Planning. UCLA School of Public Policy and Social Research. 2003.
- LIGGETT, R. LOUKAITOU-SIDERIS, A. HIROYUKI, I. Protecting against transit crime: The importance of the built environment. Department of Urban Planning. UCLA School of Public Policy and Social Research. 2004.
- LOUKAITOU-SIDERIS, A. LIGGETT, R. ISEKI, H. The Geography of Transit Crime. Documentation and Evaluation of Crime Incidence on and around the Green Line Stations in Los Angeles. 2015.
- LUCAS, K. PHILIPS, I. MULLEY, C. MA, L. Is transport poverty socially or environmentally driven? Comparing the travel behaviours of two low-income populations living in central and peripheral locations in the same city. *Transportation Research Part A* 116 (2018) 622–634.
- LYONS, G. DAVIDSON, C. Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A* 88 (2016) 104–116.
- MAYER, T. TREVIEN, C. The impact of urban public transportation evidence from the Paris region. *Journal of Urban Economics* 102 (2017) 1–21.
- MARQUES, A. P. S; HOLZSCHUH, M. L; TACHIBANA, V. M; IMAI, N. N. Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente — SP. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife — PE, 27-30 jul. 2010. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO\\_CD/artigos/CartografiaeSIG/SIG/A\\_223.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/SIG/A_223.pdf)>. Acesso em 12 jul. 2016.
- MELO, P.C. GRAHAM, D. J. BRAGE-ARDAO, R. The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional Science and Urban Economics* 43 (2013) 695–706.
- NEWTON, A. D. A Study of Bus Route Crime Risk in Urban Areas: The Changing Environs of a Bus Journey. *Built Environment*, Volume 34, Number 1, 1 April 2008, pp. 88-103(16).
- NISHIJIMA, M. Does new public transport lower crime? A case study of the Core of São Paulo Metropolitan Region. June 2019. Disponível em: <[http://www.portalfea.fea.usp.br/sites/default/files/anexoevento/effect\\_of\\_public\\_transport\\_on\\_crime\\_12\\_august\\_2019.pdf](http://www.portalfea.fea.usp.br/sites/default/files/anexoevento/effect_of_public_transport_on_crime_12_august_2019.pdf)>.
- PAES-MACHADO. E. LEVENSTEIN, C. 2000. Quando a violência chega ao local de trabalho: Criminalidade violenta e vitimização no transporte coletivo. In: *A Outra Face da Moeda; Violência na Bahia* (N. Oliveira, L. M. S. Ribeiro & J. C. Zanetti, org.), pp. 44-68. Salvador: Comissão de Justiça e Paz da Arquidiocese de Salvador.
- PAES-MACHADO. E. LEVENSTEIN, C. Assaltantes a bordo: violência, insegurança e saúde no trabalho em transporte coletivo de Salvador, Bahia, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(5):1215-1227, set-out, 2002.
- PATHAK, R. WYCZALKOWSKI, C. K. HUANG, X. Public Transit Access and the Changing Spatial Distribution of Poverty. *Regional Science and Urban Economics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2017.07.002>.
- PHILLIPS, D. C. SANDLER, D. Does public transit spread crime? Evidence from temporary rail station closures. *Regional Science and Urban Economics* 52 (2015) 13–26.

- PINTO, C. C. X. . Pareamento. Capítulo 5. In: Avaliação Econômica de projetos Sociais/ [Organizadores: Naércio Aquino Menezes Filho, Cristine Campos de Xavier Pinto]. 3ª edição. São Paulo: Fundação Itaú Social. 2017.
- PHILLIPS, D. C. SANDLER, D. Does public transit spread crime? Evidence from temporary rail station closures. *Regional Science and Urban Economics* 52 (2015) 13–26.
- PRIKS, M. The effects of surveillance cameras on crime: evidence from the stockholm subway. *The Economic Journal*, 125 (November), F289–F305. Doi: 10.1111/eoj.12327, 2015.
- SAMPSON, R. J. RAUDENBUSH, S. W. EARLS, F. Neighborhoods and Violent Crime: A Multilevel Study of Collective Efficacy. *Science, New Series*, Vol. 277, No. 5328 (Aug. 15, 1997), pp. 918-924.
- SHARMA, R. NEWMAN, P. Does urban rail increase land value in emerging cities? Value uplift from Bangalore Metro. *Transportation Research Part A* 117 (2018) 70–86.
- SHARKEY, P. TORRATS-ESPINOSA, G. The effect of violent crime on economic mobility. *Journal of Urban Economics* 102 (2017) 22–33.
- SHAW, C. R., & McKay, H. D. (1942). *Juvenile delinquency and urban areas*. Chicago, IL, US: University of Chicago Press.
- SILVERMAN, L. P. SPRUILL, N. L. Urban Crime and the Price of Heroin. *JOURNAL OF URBAN ECONOMICS* 4, SO-103 (1977).
- SIQUEIRA, M.; MIRANDA, D. F. & FRÓES, E. S., 1995. Os Ônibus e seus Donos: Relações de Poder no Transporte Coletivo de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais.
- TWINAM, T. Danger zone: Land use and the geography of neighborhood crime. *Journal of Urban Economics* 100 (2017) 104–119.
- WEISBURD, D. GROFF, E. R. YANG, S. *The criminology of place: street segments and our understanding of the crime problem*. OUP USA, nov. 2012.
- ZENOU, Y. The spatial aspects of crime. *Journal of the European Economic Association* April–May 2003 1(2–3):459 – 467.

## Anexo 1: Delimitação e nomenclatura dos bairros do município de Salvador.



Fonte: Carvalho (2016).